ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

16ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

« Η συμβολή της βελτίωσης των φυτών στην έξοδο από την οικονομική κρίση»

Φλώρινα, 28-30 Σεπτεμβρίου 2016

www.16plantbreeding.webnode.gr

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Π.Ε. ΦΛΩΡΙΝΑΣ-ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

16ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Η συμβολή της βελτίωσης των φυτών στην έξοδο από την οικονομική κρίση

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Φλώρινα, 28-30 Σεπτεμβρίου 2016

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

16ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ 16ου ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Πρόεδρος:	**Θ. Λαζαρίδου**
Αντιπρόεδρος:	**Β. Άμπας**
Γραμματέας:	**Ι. Ξυνιάς**
Ταμίας:	**Α. Λιθουργίδης**
Μέλη:	**Χ. Δόρδας**
	Κ. Κουτής
	Χ. Πάνκου
	Ι. Σιστάνης

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ Ε.Ε.Ε.Γ.Β.Φ.

Πρόεδρος:	**Α. Μαυρομάτης**
Αντιπρόεδρος:	**Δ. Βλαχοστέργιος**
Γραμματέας:	**Π. Αλιζώτη**
Ταμίας:	**Α. Λιθουργίδης**
Μέλη:	**Χ. Δόρδας**
	Α. Πολύδωρος
	Π. Μαδέσης

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης
και Τροφίμων

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΤΕΙ ΔΜ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας
Π. Ε. Φλώρινας

ΧΟΡΗΓΟΙ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

AMERICAN genetics

RIOS AGROSYSTEMS

ΓΑΙΑ Α.Ε. σπόροι

F. A. S. Fyto- Animal Services

BASF We create chemistry

SA ScientAct®

syngenta®

OIKOS

ΑΓΡΑΦΙΩΤΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΑ ΕΦΟΔΙΑ | ΣΠΟΡΟΙ

ΣΕΣΣΠ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ & ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ

ΕΕΠΕΣ

greenco agri business solutions

ΑΛΦΑ

ΧΟΡΗΓΟΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

ΑΓΡΟΤύπος αε

Επιμέλεια Έκδοσης

Δρ. Θεανώ Λαζαρίδου
Καθηγήτρια
ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων Φλώρινα
e-mail: thelaz@florina.teiwm.gr

Δρ. Αναστάσιος Λιθουργίδης
Διευθυντής Αγροκτήματος
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
e-mail: lithour@agro.auth.gr

Δρ. Χρυσάνθη Πάνκου
Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Γεωπονίας
e-mail: cpankou@gmail.com

Οι εργασίες του παρόντος τόμου δημοσιεύονται με την αποκλειστική ευθύνη των συγγραφέων, έπειτα από διορθώσεις των κριτών.

Όλα τα μέλη της Εταιρείας θεωρούνται «εν δυνάμει» κριτές. Η ανάθεση των εργασιών στους κριτές εξαρτάται από τη φύση κάθε εργασίας και βαρύνει την Οργανωτική Επιτροπή.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΜΕΝΕΣ ΟΜΙΛΙΕΣ **1**

ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΓΕΦΥΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ
Ι. Τοκατλίδης **2**

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑ
Ηλίας Γ. Ελευθεροχωρινός **3**

1Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΛΑΣΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ - ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΓΧΩΡΙΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ **12**

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΡΙΚΩΣ ΔΙΕΙΔΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ, ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΙΝΑΣ
Α. Φυντανής[1], Ε. Κουβάτας[1], Α. Μαυρομάτης[1], Χ. Πάνκου[1], Δ. Ρουπακιάς[1] **13**

ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΠΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ
Δ. Μπαξεβάνος[1], Ι.Θ. Τσιάλτας[2], Δ. Βλαχοστέργιος[1] **15**

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΤΟΥ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Quercus ilex* L. ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΩΝ ΑΠΟΓΟΝΩΝ
Κ. Α. Σπανός, Δ. Γαϊτάνης **16**

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΣΩΝ ΟΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ "SCOTT & KNOTT"
Γ. Μενεξές, Χ. Δόρδας, Η. Ελευθεροχωρινός **23**

ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΕΝΟΤΥΠΩΝ ΒΑΣΕΙ ΠΟΛΛΩΝ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ
Γ. Μενεξές[1], Α. Μάρκος[2], Ε. Κορπέτης[3], Θ. Κουτσός[1], Α. Μαυρομάτης[1] **28**

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΧΑΜΟΜΗΛΙΟΥ (*Matricaria chamomilla* L.) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ
Ν. Τσιβελίκα[1], Αικ. Γκούσεβα[1], Ε. Σάρρου[1], Π. Χατζοπούλου[2], Χ. Πάνκου[1], Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ[1], Α. Μαυρομάτης[1] **35**

ΕΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΟΧΥΡΩΣΗ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΠΟΚΙΛΙΑΣ ΣΤΑΦΥΛΙΟΥ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ CPVO
Ν. Σπίνος[1], Α. Γ. Ντούλης[2], Α. Σπίνου[1,3], Α. Μαυρομάτης[4] **42**

ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟΥ ΚΟΥΚΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟ ΜΕ ΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
Δ. Μπεσλεμές[1,2], Ε. Τίγκα[1], Δ. Μπιλάλης[3], Δ. Βλαχοστέργιος[1] **43**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΝΟΤΥΠΩΝ ΒΙΚΟΥ (*Vicia sativa* L.) ΩΣ ΧΛΩΡΗ ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΕ ΔΥΟ ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΣΠΟΡΑΣ
Ε. Τίγκα, Δ. Μπεσλεμές, Δ. Βλαχοστέργιος **45**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
Κ. Μπλαδενόπουλος[1], Π. Ψωμά[2], Ε. Κορπέτης[1], Σ. Μπλαδενοπούλου[2] **47**

1Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΛΑΣΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ - ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΓΧΩΡΙΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ **52**

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΗΛΘΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΒΡΙΔΙΣΜΟ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ
Κ. Κρομμύδας[1,2], Α. Ξανθοπούλου[1,3], Α. Ζαμπούνης[1,2], Π. Ράλλη[1], Ι. Γρηγοριάδης[1], Γ. Στρατάκης[4], Ι. Καϊδατζής[4], Α. Καλύβας[1] **53**

FIBER QUALITY OF COTTON HYBRIDS OBTAINED ON THE BASE OF INTROGRESSIVE FORM
S.A. Egamberdieva[1], P. Zamanidis[2] **60**

PRODUCTIVITY, EARLINESS, WILT RESISTANCE AND GIN OUTTURN OF NEW COTTON LINES (*G.hirsutum L.)*
S.A. Egamberdieva[1], P. Zamanidis[2] **64**

ΝΕΑ ΑΥΤΟΓΟΝΙΜΑ ΥΒΡΙΔΙΑ ΚΕΡΑΣΙΑΣ (*PRUNUS AVIUM*), ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ Τ.Φ.Ο.Δ.Ν.
Κ. Καζαντζής[1], Θ. Σωτηρόπουλος[1], Ν. Κουτίνας[2], Ι. Χατζηχαρίσης[3] **68**

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΜΗΛΙΑΣ «ΑΧΙΛΛΕΑΣ».
Θ. Σωτηρόπουλος[1], Ν. Κουτίνας[2], Α. Πετρίδης[3] **76**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΦΡΑΓΚΟΣΥΚΙΑΣ
Κ. Ατσαλίνου, Ι. Παπαδάκης, Ε. Τσαντίλη **80**

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΟΡΙΑΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΛΑΤΗΣ ΓΙΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ
Ε. Δόντα, Π.Γ. Αλιζώτη **81**

ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΣΠΟΡΟ ΚΑΙ ΤΟΝ ΣΠΑΔΙΚΑ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΟΠΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ
Β. Γρεβενιώτης[1,3], Β. Γκιουριέβα[2], Ε. Μπουλούμπαση[3], Π. Μητλιάγκα[3] **88**

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ (*Hordeum vulgare* L.) ΜΕ ΠΟΛΥΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ
Ι.Γ. Μυλωνάς[1,2], Γ. Μενεξές[3], Κ. Μπλαδενόπουλος[4], Μ. Κούτσικα-Σωτηρίου[2] **89**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΓΕΝΟΤΥΠΟΥ ΣΤΗ ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ (*Hordeum vulgare* L.) ΚΑΙ ΒΙΚΟΥ (*Vicia sativa* L.)
Ι.Γ. Μυλωνάς[1,2,3], Δ. Βλαχοστέργιος[1], Κ. Μπλαδενόπουλος[2], Μ. Κούτσικα-Σωτηρίου[4] **90**

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΡΠΟΥ
Η. Αυδίκος[1], Α. Αποστολοπούλου[2], Γ. Ντεβέ[2], Ρ. Ταγιάκας[2], Π. Ξανθόπουλος[3], Χ. Γούλας[3], Α. Ζαμαντζάς[3], Σ. Δημητρίου[3], Π. Κουτζιαρής[3], Γ. Μυλωνάς[3], Α. Καλύβας[1], Α. Τράκα[1], Α. Μαυρομάτης[2] **91**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΓΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ
Η. Αυδίκος[1], Ρ. Ταγιάκας[2], Γ. Ντεβέ[2], Α. Αποστολοπούλου[2], Α. Μαυρομάτης[2] **92**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 22 ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΗΔΙΚΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΞΗΡΟ ΧΟΡΤΟ
Χ. Πάνκου*, Δ. Μπαξεβάνος **93**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΠΛΟΕΙΔΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ PETERSEN: ΠΡΟΔΡΟΜΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ
Δ. Δικαιοφύλαξ[1], Ι. Ουσουτζόγλου[1], Α. Γ. Μαυρομάτης[1], Θ. Β. Λαζαρίδου[2], Ι. Ν. Ξυνιάς[2*] **94**

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ 1BL.1RS ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ
Χ. Πάνκου[1], Φ. Παπαθανασίου[2], Θ. Β. Λαζαρίδου[2], Ι. Ν. Ξυνιάς[2*] **95**

ΦΑΚΗ «*ΕΛΠΙΔΑ*» &ΒΙΚΟΣ «*ΛΕΩΝΙΔΑΣ*». ΔΥΟ ΝΕΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ
Δ. Βλαχοστέργιος **96**

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Morus alba. Morus alba* VAR. "*PENDULA*": ΠΟΛΥΤΙΜΟ ΔΑΣΙΚΟ ΕΙΔΟΣ ΩΣ ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΟ, ΦΡΟΥΤΟΦΟΡΟ ΚΑΙ ΣΗΡΟΤΡΟΦΙΚΟ ΦΥΤΟ
Μ. Τσακτσίρα **98**

2Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ **105**

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΟΧΙ ΣΤΟ ΠΡΟΪΟΝ.
Α. Πολύδωρος **106**

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΦΑΚΗΣ «ΕΓΚΛΟΥΒΗ»
Γ. Τσανάκας[1], Α. Κούρα[1], Α. Γλερίδου[1], Φ. Μυλωνά[2], Α. Πολύδωρος[1] **107**

ΘΕΤΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΑ ΓΟΝΙΔΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ
Α. Ζαμπούνης[1], Ι. Γανόπουλος[2], Α. Καλύβας[3], Α.Τσαυτάρης[1,4], Π. Μαδέσης[4] **108**

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
Γ. Μερκουρόπουλος[1], Ε. Μπατιάνης[2], Φ. Μυλωνά[1] **109**

ΜΙΚΡΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΑΣΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Pyrus spinosa* Forskk.
Σ. Αλεξανδρή, Π. Τσουλφά, Μ. Τσακτσίρα **116**

2Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ **123**

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (*Pinus nigra* Arn.) ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΚΗΠΟΥ ΚΟΥΜΑΝΙ ΓΙΑ ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΤΙΛΒΕΝΙΑ ΕΓΚΑΡΔΙΟΥ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ qNMR
Κ. Ιωαννίδης[1,2,3], Ε. Μέλλιου[3], Π. Μαγιάτης[3], Π. Αλιζώτη[1] **124**

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΥΚΙΑΣ (*Ficus carica L.)* ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ISSR ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ.
Μ. Βασιλέ, Ε. Μπασδέκη, Α. Λίνος, Μ. Χατζηδημητρίου **131**

ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΕΡΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟΥΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (*Pinus nigra* Arn.) ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΚΟΖΑΝΗΣ – ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ.
Ε. Χ. Κατσίδη[1], Ε. Β. Αβραμίδου[1], Α. Γ. Ντούλης[2], Α. Γ. Τριανταφύλλου[3], Φ. Α. Αραβανόπουλος[1] **137**

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ ΣΕ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΟΞΥΑΣ (*Fagus sylvatica*) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ (f-SSR)
Β. Μ. Κοτινά[1], Ι. Β.Κορομπόκη[1], Ε. Μαλλιαρού[1], Ε. Β.Αβραμίδου[1], Φ. Α. Αραβανόπουλος[1] **138**

ΠΡΩΤΕΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΤΟΜΩΝ ΕΛΑΤΗΣ (*Abies borisii-regis)* ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΩΝ SSR
Ν. Τουρβάς, Ε. Μαλλιαρού, Ε. Β. Αβραμίδου, Φ. Α. Αραβανόπουλος **139**

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΟΝΙΔΙΑΚΩΝ ΤΟΠΩΝ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ (QTLs) ΓΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ (*Curpessus sempervirens* L.) ΣΤΟ ΜΥΚΗΤΑ *Seiridium cardinale*
Ε. Β. Αβραμίδου[1], Ν. Σουλιώτη[2], Π. Τσόπελας[2], Α. Γ. Ντούλης[3], Φ. Α. Αραβανόπουλος[1]. **140**

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΟΞΥΑΣ (*Fagus sylvatica*) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΩΝ SSR ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ
Ε. Μαλλιαρού, Ε. Αβραμίδου, Ι. Γανόπουλος, Φ. Αραβανόπουλος **147**

ΠΡΩΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΑΞΗΣ ΑΕΙΘΑΛΟΥΣ ΠΛΑΤΑΝΟΥ (*Platanus orientalis* VAR. CRETICA DODE) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΘΟΡΙΖΟΝΤΩΝ ΕΠΙΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ (MSAP).
Μ. Παπαθεοδώρου, Α. Τζάμου, Ε. Α. Αβραμίδου, Α. Μ. Φαρσάκογλου, Ε. Μαλλιαρού, Φ. Α. Αραβανόπουλος. **148**

DE NOVO ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΣΕ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΟΛΟΚΥΘΙΑΣ (*Cucurbita pepo*)
Α. Ξανθοπούλου[1,2], Φ. Ψωμόπουλος[2], Ι. Γανόπουλος[1,2], Α. Καλύβας[3], Α. Τσαυτάρης[1,2], Π. Μαδέσης[2], Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ[1] **149**

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΤΗΞΗΣ ΣΕ ΥΨΗΛΗΣ ΕΥΚΡΙΝΕΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗ (HRM) ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΟΙΧΕΙΟΠΟΙΗΣΗΣ (EDITING) ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΜΑΤΩΝ
Ι. Γανόπουλος[1,2] , Ζ. Χιλιώτη2, Α. Τσαυτάρης[1,2] **150**

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΕ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΤΩΝ LRR ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ…ΟΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΕΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΟΥΡΙΑΣ
Α. Ζαμπούνης[1], Ι. Γανόπουλος[2,3], Ε. Αβραμίδου[2], Φ.Α. Αραβανόπουλος[2], Α. Τσαυτάρης[1,3], Π. Μαδέσης[3] **151**

ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ DECOYS ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΤΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ
Α. Ζαμπούνης[1], Ι. Γανόπουλος[2,3], Α. Τσαυτάρης[1,3], Π. Μαδέσης[3] **152**

ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΛΩΝΩΝ ΡΙΓΑΝΗΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΤΟΥΣ ΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
Χ. Ι. Παπαϊωάννου[1,2], Μ. Κ. Στεφανάκης[3], Η. Αναστασόπουλος[4], Π. Μακρίδης[2], Γ. Τσίκαλας[3], Δ. Ζαραγκότας[4], Χ. Κατερινόπουλος[3], Β. Παπασωτηρόπουλος[1] **153**

ΓΟΝΙΔΙΑΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΣΟΓΙΑΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ
Ε. Χαμπλά[1], Ο. Ι. Παυλή[2], Γ. Κελαϊδή[1], Γ. Ν. Σκαράκης[1] **155**

IN-VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ «ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ» ΚΑΙ «ΑΡΕΤΗ»
Ι. Ζαφειρίου, Β-Σ. Τιτέλη, Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ* **161**

ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΣ ΣΕ ΒΙΟΤΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ
N. I. Kozub[1], A.V. Karelov[2], I.A Sozinov[2], O. Sozinova[3], I. N. Ξυνιάς [4*] **167**

3Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ **168**

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΛΕΥΚΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ ΣΕ ΧΑΜΗΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΠΟΡΑΣ ΣΕ ΑΡΙΣΤΟ & ΑΛΚΑΛΙΚΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
Δ. Βλαχοστέργιος[1], Ι. Διβανές[2], Α. Φυντανής[3], Ι. Τζανακούλη[2], Α. Χα[2], Α. Μαυρομάτης[3] **169**

ΕΠΙΛΟΓΗ ΓΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΨΥΧΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
Η. Αναστασόπουλος **170**

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΑΠΟ ΑΓΡΙΑ ΑΓΚΙΝΑΡΑ ΚΑΙ ΤΟ ΖΙΖΑΝΙΟ ΚΟΥΦΑΓΚΑΘΟ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ
Ι. Βασιλάκογλου[1], Κ. Δήμας[2],Ι. Γράβαλος[1], Η.Αναστασόπουλος[1] **171**

ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ ΦΑΚΗΣ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟΜΕΤΑΔΙΔΟΜΕΝΟΥΣ ΙΟΥΣ
Α. Καργιωτίδου[1], Ε. Χατζηβασιλείου[2], Κ.Τζανταρμάς[1], Ι. Τοκατλίδης[1] **172**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΩΣ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΚΑΙ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ
Χ. Δόρδας[1], Φ. Παπαθανασίου[2], Α. Λιθουργίδης[3], J-K. Petrevska[2], Ι. Παπαδόπουλος[2],Ι. Σιστάνης[2], Χ. Πάνκου[1], Φ. Γκέκας[1], Ε. Νίνου[3], Ι. Μυλωνάς[3], Κ. Τζανταρμάς[4], Α. Καργιωτίδου[4], Ι. Τοκατλίδης[4] 173

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΚΑΙ ΥΨΗΛΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ
Η. Αυδίκος[1], Ρ. Ταγιάκας[2], Ε. Μαλούπα[1], Α. Μαυρομάτης[2] 174

3Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ 175

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΤΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΙΓΝΑΣ (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)
Ε. Λαζαρίδη, Δ. Σάββας, Δ. Μπιλάλης, Γ. Ντάτση, Π. Ι. Μπεμπέλη 176

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 16 ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΚΑΙ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΗΔΕΝΙΚΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
Θ.Β. Λαζαρίδου, Α. Μπόμπολης, Α. Μητρούση, Ι. Ν. Ξυνιάς 178

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΙΜΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ
Α. Θεοδωρόπουλος[1], Μ. Γερακάρη[1], Α. Καπάζογλου[1], Χ. Βλάχος[2], Φ. Οικονόμου[2], Ε. Τάνη[1], Γ. Σκαράκης[1] 184

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ (*Camelina sativa (L.)* GRANTZ.)
Γ. Παπαστυλιανού, Π. Μπόκας, Η. Τραυλός 185

Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΑΙΑΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΣΕ ΑΥΞΗΜΕΝΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl
Μ. Μουσουράκη[1], Α. Βέλλιου[1], Γ. Ασημακοπούλου[1], Μ. Γκούφα[1],Μ. Ψυχογιού[2], Ε. Τάνη[1], Γ. Σκαράκης[1] 186

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΓΕΝΟΤΥΠΟΥΣ ΡΙΓΑΝΗΣ
Ε. Νίνου[1], Κ. Πασχαλίδης[2], Ι. Μυλωνάς[1, 3] 187

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ ΥΠΟΨΗΦΙΟΤΗΤΕΣ ΒΡΑΒΕΙΟΥ ΧΡΙΣΤΙΔΗ 188

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΠΡΟΔΡΟΜΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΓΕΝΟΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΙ ΚΛΩΝΩΝ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ (*S.fruticosa* Mill. & *S.pomifera* L.) ΤΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
Π. Λεονταρίτου[1,4], Φ. Λάμαρη[2], Β. Παπασωτηρόπουλος[3], Γ. Ιατρού[4] 189

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ
Α. Κοτζαμάνη[1], Ι. Βασιλάκογλου[2], Κ. Δήμας[1],Α. Τσιαούση[2] 190

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Ε. Σάρρου[1,2], Ν. Τσιβελίκα[2], Π. Χατζοπούλου[1], Α. Μαυρομάτης[2] 191

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΑΓΡΟΚΟΜΙΚΑ, ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ (*Ocimum basilicum*)
Ι. Καλαμαρτζής[1], Χ. Δόρδας[1], Π. Γεωργίου[2], Γ. Μενεξές[1] 192

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΔΥΟ ΕΙΔΗ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *Medicago* ΚΑΙ ΣΤΟ ΥΒΡΙΔΙΟ ΤΟΥΣ
Ε. Σαρρή[1], Γ. Ασημακοπούλου[1], Μ. Γκούφα[1], Μ. Ψυχογιού[2], Ε. Αβραάμ[3], Ε. Bingham[4], Ε. Τάνη[1], Γ. Σκαράκης[1] 197

4Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΦΥΤΟΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΕΓΧΩΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ 204

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΜΕ ΠΙΘΑΝΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ ΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΙΠΠΟΚΡΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ
Ε. Φανουρίου [1], Ε. Γαβριήλ[1], Π. Ταραντίλης[2], Γ. Οικονόμου[1] 205

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΟΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ (*Triticum monococcum),* ΔΙΚΟΚΚΟΥ *(T. dicoccum*) ΚΑΙ ΣΠΕΛΤΑ *(T. spelta)* ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ
Κ. Κουτής[1], Ε. Κορπέτης[1], Μ. Ηρακλή[1], Π. Ψωμά[2], Δ. Βλαχοστέργιος[3], Κ.Μ. Κουκ[1], Α. Μαυρομάτης[4] 212

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ
Α. Ν. Μαριόλης[1], Ε. Χ. Βλάχος[1] , Ι. Ο. Παυλή[2], Κ. Χ. Γούλας[2], Γ. Ν. Σκαράκης[1] 218

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΡΟΚΟΥ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΘΟΦΟΡΙΑΣ
Π. Ράλλη[1,2], Δ. Ζυμαράς[2], Κ. Αλμπανίδης[2], Κ. Παπανικολάου[2], Χ. Ταμπουρατζής[2], Γ. Μενεξές[2], Χ. Δόρδας[2] **220**

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΞΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΛΩΣΤΙΚΗΣ ΚΑΝΝΑΒΗΣ 227
Ε. Τσαλίκη, Ι. Γρηγοριάδης, Ι. Πανώρας, Χ. Λελούδης, Α. Καλύβας. **227**

4Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΦΥΤΟΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΕΓΧΩΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ **233**

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (*Castanea sativa Mill.*) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ
Μ. Σακελλαρίου, Φ. Μυλωνά **234**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΑΥΞΙΝΩΝ ΣΤΟΝ ΜΙΚΡΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΚΑΠΠΑΡΗ "*Capparis orientalis* Veill.", ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΚΕΑΣ
Κ. Παλτάκη[1], Β. Σαρροπούλου[2], Ε. Πολυμένη[1], Κ. Δήμας[1], Ε. Μαλούπα[2] **240**

IN VITRO ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ *EX SITU* ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΕΑ (*Capparis orientalis* Veill.) ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΑΥΞΙΝΩΝ ΓΙΑ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑ
Ε. Πολυμένη[1], Β. Σαρροπούλου[2], Κ. Παλτάκη[1], Ε. Μαλούπα[2] , Κ. Δήμας[1] **247**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ 5 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΩΝ ΣΤΟΝ *IN VITRO* ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΚΑΙ 3 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΥΞΙΝΩΝ ΣΤΗ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑ ΒΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis raeseri Boiss & Heldr.* (ΤΣΑΙ ΒΟΥΝΟΥ ΤΟΥ ΒΕΛΟΥΧΙΟΥ Ή ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ)
Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα **254**

IN VITRO ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis perfoliata* L. subsp. *perfoliata* (ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ-ΣΙΔΗΡΙΤΗΣ Η ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΥΠΟΕΙΔΟΣ Η ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ)
Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα **262**

IN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis scardica* Griseb. (ΤΣΑΙ ΒΟΥΝΟΥ ΤΟΥ ΟΛΥΜΠΟΥ)
Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα **269**

ΑΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΜΙΚΡΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis syriaca* sub. *syriaca* (ΤΣΑΙ ΒΟΥΝΟΥ ΚΡΗΤΗΣ)
Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα **275**

ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΦΥΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ (*S. fruticosa* Mill. & *S. pomifera* L.) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥΣ
Π. Λεονταρίτου[1,4], Φ. Λάμαρη[2], Β. Παπασωτηρόπουλος[3], Γ. Ιατρού[4] **282**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΑΒΕΛΤΙΩΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ (*Triticum durum*) ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ
Κ. Κουτής[1], Χ. Βακάλη[1], Στ. Χατζηγεωργίου[2], Ε. Κορπέτης[3] **283**

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΓΧΩΡΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΗ ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ
Κ. Κουτής[1], Χ. Βακάλη[1], Μ. Ναθαναηλίδου[1], Κ. Τσιγκάνου[2], Ρ. Τσίγκου[3], Ε. Ψωμουλιά[4], Τ. Κοτσάκου[5], Ν. Σταυρόπουλος[6] **284**

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΑΓΕΝΟΥΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Origanum onites (L.)* ΑΠΟ ΑΥΤΟΦΥΗ ΦΥΤΑ ΤΡΙΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
Σ. Κυριακουλέα, Ε. Γαβριήλ, Γ. Οικονόμου **286**

5Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΑ: ΜΟΧΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ **292**

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ
Ε. Γαβριήλ[1], Η. Ελευθεροχωρινός[2], Π. Ταραντίλης[3], S. Knezevic[4], Χ. Αναγνωστόπουλος[5], Γ. Οικονόμου[1] **293**

ΥΒΡΙΔΙΑ ΗΛΙΑΝΘΟΥ EXPRESSSUN® ΚΑΙ CLEARFIELD®: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΟΛΟΠΑΡΑΣΙΤΟΥ *O. cumana* ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
Π. Βαχαμίδης[1], Γ. Οικονόμου[1], Δ. Λύρα[1], Δ. Καλύβας[2], Ε. Γαβριήλ[1],Α. Στεφοπούλου[3] **300**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΕ ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΘΟΥΣ *Calendula officinalis* L.
Γ. Σταυρόπουλος[1], Γ. Παπαστυλιανού[1], Ι. Σαμανίδης[2], Κ. Παπάζογλου[3] **301**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΦΩΣΦΟΡΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΦΑΚΗΣ (*Lens culinaris* MEDIK.)
Γ. Θεολογίδου[1], Δ. Μπαξεβάνος[2], Ι. Θ. Τσιάλτας[1] **302**

ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΕ ΣΠΟΡΟΥΣ ΕΙΔΩΝ *Datura* ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΝΔΟ- ΚΑΙ ΔΙΑΕΙΔΙΚΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΤΟΥΣ
Γ. Παπαγρηγορίου[1], Δ. Παπάζογλου[1], Α. Ναασάν[1], Δ. Λάζαρη[2], Ι. Θ. Τσιάλτας[1] **308**

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΙΔΩΝ ΒΙΚΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ
Δ. Φωτακίδης[1], Μ. Καραγιάννη[1], Μ. Ηρακλή[2], Α. Λαζαρίδου[3], Ι. Θ. Τσιάλτας[1] **314**

ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΞΥ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΥ ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΛΕΠΤΗΣ ΗΡΑΣ (*Lolium rigidum* Gaudin)
Α. Παπαπαναγιώτου[1], Α. Μάγγου[1], Σ. Ραχωβίτου[1], Γ. Μενεξές[2], Ι. Βασιλάκογλου[3], Η. Ελευθεροχωρινός[2] **321**

ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 5 ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΤΕΒΙΑΣ (*Stevia rebaudiana* Bertoni)
Π. Λόλας[1], Η. Ντζάνης[2], Α. Παπανικολάου[1] **323**

ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΕΡΗ ΧΡΗΣΗ ΕΙΣΡΟΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ
Κ. Δήμας[1], Ι. Βασιλάκογλου[2], Χ. Δόρδας[3], Α. Λιθουργίδης[4] **330**

5η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΑ: ΜΟΧΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ **331**

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ
Σπ. Δ. Κουτρούμπας, Χ. Α. Δαμαλάς, Σ. Φωτιάδης **332**

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΓΥΤΕΡΩΝ ΓΕΙΤΟΝΩΝ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΑΓΡΟΥ
Α. Κατσιλέρος[1], Χ. Κουκουβίνος[2] **333**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΛΙΒΑΔΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ
Ο. Βούλγαρη[1, 3*], Δ. Μπαξεβάνος[1], Μ. Γιακουλάκη[2], Α. Μαμώλος[3], Γ. Ντόγας3 **334**

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΔΙΚΤΑΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΜΠΑΡΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ: ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
Α. Ασσαριωτάκης[1], Κ. Τσιμπούκας[2], Σ. Τσουκαλάς[3], Γ. Οικονόμου[1] **341**

ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ ΚΑΙ ΒΙΚΟΥ ΜΕ ΚΡΙΘΑΡΙ ΚΑΙ ΒΡΩΜΗ ΣΕ ΔΥΟ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΠΟΡΑΣ
Μ. Κλωνάρας[1,2], Α. Λιθουργίδης[1], Χ. Δόρδας[2] **342**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΙΤΙΝΗΣ ΣΕ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ ΡΟΚΑΣ (*Eruca sativa*)
Α. Λιόπα-Τσακαλίδη[1], Γ. Σπυρόπουλος[1], Ι. Ν. Ξυνιάς[2*] **346**

ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
Γ. Μενεξές, Θ. Κουτσός **352**

ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ ΧΕΙΜΕΡΙΝΩΝ - ΕΑΡΙΝΩΝ ΨΥΧΑΝΘΩΝ ΚΑΙ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΕ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
Χ. Δόρδας[1], Α. Φυντανής[2], Α. Λιθουργίδης[3], Α. Μαυρομάτης[2], Θ. Γέμτος[4], Β. Στεφανίδου[5] **358**

«ΛΗΜΝΟΣ», ΜΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ
Ε. Κορπέτης, Κ. Μπλαδενόπουλος **363**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΜΙΝΟ 16 ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΣΤΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΠΝΟΥ ΚΑΤΕΡΙΝΗ ΚΑΙ ΒΙΡΤΖΙΝΙΑ
Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ[1*], Π. Μαδέσης[2], Χ. Παπαμάνθου[3] , Χ. Συμεωνίδης[3], Γ. Μενεξές[1] **364**

«*ΚΙΔΡΟΣ*» - ΝΕΑ ΕΓΧΡΩΜΗ ΜΕ ΕΡΥΘΡΗ ΣΑΡΚΑ ΚΑΙ ΧΥΜΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΙΜΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ
Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Γ. Ουζουνίδου[3], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Γ.Δασκαλάκης[4], Μ. Μετάφα[3] **365**

«ΡΙΣΛΙΝΚ ΕΛΛΑΣ» - ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΛΕΥΚΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΙΜΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ
Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Ε. Βαβουλίδου[3], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[4], Μ. Μετάφα[5] **370**

ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΤΗΣ - «ΖΕΥΣ»
Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Γ. Ουζουνίδου[3], Ι. Ξυνιάς[4], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[5] και Μ. Μετάφα[3] **374**

ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ «ΕΛΛΑΣ»
Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Γ. Ουζουνίδου[3], Ι. Ξυνιάς[4], Δ.Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[5], και Μ.Μετάφα[3] **378**

"*ΗΠΕΙΡΩΤΗΣ*" -ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ ΜΕ ΑΡΩΜΑ ΜΟΣΧΑΤΟ ΔΙΠΛΗΣ ΧΡΗΣΗΣ
Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[3], Μ. Μετάφα[4] **382**

ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΛΕΥΚΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΑΓΙΓΑΡΤΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ "*ΒΟΡΕΙΟΣ*" ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΣ
Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Μ. Μετάφα[3], Λ. Παπακωνσταντίνου[4], Δ. Ευαγγελογιάννης[1] **386**

ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΜΕΝΕΣ ΟΜΙΛΙΕΣ

ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΓΕΦΥΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Ι. Τοκατλίδης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας και Δασολογίας, Ορεστιάδα

Ο ρυθμός αύξησης της παραγωγής τροφίμων μέχρι το 2050 εκτιμάται ότι πρέπει να βελτιωθεί σε επίπεδα 60 – 110% πάνω από τα σημερινά. Μείζονος σημασίας πρόβλημα είναι το χάσμα παραγωγικότητας (yield gap), η ουσιώδης διαφορά της πραγματικής από τη δυνητική παραγωγικότητα. Επιμέρους ριζικές αιτίες είναι (1) η από φυτό σε φυτό παραλλακτικότητα μέσα στην καλλιέργεια που επιφέρει *ανισότητα* (intra-crop inequality) και ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ορισμένων, απόρροια γενετικών ή/και επίκτητων διαφορών, και (2) η εξάρτηση από μεγάλες πυκνότητες. Η επίκτητη *ανισότητα* (acquired inequality) είναι πρακτικά αναπόφευκτη λόγω της χωρικής ετερογένειας, εξαρτώμενη από τις καλλιεργητικές μεταχειρίσεις και το γενετικό υπόβαθρο των ποικιλιών. Ενδο-ειδική (intra-species) γενετική *ανισότητα* υφίσταται όταν η ποικιλία είναι πολυγενοτυπική, ενώ δεδομένη είναι και η δια-ειδική (inter-species) γενετική *ανισότητα* στα συστήματα συγκαλλιέργειας. Η *ανισότητα* συνδέεται με 'άνισο' μοίρασμα των περιορισμένων ανά φυτό πόρων, με συνέπεια αν αποτελεσματική αξιοποίηση των εισροών σε επίπεδο καλλιέργειας και επιπτώσεις στην παραγωγικότητα. Το μέγεθος της *ανισότητας* και των επιπτώσεών της εντείνονται στις μεγάλες πυκνότητες. Με στόχο τη δυνητική παραγωγικότητα, ορισμένες βασικές καλλιέργειες όπως το καλαμπόκι και το σιτάρι, είναι εξαρτώμενες από μεγάλες πυκνότητες με κύρια αιτία την αναποτελεσματική αξιοποίηση των εισροών σε ατομικό επίπεδο. Ποικιλίες με εξάρτηση από την πυκνότητα εμφανίζουν βέλτιστη πυκνότητα που παραλλάσει ανάλογα με το περιβάλλον, που πλέον διαφοροποιείται έντονα διατοπικά και διαχρονικά. Η αδυναμία επίτευξης της βέλτιστης πυκνότητας συμβάλλει σε απώλειες και διεύρυνση του χάσματος παραγωγικότητας. Συνεπώς από βελτιωτική σκοπιά, ο ιδεατός στόχος είναι ποικιλίες παραγωγικές σε χαμηλές πυκνότητες που διακρίνονται από ομοιόσταση ώστε να μετριάζεται η οποιασδήποτε πηγής *ανισότητα*. Με δεδομένη την αρνητική συσχέτιση μεταξύ ανταγωνιστικής και αποδοτικής ικανότητας των γενοτύπων, η επίτευξη ελάχιστης δυνατής *ανισότητας* (min-inequality) είναι αναγκαία συνθήκη για επιλογή και δημιουργία ποικιλιών κατάλληλων για τις ιδιαίτερες ανάγκες των συστημάτων μονοκαλλιέργειας και συγκαλλιέργειας. Η ελάχιστη ανισότητα εξασφαλίζεται με μεγάλη απόσταση μεταξύ των φυτών που αποκλείει η γενετική ανταγωνιστική ικανότητα κάποιων γενοτύπων να επηρεάσει την ανάπτυξη των γειτονικών τους. Η βελτίωση σε τέτοιες συνθήκες οδηγεί σε ποικιλίες που στερούνται 'λαίμαργων' ατόμων και κατά συνέπεια μετριάζουν την *ανισότητα* μέσα στην καλλιέργεια. Επιπλέον, δίνοντας έμφαση στη συμπεριφορά του ατομικού φυτού, προκύπτουν ποικιλίες ικανές να επιτύχουν το δυνητικό παραγωγικό δυναμικό σε ευρύ -με χαμηλό κατώφλι - φάσμα πυκνοτήτων (density-independent varieties), και μπορούν να καλλιεργηθούν και σε σχετικά χαμηλές πυκνότητες. Εκτενής ανασκόπηση της βιβλιογραφίας πιστοποιεί ότι τέτοιες ποικιλίες προσφέρουν πλαστικότητα και αποτελούν αναγκαία προϋπόθεση για την αποτελεσματική αξιοποίηση εισροών και τη γεφύρωση του χάσματος παραγωγικότητας στο έντονα μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑ

Ηλίας Γ. Ελευθεροχωρινός

Τμήμα Γεωπονίας, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η μεγαλύτερη συμβολή της βελτίωσης των φυτών στη ζιζανιολογίασυνδέεται κυρίως με τη δημιουργία ποικιλιών-ανθεκτικών σε ζιζανιοκτόνα και ποικιλιών ηλιάνθου με αντοχή στην οροβάγχη. Εξίσου όμως σημαντική είναι και η ανάπτυξη μοριακών τεχνικών για διερεύνηση του τρόπου δράσης και της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων, των μηχανισμών ανθεκτικότητας των ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα, της ταυτοποίησης ειδών ζιζανίων και του υβριδισμού μεταξύ ανθεκτικών καλλιεργειών σε ζιζανιοκτόνα και συγγενών ειδών ζιζανίων. Επίσης, χρήζουν ιδιαίτερης μνείας οιμοριακοί δείκτες επιλογής για δημιουργία ανθεκτικών φυτών, αλλά και η χρήσηRNA παρεμβολής για αντιμετώπιση ανθεκτικών ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα. Η δημιουργία ποικιλιών με ανταγωνιστική ή αλληλοπαθητική ικανότητα έναντι των ζιζανίων, η ανάπτυξη βιολογικών μέσων (εντόμων, μυκήτων) με βελτιωμένη ικανότητα προσβολής των ζιζανίων, η παροχή νέας γνώσης σχετικώς με τους μηχανισμούς επιβίωσης των ζιζανίων, αλλά και η δημιουργία νέων ποικιλιών με πολλαπλή ανθεκτικότητα σε λιγότερο επικίνδυνα ζιζανιοκτόνα μπορούννα συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των ζιζανίων και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Λέξεις κλειδιά: αντοχή, ανθεκτικότητα, ζιζανιοκτόνα, μοριακές τεχνικές

Εισαγωγή

Οι σπουδαιότερες ανεπιθύμητες επιδράσεις που προκαλούν τα ζιζάνια στις καλλιέργειες είναι ο ανταγωνισμός για θρεπτικά στοιχεία, νερό και φως, η αλληλοπάθεια και ο παρασιτισμός. Αποτέλεσμα αυτών των επιδράσεων είναι η μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών κατά 10-70% και η υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Βέβαια, οι ζημιές αυτές μπορούν να μειωθούν ή και να αποφευχθούν με τη λήψη κατάλληλων καλλιεργητικών μέτρων και με τη χρήση μεθόδων που συμβάλλουν στη μείωση της εμφάνισης και της ανταγωνιστικής ικανότητας των ζιζανίων έναντι των καλλιεργειών ή και στην άμεση αντιμετώπισή τους. Βέβαια, οι παραγωγοί, εκτός από την εφαρμογή ορισμένων καλλιεργητικών μέτρων (αμειψισπορά, ρύθμιση εποχής σποράς) και τη χρήση μηχανικών μέσων (κατεργασία εδάφους, κοπή ζιζανίων), βασίζουν τη διαχείριση των ζιζανίων κυρίως στη χρήση ζιζανιοκτόνων με διαφορετικό χρόνοεφαρμογής (προσπαρτικά, προφυτρωτικά, μεταφυτρωτικά) και διαφορετικό τρόπο δράσης, διότι είναι αποτελεσματικότερα εναντίον των ζιζανίων σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους, εκλεκτικά στην καλλιέργεια, εύχρηστα, ταχείας δράσης και χαμηλότερου κόστους (Harker και O'Donovan, 2013).

Η αδιαμφισβήτητη αναγκαιότητατης χρήσης των ζιζανιοκτόνων και γενικότερα των γεωργικών φαρμάκων στη φυτοπροστασία των καλλιεργειών επιβεβαιώνεται από τα δεδομένα του Oerke (2006), τα οποία δείχνουν ότι η απόδοση παγκοσμίως σε σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτο, πατάτα, σόγια και βαμβάκι, χωρίς τη χρήση γεωργικών φαρμάκων, περιορίζεται στο 31%, ενώ,με τη χρήση γεωργικών φαρμάκων, αυξάνεται κατά 38%. Αυτό όμως που χρήζει

ιδιαίτερης μνείας είναι ότι ηχρήση ζιζανιοκτόνων αυξάνει τηναπόδοση των έξι προαναφερθεισών καλλιεργειών κατά 25%, ενώ η αντίστοιχη αύξηση από τη χρήση εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων είναι 6 και 7%. Όλα αυτάδείχνουνότι η μη χρήση ζιζανιοκτόνων στη διαχείριση των ζιζανίων αυτών των καλλιεργειών θα μείωνε κατά 25% την παραγωγή προϊόντωνπου είναι απαραίτητα για την κάλυψη των αναγκών επιβίωσης της ανθρωπότητας.

Η συνεχής και μη ορθολογική χρήση ορισμένων ζιζανιοκτόνων είχε ως συνέπεια τημειωμένη δράση εναντίον των ζιζανίων, την πρόκληση φυτοτοξικότητας στην καλλιέργεια όπου χρησιμοποιούνται, την πρόκληση φυτοτοξικότηταςστην επόμενη καλλιέργειααπό υπολείμματα ζιζανιοκτόνων εδάφους προηγούμενης καλλιέργειας, την εμφάνιση ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίωνσε ζιζανιοκτόνα εξαιτίας της συνεχούς χρήσης τους, τη ρύπανση υπόγειων και επιφανειακών υδάτων λόγω έκπλυσης, επιφανειακής απορροής και μεταφοράς ψεκαστικού νέφους, καθώς και τις αρνητικές επιδράσεις σε οργανισμούς μη στόχους. Οι διαπιστώσεις αυτές, σε συνδυασμό και με τη μη ανάπτυξη ζιζανιοκτόνων με νέους τρόπους δράσης από το 1984, οδήγησαν τις εταιρείες στη δημιουργία ποικιλιών φυτών με ανθεκτικότητα σε ευρέος φάσματος και λιγότερο επικίνδυνα εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα που αναφέρονται εκτενώς παρακάτω.

Ποικιλίες κλασικής βελτίωσης με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα

Η πρώτη ανθεκτική ποικιλία σε ζιζανιοκτόνα έγινε στον Καναδά το 1982. Αυτή ήταν ποικιλία ελαιοκράμβης με ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο atrazine και δημιουργήθηκε μέσω της μεταφοράς ενός φυσικώς **μεταλλαγμένου** χλωροπλαστικού **γονιδίου *psbA*** από φυτά ανθεκτικού στο atrazine πληθυσμού του αυτοφυούς είδους *Brassica rapa* (συνώνυμο *Brassica campestris*). Η ανθεκτικότητα αυτής της ποικιλίας οφειλόταν σε σημειακή μετάλλαξη του γονιδίου *psbA* (κωδικοποιεί τροποποιημένη **πρωτεΐνη D1** του φωτοσυστήματος ΙΙ-στόχος δράσης του atrazine) που οδήγησε στην αντικατάσταση του αμινοξέος σερίνη (Ser) από γλυκίνη (Gly) στη θέση 264 (**Ser264**-Gly) (Hall κ.ά., 1996). Η αντικατάσταση αυτή είχε ως συνέπεια την αδυναμία πρόσδεσης του ζιζανιοκτόνου atrazine στην τροποποιημένη πρωτεΐνη D1,με αποτέλεσμα τη μη αναστολή της ροής των ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα ΙΙ και την ως εκ τούτου μη εκδήλωση τοξικότητας στην ελαιοκράμβη. Η ποικιλία αυτή δεν καλλιεργήθηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα επειδή είχε μειωμένη απόδοση σε σπόρο και λάδι κατά 20-30% εξαιτίας του μειωμένου ρυθμού ροής ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα ΙΙ.

Οι πρώτες ποικιλίεςκλασικής βελτίωσης με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα, γνωστές και ως ποικιλίες τύπου '**Clearfield**'ή '**Clearfield Plus**',ήταν ποικιλίες με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα της οικογένειας των ιμιδαζολινονών (π.χ. imazamox) (Tan κ.ά., 2006). Η ανθεκτικότητα αυτών των ποικιλιών οφείλεταιστη μεταφορά ενός τεχνικώς **μεταλλαγμένου *als* ή *ahas* γονιδίου**του πυρήνα από μεταλλαγμένα φυτά, το οποίο κωδικοποιεί ανθεκτικό ένζυμο οξικογαλακτική συνθάση (ALS ή AHAS) που καταλύει αντίδραση παραγωγής πρόδρομων ουσιών για τη βιοσύνθεση των αμινοξέων βαλίνη, λευκίνη και ισολευκίνη (Kadaru κ.ά., 2008). Ειδικότερα, η ανθεκτικότητα των ποικιλιών αραβοσίτου, ελαιοκράμβης, σιταριού και ρυζιού σε ιμιδαζολινόνες οφείλεται σε σημειακή μετάλλαξη του γονιδίου *als* ή *ahas* που έχει ως συνέπεια την αντικατάσταση του αμινοξέοςσερίνη (Ser) από ασπαραγίνη (Asn) στη θέση 653 (**Ser653**-Asn) του ενζύμου ALS. Οι ανθεκτικές ποικιλίες αραβοσίτου και ελαιοκράμβης έχουν και δεύτερη μετάλλαξη στο ίδιο γονίδιο, η οποία είναι υπεύθυνη για την

αντικατάσταση του αμινοξέος τρυπτοφάνη (Trp) από λευκίνη (Leu) στη θέση 574 (**Trp574-**Leu). Τέλος, οι ποικιλίες ηλιάνθου με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα των ιμιδαζολινονών, έχουν τη σημειακή μετάλλαξη στο γονίδιο *als* ή *ahas* που οδήγησε στην αντικατάσταση του αμινοξέοςαλανίνη (Ala) από βαλίνη **(Ala205-Val)** στη θέση 205 ή αλανίνης από θρεονίνη (Thr) στη θέση 122 (**Ala122-**Thr) του ενζύμου ALS.

Η μεταφορά ενός τεχνικώς μεταλλαγμένου γονιδίου χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών ηλιάνθου και σόγιας στα ζιζανιοκτόνα tribenuron και chlorimuron (σουλφονυλουρίες), οι οποίες είναι γνωστές και ως ποικιλίες τύπου '**Express Sun**' και '**Sulfonylurea Tolerant Soybean**', αντιστοίχως. Η ανθεκτικότητα αυτών των ποικιλιών διαφέρει από τις ποικιλίες τύπου 'Clearfield' ή 'Clearfield Plus', αφού η τροποποίηση του ανθεκτικού ενζύμου ALS (το οποίο κωδικοποιείται από το τεχνικώς μεταλλαγμένο γονίδιο *als1*) οφείλεται σε αντικατάσταση του αμινοξέος προλίνη (Pro) από λευκίνη (Leu) στη θέση 197 (**Pro197-**Leu)-ηλίανθος ή από σερίνη (Ser) (**Pro197-Ser**)-σόγια (Green και Owen, 2011; Ghio κ.ά., 2013).

Ποικιλίες γενετικής μηχανικής με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα

Οι ποικιλίες της **γενετικής μηχανικής**, γνωστές και ως γενετικώς τροποποιημένες (**ΓΤ**) ποικιλίες, δημιουργήθηκαν μέσω της μεταφοράς γονιδίου που κωδικοποιεί τροποποιημένο ένζυμο-στόχο δράσης ή ένζυμο μεταβολισμού ενός ζιζανιοκτόνου. Ειδικότερα, οι ΓΤ ποικιλίες σόγιας, βαμβακιού, αραβοσίτου, και ελαιοκράμβης, οι οποίες καλλιεργούνται ευρέως διεθνώς, είναι ανθεκτικές στο glyphosate λόγω μεταφοράς του μεταλλαγμένου γονιδίου ***cp4 epsps*** από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* strain CP4 (Green και Owen, 2011; Ghio κ.ά., 2013). Το γονίδιο *cp4 epsps* κωδικοποιεί **τροποποιημένο-ανθεκτικό**ένζυμο **EPSPS** (συνθάση του ενολοπυροσταφυλο-φωσφο-σικιμικού οξέος)-στόχο δράσης του glyphosate. Το ένζυμο EPSPS, αν και κωδικοποιείται από DNAτου πυρήνα, μεταφέρεται στους χλωροπλάστες όπου καταλύει αντίδραση παραγωγής πρόδρομων ουσιών για τη βιοσύνθεση των τριών αρωματικών αμινοξέων τυροσίνης (Tyr), τρυπτοφάνης (Trp) και φαινυλαλανίνης (Phe).

Η δημιουργία ΓΤ ποικιλιών ελαιοκράμβης με ανθεκτικότητα στο **glyphosate** λόγω **μεταβολισμού** κατέστη δυνατή μέσω της μεταφοράς του **γονιδίου *gox*** (DNA πυρήνα) από το βακτήριο *Ochrobactrum anthropi* strain LBAA. Το γονίδιο *gox* κωδικοποιεί το ένζυμο **οξειδοαναγωγάση** (GOX, **g**lyphosate **ox**idoreductase) που μεταβολίζει το glyphosate σε γλυοξυλικό και αμινομεθυλοφωσφονικό οξύ (AMPA) (Green, 2009). Ποικιλίες με ανθεκτικότητα στο glyphosate δημιουργήθηκαν και μέσω της μεταφοράς του **γονιδίου *gat*** από το σαπροφυτικό βακτήριο *Bacillus licheniformis*. Το γονίδιο *gat* κωδικοποιεί το ένζυμο **ακετυλοτρανσφεράση** (GAT, **g**lyphosate**a**cetyl-**t**ransferase) που καταλύει τηνπροσθήκη μιας ακετυλομάδας ($O=C-CH_3$) στο glyphosate και το μεταβολίζει σε μη τοξικό N-ακετυλοglyphosate (Castle κ.ά., 2004).

Ορισμένες ΓΤ ποικιλίες αραβοσίτου και σόγιας, εκτός από την ανθεκτικότητα στο **glyphosate** λόγω **μεταβολισμού** που καταλύεται από το ένζυμο GAT, έχουν και ταυτόχρονη υψηλή ανθεκτικότητα σε **ζιζανιοκτόνα**-αναστολείς της δράσης του ενζύμου ALS [σουλφονυλουρίες (π.χ. tribenuron) καιιμιδαζολινόνες (π.χ. imazamox)] λόγω **τροποποίησης** του **ενζύμου ALS** (Green, 2009). Ειδικότερα, η ανθεκτικότητα των ΓΤ ποικιλιών αραβοσίτου και σόγιας οφείλεται στη μεταφορά του μεταλλαγμένου **γονιδίου *zm-hra*** (*Zea mays*-highly resistant ALS) και ***gm-hra*** (*Glycine max*-highly resistant ALS), αντιστοίχως, το οποίο

κωδικοποιεί εντός των ΓΤ φυτών τροποποιημένο-ανθεκτικό ένζυμο ALS που φέρει αλανίνη (Ala) στη θέση της προλίνης (Pro) 197 (Pro197-Ala) και λευκίνη (Leu) στη θέση της τρυπτοφάνης (Trp) 574 (Trp574-Leu). Οι ΓΤ ποικιλίες αραβοσίτου και σόγιας με Trp574-Leu είναι διεθνώς γνωστές ως **GAT/HRA** (**G**lyphosate **A**cetyl **T**ransferase και **H**ighly **R**esistant **A**LS) ποικιλίες.

Γενετικώς τροποποιημένες ποικιλίες σόγιας, ρυζιού, αραβόσιτου, ελαιοκράμβης και άλλων φυτών με ανθεκτικότητα στο **glufosinate** λόγω **μεταβολισμού** δημιουργήθηκαν μέσω της μεταφοράς του **γονιδίου *bar*** από το βακτήριο *Streptomyces hygroscopicus*ή του γονιδίου ***pat*** από το βακτήριο *Streptomyces viridochromogenes.* Το γονίδιο *bar* ή *pat* κωδικοποιεί το ένζυμο **ακετυλοτρανσφεράση** (PAT, **P**hosphinothrycin**a**cetyl-**t**ransferase), το οποίο καταλύει την προσθήκη μιας ακετυλομάδας ($O=C-CH_3$) στο glufosinate και το μεταβολίζεισε μη τοξικό N-ακετυλoglufosinate (Dekker και Duke, 1995).

Ποικιλίες ΓΤ βαμβακιού, καπνού και ελαιοκράμβης με ανθεκτικότητα στο **bromoxynil** λόγω **μεταβολισμού** έγιναν μέσω της μεταφοράς του **γονιδίου *bxn*** από το βακτήριο *Klebsiella ozaenae*. Το γονίδιο *bxn* κωδικοποιεί το ένζυμο **νιτριλάση** (BXNnitrilase) που μεταβολίζει το bromoxynil σε διβρωμο-υδροξυβενζοϊκό οξύ.

Ποικιλίες ΓΤ βαμβακιού με ανθεκτικότητα στο **2,4-D** λόγω **μεταβολισμού** δημιουργήθηκαν μέσω της μεταφοράς του **γονιδίου *tfdA*** από το βακτήριο *Alcaligenes eutrophous* (Lyon κ.ά., 1993). Το γονίδιο *tfdA* κωδικοποιεί το ένζυμο **διοξυγονάση** (2,4-D/a-ketoglutaratedioxygenase), το οποίο, παρουσία α-κετογλουταρικού, καταλύει τον μεταβολισμό του 2,4-D σε διχλωροφαινόλη και γλυοξυλικό. Τέλος, ΓΤ ποικιλίες αραβοσίτου, καπνού, τομάτας και σόγιας με ανθεκτικότητα στο **dicamba** λόγω **μεταβολισμού** δημιουργήθηκαν μέσω της μεταφοράς του **γονιδίου *dmo*** από το βακτήριο *Pseudomonas maltophilia* (strain DI-6). Το γονίδιο *dmo* κωδικοποιεί το ένζυμο **μονοοξυγονάση** (DMO, **d**icamba **mo**nooxygenase), το οποίο καταλύει εντός των ΓΤ φυτών την Ο-απομεθυλίωση του ζιζανιοκτόνου dicamba και το μεταβολίζει (Cao κ.ά., 2011).

<u>Οφέλη από καλλιέργεια τροποποιημένων φυτών-ανθεκτικών σε ζιζανιοκτόνα</u>

Τα τεχνικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη (πλεονεκτήματα) των φυτών με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα είναι: 1) η αύξηση των επιλογών αντιμετώπισης των ζιζανίων στις ποικιλίες σόγιας, βαμβακιού, αραβόσιτου, ρυζιού, ηλιάνθου, ελαιοκράμβης, μηδικήςκαι ζαχαροτεύτλων, 2) η εκλεκτική μεταφυτρωτική αντιμετώπιση ορισμένων δυσεξόντωτων ζιζανίων στις προαναφερθείσες καλλιέργειες, 3) η αντιμετώπιση ορισμένων ανθεκτικών (σε άλλα ζιζανιοκτόνα) πληθυσμών ζιζανίων, 4) η μείωση της χρήσης ζιζανιοκτόνων με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια και μεγάλη δυνατότητα έκπλυσης, 5) η μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της έκθεσης του ανθρώπου σε πιο επικίνδυνα ζιζανιοκτόνα λόγω του περιορισμού της χρήσης τους, 6) η μείωση της κατεργασίας του εδάφους κατά την προετοιμασία της σπορόκλινης λόγω της δυνατότητας που παρέχουν ορισμένα ζιζανιοκτόνα για αποτελεσματική αντιμετώπιση ευρέος φάσματος φυτρωμένων ζιζανίων πριν τη σπορά της καλλιέργειας, 7) η μείωση της διάβρωσης του εδάφους λόγω της προαναφερθείσας δυνατότητας για καλλιέργεια φυτών με μειωμένη κατεργασία του εδάφους, 8) η εξοικονόμηση ενέργειας (καυσίμων) και η μείωση της εκπομπής-έκλυσης CO_2 ως αποτέλεσμα του μικρότερου αριθμού επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα αλλά και της μειωμένης κατεργασίας του εδάφους, 9) η αύξηση της απόδοσης λόγω αποτελεσματικότερης

αντιμετώπισης των ζιζανίων, 10) η μείωση του κόστους παραγωγής των προϊόντων λόγω της προαναφερθείσας μείωσης της χρήσης εισροών (ζιζανιοκτόνα, ενέργεια-καύσιμα κατά την εφαρμογή, χρόνος ανθρώπινης απασχόλησης), και 11) η αύξηση του γεωργικού εισοδήματος ως συνέπεια των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων (Dill κ.ά., 2008; Duke, 2015; Ελευθεροχωρινός, 2014; Green, 2012; Klümper και Quaim, 2014).

Επιπτώσεις από καλλιέργεια τροποποιημένων φυτών-ανθεκτικών σε ζιζανιοκτόνα

Οι αρνητικές επιπτώσεις από την καλλιέργεια τροποποιημένων φυτών- ανθεκτικών σε ζιζανιοκτόνα είναι κυρίως περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές. Σχετικώς με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αυτές συνδέονται με την δυνατότητα που έχει η καλλιέργεια αυτών των φυτών για: 1) επιλογή, εξέλιξη και επικράτηση ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίωνως συνέπεια της συνεχούς χρήσης των ίδιων ζιζανιοκτόνων(αύξηση της έντασης και διάρκειας της πίεσης επιλογής), 2) αδυναμία αντιμετώπισης των ΓΤ ανθεκτικών φυτών σε περίπτωση που γίνουν ζιζάνια (φυτά εθελοντές), 3) αλλαγή της σπουδαιότητας διαφόρων ειδών ζιζανίωνκαι μείωση της γενετικής τους παραλλακτικότητας (αλλαγή χλωρίδας), 4) αλλαγή της πανίδας και μικροχλωρίδας, 5) μείωση της γενετικής παραλλακτικότητας καλλιεργούμενων ειδών λόγω καλλιέργειας ορισμένων ΓΤ ποικιλιών, 6) ροή γονιδίων ανθεκτικότητας μέσω της γύρης από τροποποιημένα φυτά σε συγγενικά είδη ζιζανίων και επικράτηση ως εκ τούτου ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα, 7) διατάραξη της βιοποικιλότητας των ειδών λόγω ροής γονιδίων ανθεκτικότητας μέσω της γύρης των τροποποιημένων φυτών, 8) αδυναμία συνύπαρξης γειτνιαζουσών καλλιεργειώνΓΤ και συγγενών μη ΓΤ φυτών λόγω πιθανής αναπόφευκτης ροής γονιδίων (μέσω της γύρης) από ΓΤ σε μη ΓΤ φυτά (Ελευθεροχωρινός, 2014).

Οι οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις εστιάζονται 1) στη μείωση της απασχόλησης των γεωπόνων εξαιτίας της χρήσης ορισμένων ζιζανιοκτόνων και σπόρων ποικιλιών, 2) στην πλήρη εξάρτηση των γεωργών από ελάχιστες εταιρείες παραγωγής σπόρων και ζιζανιοκτόνων, 3) στον περιορισμό του δικαιώματος της ελεύθερης επιλογής των γεωργών για παραγωγή προϊόντων από μη ΓΤ ποικιλίες εξαιτίας της προαναφερθείσας τυχαίας ή τεχνικώς αναπόφευκτης ροής γονιδίων (μέσω γύρης) από γειτνιάζουσες καλλιέργειες ΓΤ φυτών, και 4) στην έλλειψη ενδιαφέροντος εκ μέρους των εταιρειών για επενδύσεις σε νέα ζιζανιοκτόνα.

Τα ερευνητικά δεδομένα, σχετικώς με τις πιθανές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία από την κατανάλωση προϊόντων και τροφίμων από ΓΤ φυτά,δείχνουν ότι τέτοιες επιπτώσεις δεν έχουν καταγραφεί ακόμη, αν και πολλοί άνθρωποι κατανάλωσαν συστατικά (σογιέλαιο, λεκιθίνη/γάλα/άλευρο/πρωτεΐνη σόγιας, κραμβέλαιο, αραβοσιτέλαιο, βαμβακέλαιο κ.ά.) ή άλλα προϊόντα από ΓΤ σόγια, αραβόσιτο, ελαιοκράμβη και βαμβάκι για είκοσι περίπου έτη (1996-2015) (Duke, 2015). Αντίθετα, 3από 23 ερευνητικές εργασίες της εμπεριστατωμένης ανασκόπησης βιβλιογραφίας των Domingo και Bordonaba (2011), δείχνουν ότι ορισμένα προϊόντα από ΓΤ φυτά προκαλούν κάποιες αρνητικές επιδράσεις σε πειραματόζωα, οι οποίες χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης και, ως εκ τούτου, **δεν επιτρέπουν εφησυχασμό**.

Δημιουργία ποικιλιών ηλιάνθου με αντοχή στην οροβάγχη

Η οροβάγχη (*Orobanche cumana*) είναι ολοπαράσιτο ζιζάνιο στις ρίζες του ηλιάνθου, το οποίο προκαλεί σημαντική μείωση της απόδοσης και υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων (Alcantara κ.ά., 2006). Η αδυναμία αποτελεσματικής αντιμετώπισης

της οροβάγχης στον ηλίανθο,πριν από την ανάπτυξη αποτελεσματικών ζιζανιοκτόνων, οδήγησε τους βελτιωτές στη δημιουργία ποικιλιών ηλιάνθου με αντοχή στο ζιζάνιο αυτό. Η δυνατότητα όμως της οροβάγχησνα αναπτύσσει νέες ανθεκτικές φυλές στις ανθεκτικές ποικιλίες του ηλιάνθουέχει ως συνέπεια την συνεχήπροσπάθεια των βελτιωτών για δημιουργία νέων ποικιλιών με αντοχή στις εμφανιζόμενες νέες ανθεκτικές φυλές του ζιζανίου. Το αποτέλεσμα αυτής της δυνατότητας είναι η ύπαρξη οκτώ φυλών (A, B, C, D, E, F, G, H) οροβάγχης, ενώ μόνο επτά γονίδια (*Or1, Or2, Or3, Or4, Or5, Or6, or6/or6*) κωδικοποίησης της αντοχής των ποικιλιών του ηλιάνθου στις αντίστοιχες φυλές A, B, C, D, E, F της οροβάγχης, έχουν μελετηθεί ως προς τη δράση και την κληρονόμησή τους.

Η αντοχή του ηλιάνθου σε κάθε φυλή οροβάγχης, αν και δεν έχει μελετηθεί σε μοριακό επίπεδο (τα αντίστοιχα γονίδια της αντοχής δεν έχουν αλληλουχηθεί αλλά και η *invitro* δράση των αντίστοιχων κωδικοποιούμενων ενζύμων δεν έχει μελετηθεί), εικάζεται ότι ελέγχεται από ένα κυρίαρχο γονίδιο (κάθετη ανθεκτικότητα) ή από δύο υποτελή γονίδια (*or6/or6,* ανθεκτικότητα ηλιάνθου στη φυλή F) ή από πολλά γονίδια (Perez-Vich κ.ά., 2004). Η συνέπεια της μη επαρκούς διερεύνησηςαυτού του θέματος είναι η ύπαρξη ποικίλων ερμηνειών σχετικώς με τους μηχανισμούς αντοχής του ηλιάνθου στην οροβάγχη. Ειδικότερα, η αντοχή αποδίδεται σε 1) μειωμένη απελευθέρωση διεγερτικών ουσιών από τα φυτά του ηλιάνθου που επάγουν το φύτρωμα των σπόρων της οροβάγχης, 2) επαγωγή έκφρασης γονιδίων που κωδικοποιούν ένζυμα, τα οποία καταλύουν εντός των φυτών του ηλίανθου αντιδράσεις βιοσύνθεσης φυτοαλεξινών (τοξικών ουσιών που αποδιοργανώνουν τα κύτταρα της οροβάγχης), 3) επαγωγή έκφρασης του γονιδίου κωδικοποίησης του ενζύμου συνθάση της καλλόζης, το οποίο καταλύει την αντίδραση βιοσύνθεσηςτης καλλόζης-απαραίτητης για τον σχηματισμό φυσικού εμποδίου που αποτρέπει την είσοδο-πρόσδεση της οροβάγχης στις ρίζες του ηλιάνθου (Letousey κ.ά., 2007), 4) επαγωγή έκφρασης γονιδίων που κωδικοποιούν ένζυμα (οξειδοαναγωγάση κινονών, συνθάση μεθειονίνης, γλουταθειόνη-S-τρανσφεράση) που καταλύουν αντιδράσεις αποδιέγερσης ενεργών μορφών οξυγόνου που παράγονται κατά την προσβολή των φυτών του ηλιάνθου από οροβάγχη, και 5) επαγωγή έκφρασης γονιδίων κωδικοποίησης ενζύμων βιοσύνθεσης σαλυκιλικού οξέος (SA) και γιασμονικού οξέος (JA), τα οποία επάγουν την εγκατάσταση εντός των φυτών του ηλιάνθου διασυστημικής άμυνας [systemic acquired resistance (SAR)] εναντίον της οροβάγχης. Η αδυναμία αντιμετώπισης όλων των φυλών της οροβάγχης με ανθεκτικές ποικιλίες ηλιάνθου είχε ως συνέπεια τη δημιουργία ποικιλιών ηλιάνθου τύπου 'Clearfield' ή 'Clearfield Plus', οι οποίες έχουν γονίδιο που κωδικοποιεί ανθεκτικό ένζυμο AHAS/ALS-στόχο δράσης του ζιζανιοκτόνου imazamox (αποτελεσματικό εναντίον της οροβάγχης) και ταυτοχρόνως γενετική αντοχή σε ορισμένες φυλές της οροβάγχης (Eizenberg κ.ά., 2009).

Μοριακές τεχνικές για μελέτη προβλημάτων ζιζανιολογίας

Η συμβολή της μοριακής γενετικής στη ζιζανιολογία είναι εξίσου σημαντική μέσω της ανάπτυξης μοριακών τεχνικών για διερεύνηση του τρόπου δράσης και της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων, των μηχανισμών ανθεκτικότητας των ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα, της ταυτοποίησης ειδών ζιζανίων,του υβριδισμού μεταξύ συγγενών ειδών ζιζανίωνή του υβριδισμού μεταξύ ανθεκτικών καλλιεργειών σε ζιζανιοκτόνα και συγγενών ειδών ζιζανίων. Σχετικώς με την συμβολή της μοριακής γενετικής στη μελέτη της ανθεκτικότητας των ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα, οι έρευνες έδειξαν ότι η ανθεκτικότητα μπορεί να οφείλεται σε γονίδια που

κωδικοποιούν 1) τροποποιημένο στόχο δράσης (ένζυμο ή πρωτεΐνη) του ζιζανιοκτόνου, 2) ένζυμα που καταλύουν αντιδράσεις μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου από τα ανθεκτικά φυτά, 3) υπερπαραγωγή του ενζύμου-στόχου δράσης ή του ενζύμου μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου, και 4) πρωτεϊνικούς μεταφορείς με μειωμένη ικανότητα μεταφοράς του ζιζανιοκτόνου στον χώρο δράσης.Επίσης, χρήζουν ιδιαίτερης μνείας οι μοριακοί δείκτες επιλογής για δημιουργία ανθεκτικών φυτών σε ζιζανιοκτόνα, αλλά και η χρήση RNA παρεμβολής για σίγηση-αποσιώπηση γονιδίων κωδικοποίησης ενζύμων-στόχων δράσης των ζιζανιοκτόνων (αντιμετώπιση ανθεκτικών ζιζανίων με τροποποιημένο ένζυμο-στόχο δράσης σε ζιζανιοκτόνα).

Μελλοντικοί στόχοι

Η παράταση διάρκειας χρήσης των ποικιλιών με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα αλλά κυρίως των ζιζανιοκτόνων καθιστά αναγκαία την εφαρμογή προγραμμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων (συνδυασμένη εφαρμογή μεθόδων), όπου η εναλλαγή των ζιζανιοκτόνων θα περιορίζεται στο απολύτως απαραίτητο. Επιπροσθέτως, η απόκτηση νέας γνώσης σχετικώς με τους μηχανισμούς επιβίωσης (αναπαραγωγή, μακροβιότητα σπόρων, λήθαργος, φύτρωμα σπόρων, διασπορά) των ζιζανίων, η δημιουργία ποικιλιών με μεγάλη ανταγωνιστική ή αλληλοπαθητική ικανότητα έναντι των ζιζανίων, αλλά και η δημιουργία ποικιλιών με πολλαπλή ανθεκτικότητα σε λιγότερο επικίνδυνα ζιζανιοκτόνα μπορεί να συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των ζιζανίων. Επίσης, η βελτίωση του εξοπλισμού εντοπισμού, αναγνώρισης και εκτίμησης της πυκνότητας των διαφόρων ειδών ζιζανίων, αλλά και του εξοπλισμού εφαρμογής μεταβλητής δόσης διαφορετικών ζιζανιοκτόνων ανάλογα με το είδος των ζιζανίων, μπορεί να μειώσει τη χρησιμοποιούμενη ποσότητα των ζιζανιοκτόνων, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το κόστος παραγωγής. Τέλος, η ανάπτυξη εύχρηστων και χαμηλού κόστους μοριακών τεχνικών διάγνωσης ανθεκτικών ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα θα περιορίσει σημαντικά το πρόβλημα της ανθεκτικότητας.

Συμπεράσματα

Τα όσα προαναφέρθηκαν παρέχουν τη δυνατότητα εξαγωγής των παρακάτω συμπερασμάτων.

1) Η βελτίωση των φυτών συνέβαλε στην ανάπτυξη ΓΤ και μη ΓΤ ποικιλιώνμε πολύ καλά αγροκομικά χαρακτηριστικά και ταυτοχρόνως με ανθεκτικότητασε ζιζανιοκτόνα ή και με αντοχή στην οροβάγχη (ηλίανθος).

2) Η αναγκαιότητα της χρήσης των ζιζανιοκτόνων τεκμαίρεται από τη συμβολή τους στην αύξηση της απόδοσης των σημαντικότερων καλλιεργειών κατά 25%.

3) Η μη ορθολογική χρήση ζιζανιοκτόνων και ανθεκτικών ποικιλιών προκαλεί περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα.

4) Η καλλιέργεια ποικιλιών με πολλαπλή ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα και η εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων στη διαχείριση των ζιζανίων αποτελούν αναγκαία προϋπόθεση για παράταση της διάρκειας χρήσης ζιζανιοκτόνων.

5) Η δημιουργία ανταγωνιστικών/αλληλοπαθητικών ποικιλιών και η απόκτηση νέας γνώσης σχετικώς με τους μηχανισμούς επιβίωσης των ζιζανίων είναι αναγκαία για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των ζιζανίων.

Βιβλιογραφία

Alcantara, E., M. Morales-Garcıa, and J. Dıaz-Sanchez. 2006.Effects of Broomrape Parasitism on Sunflower Plants: Growth, Development, and Mineral Nutrition. Journal of Plant Nutrition 29: 1199-1206.

Cao, M., S.J. Sato, M. Behrens, W.Z. Jiang, T.E. Clemente, and D.P. Weeks. 2011. Genetic engineering of maize (*Zea mays*) for high-level tolerance to treatment with the herbicide dicamba. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59: 5830-5834.

Castle, L.A., D.L. Siehl, R. Gorton, P.A. Pattern, Y.H. Chen, S. Bertain, H.J. Cho, N. Duck, J. Wong, D. Liu, and M.W. Lassner. 2004. Discovery and directed evolution of a glyphosate tolerance gene. Science 304:1151-1154.

Dekker, J. and S.O. Duke. 1995. Herbicide-resistant field crops. Pages 69-116 *in* Advances in Agronomy, D.L. Sparks, ed. Academic Press.

Dıaz-Sanchez, J., N. Lopez-Martınez, F. Lopez-Granados, R. De Prado, and L. Garcıa-Torres. 2002. Absorption, translocation, and fate of herbicides in *Orobanche cumana*-sunflower system. Pesticide Biochemistry and Physiology 74:9-15.

Dill, G.M. 2005. Glyphosate-resistant crops: history, status and future. Pest Management Science 61:219-224.

Domingo, J.L. and J.G. Bordonaba. 2011. A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. Environment International 37: 734–742.

Duke, S.O. 2015. Perspectives on transgenic, herbicide-resistant crops in the United States almost 20 years after introduction. Pest Management Science 71:652-657.

Eizenberg H, J. Hershenhorn, and J.E. Ephrath. 2009. Factors affecting the efficacy of *Orobanche cumana* chemical control in sunflower. WeedResearch 49:308-315.

Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, ζιζανιοκτόνα και περιβάλλον. Εκδόσεις Αγροτύπος ΑΕ, Αθήνα. 432 σελ.

Ghio, C., M. L. Ramos, E. Altieri, M. Bulos, andC.A. Sala. 2013. Molecular characterization of *Als1*, an acetohydroxyacid synthase mutation conferring resistance to sulfonylurea herbicides in soybean. Theoretical and Applied Genetics 126: 2957-2968.

Green, J.M. 2009. Evolution of glyphosate-resistant crop technology. Weed Science 57: 108-117.

Green, J.M. 2012. The benefits of herbicide-resistant crops. Pest Management Science 68: 1323-1331.

Hall, J.C., M.J Donnelly-Vanderloo, and D.J. Hume. 1996. Triazine-resistant crops: The agronomic impact and physiological consequences of chloroplast mutation. Pages 107-126 *in* Herbicide Resistant Crops, S.O. Duke, ed. CRC Lewis Publishers.

Harker, K. Nand J.T. O'Donovan. 2013. Recent weed control, weed management, and integrated weed management. Weed Technology 27:1-11.

Klümper, W. and M.A. Qaim. 2014. Meta-Analysis of the impacts of genetically modified crops. PLoS ONE, 9, e111629.

Letousey, P., A. de Zélicourt, C. Vieira Dos Santos, S. Thoiron, F. Monteau, P. Simier, P. Thalouarn, and P. Delavault. 2007. Molecular analysis of resistance mechanisms to *Orobanche cumana* in sunflower. Plant Pathology 56: 536–546.

Oerke, E.C. 2006. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science 144: 31-43.

Perez-Vich, B., B. Akhtouch, S.J. Knapp, A.J. Leon. L. Velasco, J.M. Fernandez-Martinez, and S.T. Berry. 2004. Quantitative trait loci for broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) resistance in sunflower. Theoretical and Applied Genetics 109:92-102.

Tan, S., R. Evans, and B. Singh. 2006. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. Amino Acids 30:195-204.

CONTRIBUTION OF PLANT BREEDING ON WEED SCIENCE

I.G. Eleftherohorinos

School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

The greatest contribution of plant breeding in weed science is mainly associated with the development of new varieties with resistance to herbicides and sunflower varieties with tolerance to broomrape. However, equally important is the contribution of molecular techniques to investigate the mode of action and selectivity of herbicides, the weed resistance mechanismsto herbicides, the identification of weed species, and the hybridization between crops with resistance to herbicides and relative weed species. Also, special mention deserves the molecular selection markers used for the selection of the genetically modified resistant cell-tissue-plants and the use of RNA interference to control resistant weeds to herbicides. The possible development of varieties with competitive or allelopathic ability against weeds, the development of biological agents (insects, fungi) with improved attack capability of weeds, the contribution of new knowledge on the weed survival mechanisms, the development of new varieties with multiple resistance in less dangerous herbicides, may also contribute to more effective weed management and environmental protection.

1Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΛΑΣΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ - ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΓΧΩΡΙΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΡΙΚΩΣ ΔΙΕΙΔΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ, ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΙΝΑΣ

Α. Φυντανής[1], Ε. Κουβάτας[1], Α. Μαυρομάτης[1], Χ. Πάνκου[1], Δ. Ρουπακιάς[1]

[1]Εργ. Γενετικής & Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ.

Στόχος των βελτιωτών βαμβακιού είναι η παραγωγή ποικιλιών με υψηλή απόδοση σε συνδυασμό με την εξαιρετική ποιότητα της ίνας. Τα δύο κυριότερα καλλιεργούμενα είδη βαμβακιού είναι το *Gossypium hirsutum* που διακρίνεται για την υψηλή απόδοση και το *Gossypium barbadense* που παρουσιάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την ολοκλήρωση της τρίτης φάσης μιας μακροχρόνιας προσπάθειας που διεξάγεται στο εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης φυτών του ΑΠΘ, για την ανάπτυξη ενός συστήματος παραγωγής Μερικώς Διειδικών σειρών (ΜΔΥ) βαμβακιού, που θα είναι εφάμιλλες ή και καλύτερες σε επίπεδα απόδοσης και ποιότητας, συγκρινόμενες με τις καλύτερες εμπορικές ποικιλίες βαμβακιού που καλλιεργούνται στην ελληνική αγορά. Η συγκεκριμένη μελέτη έγινε σε δύο καλλιεργητικές περιόδους (2014 και 2015). Ως αρχικό φυτικό γενετικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν 12 ΜΔΣ βαμβακιού που επιλέχθηκαν από προηγούμενα πειράματα αξιολόγησης. Την πρώτη καλλιεργητική περίοδο (2014) εγκαταστάθηκαν 4 πειραματικά σχέδια κυψελωτής (απουσία ανταγωνισμού) διάταξης R7, όπου για το κάθε ένα από αυτά επιλέχθηκαν γενότυποι που παρουσίαζαν μεγαλύτερη συγγένεια μεταξύ τους. Μάλιστα δίπλα σε κάθε κυψελωτό, εγκαταστάθηκαν σε πυκνή σπορά, ή αλλιώς γραμμές ομοιογένειας, οι αντίστοιχοι γενότυποι, για να παρατηρηθεί η συμπεριφορά τους σε συνθήκες γεωργού καθώς και η σταθερότητα συμπεριφοράς. Ακόμη την ίδια χρονιά εγκαταστάθηκε σε απομακρυσμένο αγρό, ένα τυχαιοποιημένο σχέδιο πλήρων ομάδων (RCBD), που περιελάμβανε 16 εμπορικές ποικιλίες και τις 4 καλύτερες σειρές από τις 12 ΜΔΣ βαμβακιού, που χρησιμοποιήθηκαν ως αρχικό γενετικό υλικό για την παρούσα εργασία. Την δεύτερη χρονιά (2015) εγκαταστάθηκε ένα τυχαιοποιημένο σχέδιο πλήρων ομάδων, που περιελάμβανε τις καλύτερες επιλογές της προηγούμενης χρονιάς και δύο καλές εμπορικές ποικιλίες που είχαν χρησιμοποιηθεί και ως γονείς για τις συγκεκριμένες επιλογές. Μάλιστα την δεύτερη χρονιά αυτογονιμοποιήθηκε μεγάλος αριθμός ανθέων από κάθε γενότυπο. Τα δεδομένα, που προέκυψαν προέρχονται από: α) παρατήρηση της φαινοτυπικής έκφρασης (μορφολογία φύλλων και ανθέων) του κάθε γενοτύπου για την αξιολόγηση ως προς την ομοιομορφία και την σταθερότητα, β) από μέτρηση της απόδοσης σε βάρος σύσπορου βαμβακιού και γ) από τον έλεγχο της ποιότητας της ίνας από εξειδικευμένο και εγκεκριμένο εργαστήριο. Τα δεδομένα που προέκυψαν από την κυψελωτή μεθοδολογία αναλύθηκαν με ειδικό στατιστικό πρόγραμμα JMP9, ενώ αυτά που προέκυψαν από το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο, αναλύθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS. Αποτέλεσμα αυτής της έρευνας, ήταν ο εντοπισμός αξιόλογης γενετικής παραλλακτικότητας η οποία μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας ποικιλίας με υψηλό παραγωγικό δυναμικό και εξαιρετική ποιότητα της ίνας, μιας και ένας γενότυπος παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση, η οποία διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τους περισσότερους και επιπλέον παρουσίαζε εξαιρετική ποιότητα και σταθερότητα συμπεριφοράς. Μάλιστα οι περισσότερες ΜΔΣ βαμβακιού που αξιολογήθηκαν τη δεύτερη χρονιά παρουσίαζαν ομοιομορφία, ενώ οι υπόλοιπες όχι. Τέλος από αυτή τη μελέτη μπορούν

να προκύψουν και αξιόλογα συμπεράσματα σχετικά με την αξιοπιστία και τη λειτουργικότητα της κυψελωτής μεθοδολογίας.

ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΠΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

Δ. Μπαξεβάνος[1], Ι.Θ. Τσιάλτας[2], Δ. Βλαχοστέργιος[1]

[1]ΕΛΓΟ-«ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών και Βιομηχανικών Φυτών. 413 35 Λάρισα
[2]ΑΠΘ, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, 541 24 Θεσσαλονίκη

Η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος αξιολόγησης ποικιλιών βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.), μπορεί να εκτιμηθεί με τον δείκτη κληρονομικότητας (ΔΚ). Ο ΔΚ για ένα οποιαδήποτε χαρακτηριστικό (π.χ. απόδοση) ορίζεται ως το ποσοστό της γενοτυπικής παραλλακτικότητας προς τη φαινοτυπική σε ένα πείραμα ή σε διατοπικά πειράματα. Όταν ο ΔΚ= 1 οι διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες είναι γενοτυπικές, όταν ΔΚ= 0, οι διαφορές οφείλονται εξ ολοκλήρου στο περιβάλλον ενώ όταν ο ΔΚ≥ 0,75, η κληρονομικότητα είναι άριστη. Εκτός από ένα χρήσιμο εργαλείο εκτίμησης της αποτελεσματικότητας του πειραματισμού, ο ΔΚ μπορεί να αξιοποιηθεί προκειμένου να υπολογιστούν πόσες επαναλήψεις ή και τοποθεσίες (Τ) χρειάζονται σε ένα πείραμα ή σε ένα δίκτυο πειραμάτων, προκειμένου να επιτευχθεί υψηλή κληρονομικότητα. Σε αυτή τη μελέτη υπολογίστηκε ο απαιτούμενος αριθμός επαναλήψεων και τοποθεσιών (Τ) έτσι ώστε να επιτευχθεί ΔΚ= 0,75 όσον αφορά την απόδοση σε σύσπορο (ΑΣ), αγροκομικά [ύψος φυτού (ΥΦ), ανοχή στο βερτιτσίλειο (ΑΒ, *Verticillium dahliae* Kleb.)] και ποιοτικά χαρακτηριστικά [% απόδοση ίνας (ΑΙ), μήκος (ΜΙ), αντοχή (ΑΝ) και micronaire (Micro)] του βαμβακιού. Τα πειράματα διεξήχθησαν σε 14 Τ, ώστε να αντιπροσωπευθούν όλες οι κύριες βαμβακοπαραγωγές ζώνες της χώρας, τη χρονική περίοδο 2000-2007. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι για να επιτευχθεί ΔΚ= 0,75 για την ΑΣ απαιτήθηκαν πέντε επαναλήψεις και μόνον τρεις Τ, σε σχέση με τις τέσσερις επαναλήψεις και τις 13-14 Τ που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα. Για την εκτίμηση του ΥΦ απαιτήθηκαν τέσσερις επαναλήψεις και δύο Τ, ενώ για την ΑΒ απαιτήθηκαν επτά επαναλήψεις και 18 Τ. Τέλος, για την ΑΙ και το ΜΙ απαιτήθηκαν δύο επαναλήψεις, για το Micro πέντε και την ΑΝ έξι. Τρεις τοποθεσίες ήταν αρκετές για την εκτίμηση της ΑΙ, το ΜΙ και την ΑΝ, ενώ για το Micro απαιτήθηκαν 12 Τ.

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΤΟΥ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Quercus ilex* L. ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΩΝ ΑΠΟΓΟΝΩΝ

Κ. Α. Σπανός, Δ. Γαϊτάνης

ΕΛ.Γ.Ο. – 'ΔΗΜΗΤΡΑ', Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Λουτρά Θέρμης, 57006 –Θεσσαλονίκη.
τηλ.: 2310 461171 (2, 3), Fax: 2310 461341, e-mail: kspanos@fri.gr

Περίληψη

Στο πλαίσιο των ερευνητικών δραστηριοτήτων του ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΔΕ) έγινε συλλογή σπόρων από 10 δέντρα/φαινότυπους του δασοπονικού είδους *Quercus ilex* L. (αριά) (ηλικίας 45-50 ετών) στο αγρόκτημα του ΙΔΕ τον Νοέμβρη του 2014. Έγινε καταγραφή των διαστάσεων των σπόρων (μήκος/διάμετρος καρπού) και του βάρους ενός σπόρου, ξεχωριστά για κάθε φαινότυπο. Μετά την καταμέτρηση έγινε σπορά σε πλαστικά τελάρα σε κλειστό θερμοκήπιο του ΙΔΕ (Δεκέμβριος 2014) και ακολούθησε μεταφορά στην ύπαιθρο (Απρίλιος 2015) όπου παρήχθησαν μονοετή φυτάρια (απόγονοι). Στο τέλος (Δεκέμβριος) του έτους 2015, έγινε καταγραφή των παρακάτω βιομετρικών δεδομένων στα φυτάρια, που αφορούσε: το συνολικό ύψος, διάμετρο βάσης, και συνολικό αριθμό φύλλων/φυτό. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων μας έδωσε σημαντικές διαφορές ($p<.0001$) μεταξύ των 10 δέντρων σε σχέση με τις διαστάσεις και το βάρος των σπόρων καθώς επίσης και των βιομετρικών δεδομένων των παραχθέντων φυταρίων. Οι συσχετίσεις των χαρακτηριστικών των σπόρων (διαστάσεις, βάρος σπόρου) με τα βιομετρικά δεδομένα των φυταρίων έδωσαν επίσης σημαντικές στατιστικές διαφορές ($p<.001$) σε όλες τις περιπτώσεις με το συντελεστή συσχέτισης (r) να κυμαίνεται από 0,347 έως 0,8901. Η έρευνα συνεχίζεται και στο μέλλον θα εστιασθεί στη μελέτη προελεύσεων για υλικό από όλη την Ελλάδα, με απώτερο σκοπό την προστασία και αξιοποίηση των γενετικών πόρων του υπό μελέτη είδους.

Λέξεις κλειδιά: Αριά, ποικιλότητα σπόρων, βιομετρικά δεδομένα, γενετικοί πόροι, προστασία.

Εισαγωγή

Το ιθαγενές δασοπονικό είδος *Quercus ilex* L. (αριά) ανήκει στο γένος *Quercus* (οικογ. *Fagaceae*) και είναι ένα ενδιαφέρον και σημαντικό είδος δρυός για τη χώρα μας. Ανήκει στα αείφυλλα πλατύφυλλα και η φυσική της εξάπλωση είναι γύρω από τη Μεσογειακή λεκάνη (Εικ. 1). Στην ανατολική μεσόγειο απαντάται κυρίως το υποείδος *Quercus ilex* subsp. *ilex* ενώ στην Ιβηρική χερσόνηση το *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia.* Στην Ελλάδα, η αριά φύεται στη ζώνη βλάστησης των αείφυλλων πλατύφυλλων και συνήθως στις υγρότερες και τις γειτνιάζοντες με τη θάλασσα θέσεις, είναι σχετικά ταχυαυξές είδος και πρεμνοβλαστάνει εύκολα. Η αριά ανήκει στον οικότοπο με κωδικό 9340 - δάση *Quercus ilex* και *Quercus rotundifolia,* σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (1992) για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας.

Στα μεσογειακά οικοσυστήματα, η παραγωγή σπόρων (βελανιδιών) αριάς έχει μεγάλο οικολογικό και οικονομικό ενδιαφέρον (Garcia-Mozo et al. 2007). Από οικονομική άποψη, τα βελανίδια παράγουν υψηλής ποιότητας ζωοτροφή και ειδικά για τους χοίρους. Όπως και με

τα περισσότερα είδη δρυός (*Quercus* spp.), η παραγωγή βελανιδιών (καρποφορία) αριάς ποικίλει ευρέως μεταξύ ατόμων, προελεύσεων καθώς και χρονικά (Garcia-Mozo et al. 2007).

Εικ. 1. Φυσική εξάπλωση της αριάς (*Quercus ilex*) (Ευρώπη, Αφρική, Ασία).

Η χρήση της αριάς είναι πολλαπλή όπως η οικολογική αποκατάσταση, η χρήση σε αστικό και περιαστικό πράσινο, η ενίσχυση της βιοποικιλότητας, η παραγωγή δασικών προϊόντων (τεχνική ξυλεία, καυσόξυλα, κάρβουνο, βελανίδια, τρούφα) και η βελτίωση του εδάφους. Το ξύλο της αριάς, όπως επίσης του πουρναριού (*Quercus coccifera*) και του γαύρου (*Carpinus* spp.), είναι από τα βαρύτερα (800-950 kg/m^3) ξύλα στην Ελλάδα - είναι ιδανικό για την παραγωγή καυσόξυλων και ξυλοκάρβουνου - και συνιστάται για χρήση σε δασοπονικές φυτείες.

Η σύνθεση των πρεμνοφυών δασών αριάς σήμερα, εξαρτάται από την ένταση των διαταραχών (ανθρώπινες ή μη), την ποιότητα τόπου, το πέτρωμα και το τοπικό κλίμα (Ντάφης και Κακούρος, 2006). Σήμερα σε πολλά πρεμνοφυή δάση αριάς (επικράτηση της αριάς >50% κάλυψη) στις καλύτερες συστάδες (καλές ποιότητες τόπου) συνιστάται να εφαρμόζονται μέθοδοι ανόρθωσης με καλλιεργητικές επεμβάσεις, όπως η αναγωγή με συνεχείς καλλιεργητικές υλοτομίες (συνήθως μέσω θετικής επιλογής) (Ντάφης και Κακούρος, 2006). Η αριά και ειδικά τα νεαρά φυτά δημιουργούν μια βαθιά κεντρική ρίζα για αντοχή στις μεσογειακές ξηροθερμικές συνθήκες, αλλά είναι ευάλωτα στη φυτόφθορα (*Phytophthora cinnamomi*) σε πολύ υγρά εδάφη (Robin et. al. 2001).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετηθεί η ποικιλότητα χαρακτηριστικών των σπόρων (διαστάσεις και βάρος) 10 επιλεγμένων δέντρων/φαινοτύπων αριάς και να μελετηθεί η συσχέτιση τους με τα χαρακτηριστικά αύξησης και ανάπτυξης των απογόνων τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Το Νοέμβριο του 2014 έγινε συλλογή σπόρων (βελανίδια) αριάς από δέκα (10) τυχαία ώριμα δέντρα που βρίσκονται στο αγρόκτημα του ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (Γ.Π. 40° 30' 27'', Γ.Μ. 23° 04' 58'', υψόμετρο 30 m). Σε 30 σπόρους ανά δέντρο, που συλλέχθηκαν τυχαία από όλη την κόμη, μετρήθηκαν οι διαστάσεις (μήκος και μέγιστη διάμετρος σε mm) και το βάρος του σπόρου σε γραμμάρια (g). Το Δεκέμβριο του 2014, έγινε σπορά των σπόρων σε τελάρα 12 θέσεων με διαστάσεις ανά θέση: 7,5 x 7,5 cm, βάθους 18 cm και χωρητικότητας περίπου 1 λίτρου. Το υλικό φύτευσης, αποτελούνταν από ένα μείγμα έτοιμου φυτοχώματος εμπορίου (BIOTER- τύρφη 30%, κομπόστα 60%, ελαφρόπετρα 10%, με ηλεκτρική αγωγιμότητα muchos/cm -1,8, pH 6,5-7.0, ειδικό βάρος 0,5 περίπου) και άμμου σε αναλογία 1:1 κατ' όγκο. Στη συνέχεια τα τελάρα τοποθετήθηκαν σε πάγκους που καλύφθηκαν με πλαστικό πλέγμα (για προστασία από τρωκτικά και πουλιά) σε κλειστό θερμοκήπιο του ΙΔΕ (Δεκέμβριος 2014). Μετέπειτα (Απρίλιος 2015), έγινε μεταφορά στην ύπαιθρο (αγρόκτημα

ΙΔΕ) και έτσι παρήχθησαν μονοετή φυτάρια (απόγονοι). Ο πειραματικός σχεδιασμός ήταν ως εξής: οι σπόροι σπάρθηκαν (ένας σπόρος/θέση) σε τελάρα των 12 θέσεων εντελώς τυχαία (single seed plot) και για κάθε δέντρο συνολικά 30 σπόροι. Ο αριθμός του σπόρου (1, 2, 3.....30) και ο κωδικός/αριθμός του δέντρου σημάνθηκαν με πλαστικά καρτελάκια σε κάθε θέση σποράς για να γνωρίζουμε πιο φυτό ανήκει σε πιο σπόρο. Το Δεκέμβριο του 2015 μετρήθηκαν οι εξής παράμετροι των φυταρίων: το ύψος (cm), η διάμετρος βάσης του φυτού (mm) και ο συνολικός αριθμός φύλλων/φυτό. Λόγω του χαμηλού ποσοστού φύτρωσης των σπόρων, τρία δέντρα (3, 6, 10) (βλ. Πίν. 1 - αποτελέσματα) εξαιρέθηκαν από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων των παραχθέντων φυταρίων.

Τα βιοκλιματικά και μετεωρολογικά δεδομένα (35ετίας) της περιοχής έχουν ως εξής: ζώνη βλάστησης – ανήκει στην χαμηλότερη υποζώνη (Quercion ilicis) της ζώνης της δρυός (GUERCETALIA PUBESCENTIS), βιοκλιματικός όροφος- ημίξηρος με ψυχρό χειμώνα, θερμότερος μήνας Ιούλιος (μέση μέγιστη θερμ. 32,6° C), ψυχρότερος μήνας Ιανουάριος (μέση ελαχ. θερμ. 0,8° C), μέσο ύψος βροχής 454 mm, μέση ετήσια θερμ. αέρος 15,5° C, απόλυτα μέγιστη θερμ. αέρος 45° C, απόλυτα ελάχιστη θερμ. αέρος -12° C, ετήσιο θερμ. εύρος 31,8, τιμή Q2 EMBERGER = 49,2. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους της φυτείας συνοψίζονται ως εξής: έδαφος μέσης μηχανικής σύστασης (CL - αργιλλο-πηλώδες), σχεδόν ουδέτερης αντίδρασης (pH = 6.95), κανονικής αλατότητας (0.433 mmhos/cm), μέσης περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$ - 3,20%) και υψηλή οργανική ουσία (2,14%).

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού SPSS (vers. 11). Ο έλεγχος της ομοιογένειας της παραλλακτικότητας μεταξύ των προελεύσεων εξετάσθηκε με το κριτήριο του Bartlett και η κανονικότητα των μετρήσεων με τον έλεγχο w/s (όπου w είναι το εύρος του δείγματος = μέγιστη - ελαχ. τιμή και s είναι η σταθερή απόκλιση) (Freese 1984, Kanji 1994) ξεχωριστά για κάθε δέντρο/φαινότυπο. Η επίδραση του δέντρου στις βιομετρικές παραμέτρους (σπόρων και φυταρίων) ελέγχθηκε με τη μέθοδο ANOVA και η σύγκριση των μέσων όρων για τα βιομετρικά των σπόρων έγινε με το κριτήριο Duncan (multi-comparison test) ενώ για τα βιομετρικά των φυταρίων εφαρμόστηκε το κριτήριο του Scheffe's (unbalanced data) σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq .05$.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της εργασίας παρουσιάζονται στους παρακάτω Πίνακες (1 - 5). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα ποσοστά φυτρωτικότητας των 10 δέντρων μετά από 5 μήνες (Απρίλιος 2015).

Πίνακας 1. Ποσοστό φυτρώματος (%) 30 σπόρων που προέρχονται από10 διαφορετικά δέντρα αριάς.

Δέντρο (φαινότυπος)	Αρ. σπόρων που σπάρθηκαν	Αρ. φυτών που παρήχθηκαν	Φυτρωτικότητα (%)
1	30	22	73,33
2	30	20	66,66
3	30	10	33,33
4	30	14	46,67
5	30	24	80,00
6	30	8	26,67
7	30	14	46,67
8	30	23	76,67

9	30	14	46,67
10	30	9	30,00
Σύνολο	300	158	

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η σύγκριση των μέσων όρων των χαρακτηριστικών των σπόρων (μήκος, τη διάμετρος και βάρος) των δέκα δέντρων αριάς.

Πίνακας 2. Σύγκριση των μέσων όρων των σπόρων, 10 δέντρων αριάς για το μήκος (mm), τη διάμετρο (mm) και το βάρος (g) των σπόρων.

Δέντρο	Αρ. σπόρων (N)	Μέσος* όρος ± τ.σ.		
		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)	Βάρος (g)
1	30	28,32 ± 0,20^{f}	13,54 ± 0,11^{e}	2,87 ± 0,06^{e}
2	30	24,81± 0,21^{c}	12,49 ± 0,10^{c}	2,14 ± 0,05^{c}
3	30	26,12± 0,19^{d}	11,51 ± 0,91^{a}	2,08± 0,07^{bc}
4	30	27,58± 0,25^{e}	11,59 ± 0,11^{ab}	2,20± 0,06^{cd}
5	30	23,44± 0,20^{b}	11,52 ± 0,15^{a}	1,76 ± 0,05^{a}
6	30	29,59± 0,27^{g}	13,24 ± 0,15^{de}	3,00 ± 0,09^{e}
7	30	27,45± 0,27^{e}	11,88 ± 0,13^{b}	2,33 ± 0,06^{d}
8	30	23,91± 0,21^{b}	13,01 ±0,11^{d}	2,36 ± 0,06^{d}
9	30	28,67± 0,29^{f}	11,23 ± 0,11^{a}	2,17± 0,06^{cd}
10	30	22,04± 0,22^{a}	12,47 ± 0,12^{c}	1,94 ± 0,05^{b}
Σύνολο/μ.ο.	300	26,19 ± 0,16	12,25 ± 0,58	2,28 ± 0,03

* Οι μέσοι όροι που φέρουν το ίδιο γράμμα/εκθέτη δεν διαφέρουν στατιστικά ($p>0.05$) μεταξύ τους (Duncan test).

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η σύγκριση των μέσων όρων των τριών βιομετρικών παραμέτρων (ύψος, διάμετρο βάσης και αριθμός φύλλων) των φυταρίων των επτά (7) δέντρων αριάς.

Πίνακας 3. Σύγκριση των μέσων όρων των φυταρίων, 7 δέντρων αριάς για το ύψος (cm) , τη διάμετρο βάσης (mm) και τον αριθμό φύλλων/φυτό.

Δέντρο (φαινότυπος)	Αρ. φυτών	Μέσος* όρος ± τ.σ.		
		Ύψος (cm)	Διάμετρος βάσης (mm)	Αρ. φύλλων
1	22	15,09±1,14^{a}	2,77±0,11^{b}	14,18±0,92^{ab}
2	20	13,37±1,23^{ab}	2,82±0,10^{b}	13,75±1,35^{ab}
4	14	17,36±1,08^{b}	3,15±0,11^{b}	16,43±1,83^{b}
5	24	8,94±0,65^{a}	2,19±0,08^{a}	10,04±0,70^{a}
7	14	14,75±0,88^{b}	2,70±0,12^{ab}	13,71±0,87^{ab}
8	23	16,66±1,01^{b}	2,83±0,10^{b}	15,87±0,89^{b}
9	14	13,04±0,60^{ab}	2,66±0,09^{ab}	11,29±0,82^{ab}
Σύνολο/μ.ο.	131	13,96±0,44	2,70±0,04	13,53±0,4

*Οι μέσοι όροι που φέρουν το ίδιο γράμμα/εκθέτη δεν διαφέρουν σημαντικά ($p>0.05$) μεταξύ τους σύμφωνα με το κριτήριο του Scheffe's test.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι Συσχετίσεις (Spearman's Correlations) (τιμές του r) μεταξύ του βάρους σπόρου και των βιομετρικών παράμετρων των φυταρίων αριάς και στον Πίνακα 5 οι γραμμικές παλινδρομήσεις και τα μοντέλα εκτίμησης των βιομετρικών παράμετρων των φυταρίων σε σχέση με το βάρος σπόρων (g) (για τα επτά δέντρα του Πίνακα 3).

Πίνακας 4. Συσχετίσεις (Spearman's Correlations) (τιμές του r) μεταξύ του βάρους σπόρου και των βιομετρικών παραμέτρων των φυταρίων αριάς.

Παράμετρος (μεταβλητή)	Βάρος σπόρου (g)	Ύψος φυτού (cm)	Διάμετρος βάσης φυτού (mm)	Αριθμός φύλλων
Βάρος σπόρου	1,000*	0,447*	0,484*	0,351*
Ύψος φυτού	0,447*	1,000*	0,802*	0,746*
Διάμ. βάσης φυτού	0,484*	0,802*	1,000*	0,710*
Αριθμός φύλλων	0,351*	0,746*	0,710*	1,000*

*p<0.001.

Πίνακας 5. Γραμμικές παλινδρομήσεις και μοντέλα εκτίμησης των παραμέτρων, ύψος (cm), διάμετρος βάσης (mm) και αριθμός φύλλων σε σχέση με το βάρος σπόρων (g).

Παράμετρος*	Μοντέλο	Σύνοψη Μοντέλου					Εκτιμήσεις παραμέτρων	
		r^2	F	df_1	df_2	p	Σταθερά	b_1(συντελ.)
Ύψος	Γραμμικό	0,200	32,275	1	129	0,000	2,505	3,905
Διαμ. βάσης	Γραμμικό	0,234	39,441	1	129	0,000	1,456	0,550
Αρ. φύλλων	Γραμμικό	0,123	18,083	1	129	0,000	4,664	3,905

*Εξαρτημένη μεταβλητές; ύψος (cm), διάμετρος βάσης (mm), αριθμός φύλλων, ανεξάρτητη μεταβλητή βάρος σπόρων (g).

Μοντέλα (εξισώσεις)

(X= Βάρος σπόρου)

Ύψος : Y= 3,905X + 2,505

Διάμετρος. Βάσης: Y= 0,550X + 1,456

Αριθμός φύλλων: Y= 3,905X + 4,664

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα (Πίνακας 1) έδειξαν διαφορετικά ποσοστά φυτρώματος των σπόρων για τα 10 δέντρα που εξετάστηκαν. Δεδομένου ότι η φύτρωση έγινε σε ομοιόμορφο μικρο-περιβάλλον, τα αποτελέσματα οφείλονται σε γενετικούς παράγοντες. Είναι γνωστό ότι διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την φυτρωτικότητα των σπόρων της αριάς όπως η προέλευση, ο γενότυπος, το μικροκλίμα και το υπόστρωμα σποράς (Broncano et al. 1998, Caliskan, S. 2014).

Η Ανάλυση της παραλλακτικότητας μας έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά πολύ σημαντικές διαφορές (p<0,001) και για τα τρία χαρακτηριστικά των σπόρων (μήκος, διάμετρος και βάρος) των δέκα δέντρων αριάς. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό σε γενετικούς παράγοντες. Τα αποτελέσματα του Πίνακα 2 μας δείχνουν ότι το δέντρο/φαινότυπος 6, έδωσε το μεγαλύτερο βάρος σπόρου (3,00±0,09 g) ενώ το δέντρο 5, το μικρότερο βάρος σπόρου (1,76±0,05g). Η Ανάλυση της παραλλακτικότητας μας έδειξε ότι

υπάρχουν επίσης πολύ σημαντικές διαφορές ($p<0,001$) για τα βιομετρικά των φυταρίων μεταξύ των επτά (7) δέντρων αριάς. Διαπιστώθηκε ότι μεγάλο ποσοστό της παραλλακτικότητας οφείλεται σε γενετικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, από τον Πίνακα 3 διαπιστώνουμε ότι το δέντρο/φαινότυπος 4 μας έδωσε το μεγαλύτερο ύψος φυταρίων (17,36±1,08 cm) ενώ το δέντρο 5 το μικρότερο ύψος φυταρίων (8,94±0,65cm).

Από τον Πίνακα 4 διαπιστώνουμε ότι οι Συσχετίσεις (Spearman's Correlations) μεταξύ του βάρους σπόρου και των βιομετρικών πυρομέτρων των φυταρίων αριάς βρέθηκαν όλες στατιστικά σημαντικές ($p<0.001$). Ο Πίνακας 4 μας δείχνει ότι το βάρος του σπόρου σχετίζεται καλύτερα με τη διάμετρο βάσης ($r = 0,484$) και το ύψος των φυτών ($r =0,447$) σε σχέση με τον αριθμό φύλλων ($r = 0,351$). Από τον Πίνακα 5 διαπιστώνουμε ότι οι γραμμικές παλινδρομήσεις έδειξαν υψηλή σημαντικότητα ($p<0.001$). Επίσης στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η σύνοψη των γραμμικών μοντέλων εκτίμησης των βιομετρικών παραμέτρων των φυταρίων σε σχέση με το βάρος σπόρων. Ωστόσο, οι τιμές του r^2 βρέθηκαν σχετικά χαμηλές για το ύψος (0,200), διάμετρο βάσης (0,234) και αριθμό φύλλων (0,123).

Σε ερευνητική εργασία (σε φυσικές συνθήκες), ο Gómez (2004) αναφέρει ότι βρήκε θετική επίδραση του μεγέθους του σπόρου (βελανιδιού) αριάς στις περισσότερες παραμέτρους ευρωστίας που έχουν σχέση με την πρώτη εγκατάσταση των φυταρίων. Οι μεγάλοι σπόροι αναφέρει ότι αύξησαν την φυτρωτικότητα και την επιβίωση των φυταρίων, επιτάχυναν το χρόνο φύτρωσης, και ενίσχυσαν την αύξηση. Ωστόσο, όμως βρήκε αρνητική επίδραση του μεγέθους του σπόρου στην επιβίωση από αρπακτικά ζώα, για το λόγο ότι τα μεγαλύτερα (επομένως και βαρύτερα) βελανίδια προτιμούνταν πιο πολύ (μετά τη διασπορά) από τα αρπακτικά (αρκούδες, ποντίκια, πουλιά κλπ.) στην περιοχή της μελέτης. Τα ευρήματα αυτά συνιστούν ότι η γενική άποψη ότι η ευρωστία των απογόνων συσχετίζεται απόλυτα με το μέγεθος του σπόρου θα πρέπει να αναθεωρηθούν για μερικά συστήματα. Επομένως, με βάση τα παραπάνω ευρήματα, θα πρέπει να διατηρείται το σύνολο της γενετικής ποικιλότητας της αριάς για να έχουμε υγιή και φυσικά εξελισσόμενα οικοσυστήματα (μικτά ή αμιγή). Ωστόσο, αυτό δεν μας εμποδίζει να επιλέξουμε και να αξιοποιήσουμε - σε τεχνητές φυτείες αριάς - φαινότυπους με μεγάλους σπόρους, με σκοπό την περαιτέρω γενετική βελτίωση για το χαρακτηριστικό αυτό με στόχο την αύξηση της παραγωγής καρπών.

<u>Συμπεράσματα</u>

- Από την παρούσα έρευνα προέκυψαν πολύ σημαντικά αποτελέσματα για τη δασική πράξη. Διαπιστώσαμε σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιλεγμένων δέντρων/ φαινοτύπων σε σχέση με τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των σπόρων (μήκος, διάμετρος και βάρος). Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα για την επιλογή φαινοτύπων που παράγουν μεγάλους καρπούς (βελανίδια) και περαιτέρω γενετική βελτίωση για το χαρακτηριστικό αυτό, με σκοπό την αύξηση της παραγωγής και αξιοποίηση για ζωοτροφή.

- Από την έρευνα επίσης προέκυψε ότι οι μεγαλύτεροι σε μέγεθος και βάρος καρποί μας δίνουν μεγαλύτερα και πιο εύρωστα φυτάρια. Περαιτέρω έρευνα χρειάζεται βέβαια, για να διαπιστωθεί εάν υπάρχει θετική συσχέτιση βάρους σπόρου και των βιομετρικών παραμέτρων μεγαλύτερης ηλικίας φυτών/απογόνων.

Βιβλιογραφία

Broncano, M.J., Riba, M., and J. Retana. 1998. Seed germination and seedling performance of two Mediterranean tree species, holm oak (Quercus ilex L.) and Aleppo pine (Pinus halepensis Mill.): a multifactor experimental approach. Plant Ecology 138: 17–26.

Caliskan, S. 2014. Germination and seedling growth of holm oak (Quercus ilex L.): effects of provenance, temperature, and radicle pruning. The Italian Society of Silviculture and Forest Ecology, doi: 10.3832/ifor0967-007 (research articles), 23pp.

Freese, 1984. Statistics for Land Managers, Paeoni Press, Scotland, 176 pp.

Garcia-Mozo, H., Gomez-Casero, M.T., Dominguez, E., and C. Galan. 2007. Influence of pollen emission and weather-related factors on variations in holm-oak (Quercus ilex subsp. ballota) acorn production. Environmental and Experimental Botany, Vol. 61 (Issue 1), 35–40.

Gómez, J.M. 2004. Bigger is not always better: conflicting selective pressures on seed size in Quercus ilex. Evolution 58(1), 71-80.

Kanji, G. K, 1994. 100 Statistical Tests. SAGE Publications, London, 216 pp.

Ντάφης, Σ., και Π. Κακούρος. 2006 (συντον. Έκδοσης). Οδηγίες ανόρθωσης υποβαθμισμένων δασών δρυός και αριάς. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη, 40 σελ.

Robin, C., Capron, G., and M.L Desprez-Loustau. 2001. Root infection by Phytophthora cinnamomi in seedlings of three oak species. Plant Pathology 50 (6), 708–716.

Romane, F., and J. Terradas. 2003. Quercus ilex L. ecosystems: function, dynamics and management. Oecologia, Vol. 137, Issue 4, pp 512-518.

GENETIC VARIATION IN SEED CHARACTERISTICS OF THE FOREST SPECIES *Quercus ilex* L. AND CORRELATION WITH BIOMETRIC PARAMETERS OF THE PRODUCED OFFSPRINGS

K. A. Spanos, D.A. Gaitanis

Under the frame of research activities of the FOREST RESEARCH INSTITUTE (FRI), seeds of the forest species *Quercus ilex* L. (Holm oak) were randomly collected from 10 trees/phenotypes (age 45-50 years) in the FRI arboretum, in November 2014. Seed size parameters (length, diameter) and seed weight were recorded, separately for each phenotype. After recording, seeds were sown in plastic trays in a greenhouse of FRI (December 2014). Later in April (2015), trays were transferred in open space and one year seedlings (progenies) were produced. At the end of the year 2015 (December) the following biometric data of seedling were recorded: total height, base diameter and total number of leaves per seedling. The results' analysis showed significant differences ($p<.0001$) among the 10 trees in relation to seed size parameters and seed weight as well as for biometric data of the produced seedlings. Correlations of seed characteristics (length, diameter, weight) with the biometric parameters of the seedlings were also highly significant ($p<.001$) in all cases with r values ranging from 0.347 to 0.8901. The study keeps on, and in the future it will focus on provenance's research (in the whole country) with further aim to protect and sustainably utilise the genetic resources of the species.

Key words: holm oak, seed variability, biometric data, genetic resources, protection.

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΣΩΝ ΟΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ "SCOTT & KNOTT"

Γ. Μενεξές, Χ. Δόρδας, Η. Ελευθεροχωρινός

Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ.

Περίληψη

Τεκμηριώνεται η δυνατότητα χρήσης, τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί της μεθόδου "Scott & Knott" ως εναλλακτική διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων μέσων όρων στο πλαίσιο της ANOVA. Αυτό θεωρήθηκε αναγκαίο εξαιτίας της διαπίστωσης ότι οι χρησιμοποιούμενες στατιστικές μέθοδοι για πολλαπλές συγκρίσεις μέσων όρων, όπως είναι το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, ο έλεγχος του Tukey και η δοκιμή Duncan, παρουσιάζουν το πρόβλημα της "επικάλυψης", με αποτέλεσμα μία ή περισσότερες επεμβάσεις να κατατάσσονται σε περισσότερες από μία ομάδες και να καθίσταται ως εκ τούτου δυσχερής ή και αδύνατη η διάκριση των ομάδων στις οποίες ανήκουν πραγματικά οι μέσοι όροι. Η μέθοδος "Scott & Knott", η οποία χρησιμοποιεί έναν "έξυπνο" αλγόριθμο ανάλυσης σε συστάδες (cluster analysis), πλεονεκτεί έναντι των άλλων μεθόδων διότι δεν εμφανίζει πρόβλημα "επικάλυψης" κατά τις πολλαπλές συγκρίσεις των ομαδοποιημένων μέσων όρων. Επιπροσθέτως, από στατιστικής πλευράς, έχει υψηλή ισχύ (power) και διατηρεί την πιθανότητα διάπραξης Σφάλματος Τύπου Ι στο προκαθορισμένο επίπεδο σημαντικότητας *α*. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η μέθοδος "Scott & Knott", όπου αναδεικνύονται τα πλεονεκτήματά της και επισημαίνονται οι περιορισμοί της.

Λέξεις Κλειδιά: ANOVA, Πολλαπλές Συγκρίσεις, Ανάλυση σε Συστάδες

Εισαγωγή

Οι στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τις πολλαπλές συγκρίσεις μέσων όρων, όπως είναι το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, ο έλεγχος του Tukey και η δοκιμή Duncan, παρουσιάζουν συχνά το πρόβλημα της "επικάλυψης" (overlapping), όπου μία ή περισσότερες επεμβάσεις κατατάσσονται σε περισσότερες από μία ομάδες (Πίνακας 1). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται ένας συνηθισμένος τρόπος για την κατάδειξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ μέσων όρων. Μέσοι όροι που δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ακολουθούνται από κοινό γράμμα. Η επικάλυψη έχει ως συνέπεια τη δυσχερή ή ακόμη και αδύνατη διάκριση των ομάδων στις οποίες ανήκουν οι μέσοι όροι. Η μέθοδος "Scott & Knott" (Scott και Knott, 1974), μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων μέσων όρων στο μεθοδολογικό πλαίσιο της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (ANOVA). Είναι η μοναδική μέθοδος πολλαπλών συγκρίσεων μέσων όρων, όπου οι συγκρίσεις δεν εμφανίζουν το πρόβλημα της επικάλυψης. Η μέθοδος δεν είναι ιδιαίτερα γνωστή στο χώρο των Βιολογικών Επιστημών, αν και έχει χρησιμοποιηθεί σε αναλύσεις δεδομένων από γεωργικά πειράματα (Chew 1976, Gates και Bilbro 1978, Madden, Knoke και Louie 1982). Σε εργασία των Carrão-Panizzi και Erhan (2007), η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία για την αξιολόγηση 89 γενοτύπων σόγιας σε 12 τοποθεσίες ως προς την περιεκτικότητά τους στην *α*-τοκοφερόλη. Να σημειωθεί ότι ακόμη και στην περίπτωση που οι τιμές της *α*-τοκοφερόλης παρουσίαζαν μεγάλη παραλλακτικότητα (εύρος τιμών από 11 έως 191 ppm), η μέθοδος είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία διακριτών ομάδων

μέσων όρων. Στην εργασία των Carrão-Panizzi και Erhan (2007), για τη μελέτη της αλληλεπίδρασης G×E (Γενότυπος × Περιβάλλον), ήταν αναγκαία η σύγκριση 1.068 μέσων όρων ανά δύο, δηλαδή έπρεπε, εν δυνάμει, να γίνουν 569.778 συγκρίσεις μέσων όρων. Είναι αντιληπτό ότι για την παρουσίαση των στατιστικά σημαντικών διαφορών, όπως στον Πίνακα 1, τα γράμματα – σύμβολα όλων των γνωστών αλφάβητων μάλλον δεν θα επαρκούσαν. Στόχοι της παρούσης εργασίας είναι: α) η περιγραφή της μεθόδου "Scott & Knott", β) η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της, και γ) η επισήμανση των περιορισμών της.

Πίνακας 1: Το πρόβλημα της "Επικάλυψης" ως αποτέλεσμα των πολλαπλών συγκρίσεων μέσων όρων

	Ομάδες Μέσων όρων*			
Επεμβάσεις	1η	2η	3η	4η
E11	36,05 **d**			
E14	37,30 **cd**	37,30 **cd**		
E13	45,85 **bcd**	45,85 **bcd**	45,85 **bcd**	
E12		50,63 **abc**	50,63 **abc**	50,63 **abc**
E21		50,85 **abc**	50,85 **abc**	50,85 **abc**
E32		51,38 **abc**	51,38 **abc**	51,38 **abc**
E23			53,10 **ab**	53,10 **ab**
E31			53,93 **ab**	53,93 **ab**
E24			54,30 **ab**	54,30 **ab**
E22			55,38 **ab**	55,38 **ab**
E33			55,88 **ab**	55,88 **ab**
E34			56,05 **ab**	56,05 **ab**
E43			57,68 **ab**	57,68 **ab**
E44			61,25 **ab**	61,25 **ab**
E41				61,93 **a**
E42				63,43 **a**

*Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα με έντονη γραφή διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας a=0,05, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της δοκιμής Duncan

Περιγραφή της Μεθόδου "Scott & Knott"

Η μέθοδος "Scott & Knott" βασίζεται στην υλοποίηση ενός "έξυπνου" αλγόριθμου Ιεραρχικής Ανάλυσης σε Συστάδες (Hierarchical Cluster Analysis). Πρέπει να τονιστεί ότι η μέθοδος, στις πολλαπλές στατιστικές συγκρίσεις, διατηρεί την πιθανότητα διάπραξης Σφάλματος Τύπου Ι στο προκαθορισμένο επίπεδο σημαντικότητας a (συνήθως 0,05) με υψηλή ισχύ (power) ≥0,80. Αρχικά, το σύνολο των παρατηρούμενων μέσων όρων διαχωρίζεται σε δύο υποομάδες, στη συνέχεια κάθε υποομάδα διαχωρίζεται σε άλλες υπο-υποομάδες κ.ο.κ., με τρόπο ώστε δύο οποιεσδήποτε ομάδες να μην έχουν κοινούς μέσους όρους. Η διαδικασία αυτή γίνεται για όλους τους δυνατούς διαχωρισμούς των μέσων όρων. Σε κάθε βήμα του αλγορίθμου επιλέγεται ο διαχωρισμός που μεγιστοποιεί το άθροισμα τετραγώνων μεταξύ των ομάδων μέσων όρων. Στη συνέχεια, για κάθε διαχωρισμό πραγματοποιούνται στατιστικές συγκρίσεις με βάση τη συνάρτηση ελέγχου λ (likelihood ratio test), η οποία ακολουθεί την κατανομή χ^2. Το τελικό αποτέλεσμα είναι διακριτές ομάδες μέσων όρων (χωρίς "Επικάλυψη"). Η μέθοδος περιλαμβάνεται στο λογισμικό DSAASTAT, το οποίο είναι δωρεάν επιπρόσθετο

του MS Excel[1]. Το συγκεκριμένο λογισμικό δέχεται ως είσοδο: τους μέσους όρους που πρόκειται να συγκριθούν, το άθροισμα τετραγώνων του σφάλματος (από την κατάλληλη ANOVA), τους βαθμούς ελευθερίας του σφάλματος και το πλήθος των επαναλήψεων. Επιπροσθέτως, για την υλοποίηση της μεθόδου υπάρχει κώδικας στη γλώσσα R (Jelihovschi, Faria και Allaman, 2014) και κώδικας (macro) για το λογισμικό SAS (Piepho, 2012).

Παράδειγμα Εφαρμογής

Τα δεδομένα (υποθετικά) προέρχονται από παραγοντικό πείραμα 3×3×5 (συνολικά 45 επεμβάσεις) βασισμένο στο Πλήρως Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (20 επαναλήψεις ανά επέμβαση). Στο υποθετικό αυτό σενάριο, η αλληλεπίδραση των τριών παραγόντων ήταν στατιστικά σημαντική και το ενδιαφέρον της μελέτης εστιάστηκε στη σύγκριση των 45 επεμβάσεων, με σκοπό τον εντοπισμό του καλύτερου ή των καλύτερων συνδυασμών των επιπέδων των τριών παραγόντων (με τους μεγαλύτερους μέσους όρους). Αρχικά έγινε σύγκριση των 45 μέσων όρων με τη δοκιμή Duncan, σε επίπεδο σημαντικότητας a=0,05. Το πρόβλημα της επικάλυψης ήταν εμφανές, αφού για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των συγκρίσεων, κάνοντας χρήση γραμμάτων όπως στον Πίνακα 1, απαιτούσε τη χρήση έως και 8 γραμμάτων. Στη συνέχεια, οι συγκρίσεις πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο "Scott & Knott" μέσω του λογισμικού DSAASTAT. Στα επόμενα, για λόγους οικονομίας, παρουσιάζονται ενδεικτικά οι διαχωρισμοί των μέσων όρων, οι τιμές του στατιστικού λ, η αντίστοιχη παρατηρούμενη στάθμη σημαντικότητας (p-value) καθώς και η τελική ομαδοποίηση των μέσων όρων (Διάγραμμα 2). Οι επεμβάσεις συμβολίζονται με τους κωδικούς αριθμούς 1 έως 45.

Αποτελέσματα

Πρώτος Διαχωρισμός Επεμβάσεων
Ομάδα 1: 24 20 19 12 26 4 27 15 22 18 31 2 14 7 23 8 11 10 3 16 6 29 25 33 30 35 34
Ομάδα 2: 38 1 41 21 9 5 40 37 36 17 13 44 39 32 43 42 45 28
λ=537,27, p<0,0001

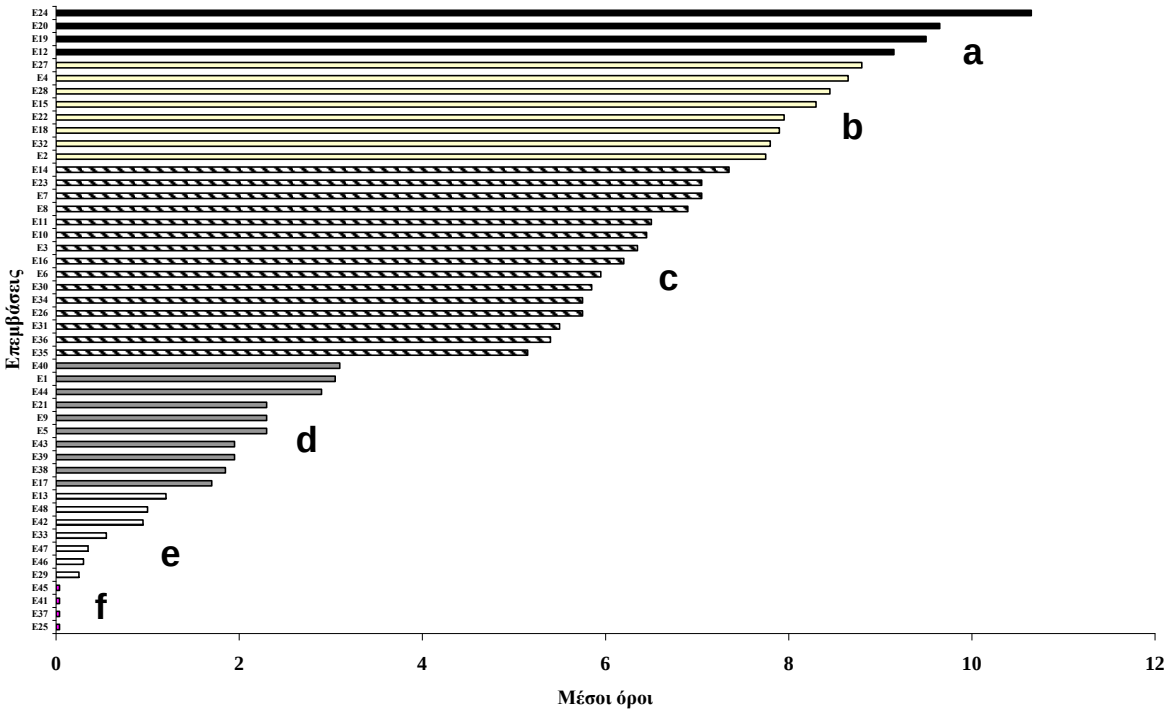
Δεύτερος Διαχωρισμός Επεμβάσεων
Υποομάδα 1.1: 24 20 19 12 26 4 27 15 22 18 31 2
Υποομάδα 1.2: 14 7 23 8 11 10 3 16 6 29 25 33 30 35 34
λ=121,61, p<0,0001

Τρίτος Διαχωρισμός Επεμβάσεων
Υποομάδα 2.1: 38 1 41 21 9 5 40 37 36 17
Υποομάδα 2.2: 13 44 39 32 43 42 45 28
λ=37,51, p=0,0006

Τέταρτος Διαχωρισμός Επεμβάσεων
Υποομάδα 1.1.1: 24 20 19 12
Υποομάδα 1.1.2: 26 4 27 15 22 18 31 2
λ=20,51, p=0,0248

[1] Είναι διαθέσιμο στη διεύθυνση: http://accounts.unipg.it/~onofri/DSAASTAT/DSAASTAT.htm

Το τελικό αποτέλεσμα της μεθόδου δίνεται στο Διάγραμμα 2. Διαπιστώνεται ότι οι 45 μέσοι όροι έχουν ομαδοποιηθεί σε 6 ομάδες (βλέπε γράμματα a έως f), χωρίς να παρουσιάζεται το πρόβλημα της "επικάλυψης".



Διάγραμμα 2: Ομαδοποίηση των 45 μέσων όρων μέσω της μεθόδου "Scott & Knott"

Περιορισμοί της Μεθόδου "Scott & Knott"

Η μέθοδος παρόλο που έχει πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μεθόδων πολλαπλών συγκρίσεων, ωστόσο έχει ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι είναι οι εξής:

- Τα δεδομένα πρέπει να προέρχονται από ισορροπημένους πειραματικούς σχεδιασμούς
- Είναι αποτελεσματική για δεδομένα που προέρχονται από πειράματα βασισμένα στο Πλήρως Τυχαιοποιημένο Σχέδιο και στο Σχέδιο με Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη (ή Σχέδιο Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων)
- Απαιτεί χρήση ειδικού λογισμικού
- Πρέπει να χρησιμοποιείται μετά από στατιστικά σημαντικό έλεγχο (*F*-test) της ANOVA
- Τα δεδομένα για κάθε επέμβαση πρέπει να ακολουθούν Κανονική Κατανομή
- Πρέπει να ισχύει η προϋπόθεση της ομοιογένειας των παραλλακτικοτήτων των επεμβάσεων που θα συγκριθούν

Συμπεράσματα και Συζήτηση

Η μέθοδος "Scott & Knott" είναι η μοναδική μέθοδος πολλαπλών συγκρίσεων μέσων όρων στο μεθοδολογικό πλαίσιο της ANOVA, όπου τα αποτελέσματα των συγκρίσεων δεν εμφανίζουν το πρόβλημα της "επικάλυψης". Συνεπώς, διευκολύνει την αξιολόγηση των δεδομένων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Βέβαια, για την υλοποίησή της απαιτείται

ειδικό λογισμικό και έχει ορισμένους περιορισμούς. Προς το παρόν, είναι αποτελεσματική για δεδομένα από ισορροπημένα πειράματα τα οποία είναι βασισμένα στο Πλήρως Τυχαιοποιημένο Σχέδιο και στο Σχέδιο με Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη. Γίνεται προσπάθεια ώστε η μέθοδος να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά και σε δεδομένα που προέρχονται από παραγοντικά πειράματα σε διάταξη που περιλαμβάνει Ομάδες με Υποομάδες. Η χρησιμότητά της αναδεικνύεται στην περίπτωση όπου πρέπει να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ μεγάλου αριθμού επεμβάσεων.

Βιβλιογραφία

Carrão-Panizzi M.C. and Erhan S.Z. 2007. Environmental and Genetic Variation of Soybean Tocopherol Content Under Brazilian Growing Conditions. Journal of the American Oil Chemists' Society 84: 921–928.

Chew, V. 1976. Comparing treatment means: A compendium. Hortscience 11: 348-357.

Gates C.E. and Bilbro J.D. 1978. Illustration of a cluster analysis method for mean separation. Agronomy Journal 70: 462-465.

Jelihovschi E.G., Faria J.C. and Allaman I.B. 2014. ScottKnott: A package for performing the Scott-Knott clustering algorithm in R. Tendências em Matemática Aplicada e Computacional 15(1): 3-17.

Madden L.V., Knoke J.K. and Louie R. 1982. Considerations for the use of multiple comparisons procedures in phytopathological investigations. Phytopathology 72: 1015-1017.

Piepho H.-P. 2012. A SAS macro for generating letter displays of pairwise mean comparisons. Communication in Biometrics and Crop Science 7(1): 4-13.

Scott A.J. and Knott M. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, 30: 507-512.

GROUPING OF MEANS WITH THE SCOTT-KNOTT METHOD

G. Menexes, C. Dordas, I. Eleftherohorinos

The statistical methods or criteria used for grouping means, within the methodological frame of multiple comparisons procedures (e.g. LSD, Tukey's HSD test, and Duncan's new multiple range test), very often suffer from the problem of "overlapping." Overlapping is an "unpleasant" situation where the resulting groups of means are not distinct. The same mean belongs to many groups. This complicates the analysis and the interpretation of the data and the corresponding conclusions. The "Scott & Knott" method is the only methodological approach, within the frame of ANOVA, which does not suffer from the problem of overlapping. In this study, the "Scott & Knott" method is described and some of its limitations are highlighted.

.

ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΕΝΟΤΥΠΩΝ ΒΑΣΕΙ ΠΟΛΛΩΝ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Γ. Μενεξές[1], Α. Μάρκος[2], Ε. Κορπέτης[3], Θ. Κουτσός[1], Α. Μαυρομάτης[1]

[1]Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ.
[2]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
[3]Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται και προτείνεται μεθοδολογία για την κατάταξη γενοτύπων (ή ποικιλιών) βάσει πολλών σχετικών κριτηρίων (για παράδειγμα, τα συστατικά απόδοσης), τα οποία λαμβάνονται υπόψη και συγκρίνονται ανά ζεύγη, ανάλογα με τη σχετική τους σπουδαιότητα. Η σχετική σπουδαιότητα των κριτηρίων καθορίζεται από τον εκάστοτε ερευνητή και επηρεάζεται από τους επιδιωκόμενους στόχους της κατάταξης και το περιβάλλον πειραματισμού. Η προτεινόμενη μέθοδος, η οποία βασίζεται στη διαδικασία της Ιεραρχικής Ανάλυσης (Analytic Hierarchy Process - AHP), δίνει λύσεις σε προβλήματα πολυκριτήριας λήψης απόφασης. Στην παρούσα εργασία η AHP τροποποιήθηκε με σκοπό την κατάταξη 12 ποικιλιών μαλακού σιταριού ως προς τέσσερα κριτήρια: απόδοση σε καρπό, βάρος χιλίων κόκκων, ύψος φυτών και δείκτης γλουτένης.

Λέξεις κλειδιά: Ιεραρχική Ανάλυση, Πολυκριτήρια Λήψη Απόφασης

Εισαγωγή

Στη βελτίωση των φυτών, βασική επιθυμία είναι η ταυτόχρονη βελτίωση πολλαπλών χαρακτηριστικών, τα οποία, σε πολλές περιπτώσεις, σε γενετικό επίπεδο, σχετίζονται αρνητικά μεταξύ τους. Κατά συνέπεια απαιτείται η χρήση άμεσων και έμμεσων κριτηρίων για την επιλογή των κατάλληλων γενοτύπων που θα συνδυάζουν σε υψηλό βαθμό τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (Simmonds, 1979). Σε κάθε περίπτωση, η βαρύτητα των κριτηρίων ορίζεται από τον βελτιωτή με βάση το φυτικό είδος, το συντελεστή κληρονομικότητας και τον τύπο της νεοδημιουργούμενης ποικιλίας (Jensen, 1988). Συνήθως η κατάταξη και η επιλογή γενοτύπων ή ποικιλιών γίνεται με βάση ένα κριτήριο κάθε φορά (για παράδειγμα απόδοση, ποιότητα ή περιεκτικότητα πρωτεΐνης) και ακολουθεί συνδυαστική επιλογή με ιεραρχική σειρά προτεραιότητας και δείκτες βαρύτητας. Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η αξιολόγηση της Ιεραρχικής Ανάλυσης (Analytical Hierarchy Process - AHP) για την κατάταξη γενοτύπων βάσει πολλών κριτηρίων, τα οποία συγκρίνονται ανά ζεύγη. Η σχετική σπουδαιότητα των κριτηρίων καθορίζεται από την εμπειρία και τις γνώσεις του εκάστοτε ερευνητή και επηρεάζεται από τους επιδιωκόμενους στόχους της κατάταξης και το περιβάλλον πειραματισμού. Η μέθοδος AHP προτάθηκε από τον Saaty (1980) και δίνει λύση σε προβλήματα πολυκριτήριας λήψης απόφασης (Koutsos κ.ά. 2016, Καραπιστόλης 2014, Vargas 2010, Saaty 2008, Καραπιστόλης 1999). Το γενικό πρόβλημα στο οποίο καλείται να δώσει λύση η AHP είναι το εξής:

Με ποιο τρόπο μπορεί να επιτευχθεί η κατάταξη k "αντικειμένων" ως προς n κριτήρια (A_1, A_2, … A_n) λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική σημαντικότητα των κριτηρίων ανά ζεύγη. Ο

όρος "αντικείμενα" αναφέρεται σε οποιαδήποτε "οντότητα" (για παράδειγμα, άτομα, γεγονότα ή καταστάσεις) για την οποία έχει γίνει καταγραφή μετρήσεων.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πρώτο βήμα για τη λύση του παραπάνω προβλήματος είναι η κατασκευή του πίνακα Σχετικής Σπουδαιότητας (ή Σημαντικότητας) **A**. Έστω $A_1, A_2, \ldots A_n$ n σε πλήθος κριτήρια, όπου το κριτήριο A_i είναι a_{ij} φορές πιο σημαντικό από το κριτήριο A_j. Η γενική μορφή του πίνακα **A** είναι η παρακάτω:

$$\mathbf{A}=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ A_n \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} A_1 & A_2 & A_3 & \ldots & A_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \ldots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & a_{23} & \ldots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \ldots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \ldots & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Παράδειγμα, αν το κριτήριο A_1 είναι 3 φορές πιο σημαντικό από το A_2 τότε το στοιχείο a_{12} του **A** θα είναι ίσο με 3 (a_{12}=3).

Το δεύτερο βήμα είναι ο υπολογισμός του Διανύσματος Προτεραιοτήτων **w** (Priority Vector). Το διάνυσμα **w** υπολογίζεται από την εξίσωση που δίνεται στη Σχέση [1].

$$\mathbf{Aw}=\lambda_{\max}\mathbf{w} \quad [1]$$

Στην [1], **w** είναι το Διάνυσμα Προτεραιοτήτων, **A** είναι ο Πίνακας Σχετικής Σπουδαιότητας και $\lambda_{\max}$ η μεγαλύτερη ιδιοτιμή (eigenvalue) του πίνακα **A**. Η τιμή της $\lambda_{\max}$ υπολογίζεται με τη μέθοδο EVD (Eigen Value Decomposition).

Το τρίτο βήμα αφορά στην Κανονικοποίηση των συντεταγμένων του **w**, ώστε οι τιμές των συντεταγμένων του **w** να είναι μεγαλύτερες ή ίσες από το 0 και το άθροισμα των τιμών των συντεταγμένων να είναι ίσο με 1. Η "κλασική" μέθοδος κανονικοποίησης είναι κάθε μία από τις συντεταγμένες του **w** να διαιρεθεί με το άθροισμά τους.

Στο τέταρτο βήμα υπολογίζονται ο Δείκτης Συνέπειας (Consistency Index – *CI*, βλέπε Σχέση 2) και με τη βοήθεια αυτού ο Λόγος Συνέπειας (Consistency Ratio – *CR*, βλέπε Σχέση 3):

$$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad [2] \quad \text{και} \quad CR=\frac{CI}{RI} \quad [3]$$

Στη Σχέση [3], *CI* είναι ο Δείκτης Συνέπειας (Σχέση 2) και *RI* ο Τυχαίος (random) Δείκτης Συνέπειας (λαμβάνεται από ειδικούς πίνακες). Ο πίνακας **A** θεωρείται συνεπής εάν ο δείκτης *CR* <0,10. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να καθοριστούν εκ νέου οι σχετικές σπουδαιότητες των κριτηρίων. Τα τέσσερα βήματα επαναλαμβάνονται και για την κατάταξη των *k* αντικειμένων ως προς κάθε κριτήριο ξεχωριστά. Για κάθε κριτήριο, η κατάταξη γίνεται χρησιμοποιώντας τους βαθμούς κατάταξης από το 1 έως και το *k*, όπου ο βαθμός *k* δίνεται στο

αντικείμενο με το καλύτερο βιολογικό ή πρακτικό αποτέλεσμα στο συγκεκριμένο κριτήριο. Συνεπώς, για κάθε κριτήριο *i* υπολογίζεται ο αντίστοιχος Πίνακας Σχετικής Σπουδαιότητας (ή Σημαντικότητας) $\mathbf{A_i}$ και το αντίστοιχο Διάνυσμα Προτεραιοτήτων $\mathbf{w_i}$, με i=1,…,*n*. Στο πέμπτο βήμα κατασκευάζεται ο $k \times n$ πίνακας **V,** όπου οι γραμμές του **V** αντιστοιχούν στα *k* αντικείμενα και οι στήλες του στα *n* κριτήρια. Τις στήλες του **V** αποτελούν τα Διανύσματα Προτεραιοτήτων ($\mathbf{w_i}$, με i=1,…,*n*) που έχουν υπολογιστεί για κάθε ένα κριτήριο ξεχωριστά. Στο έκτο βήμα υπολογίζονται οι τελικοί βαθμοί κατάταξης για τα *k* αντικείμενα μέσω της παρακάτω σχέσης (Σχέση 4):

$$\mathbf{Vw} \quad [4]$$

Παράδειγμα Εφαρμογής

Φυτικό Υλικό

Η AHP χρησιμοποιήθηκε για την κατάταξη 12 ποικιλιών (Πίνακας Α1) μαλακού σιταριού (10 παραδοσιακές ποικιλίες με κωδικούς Π1-Π10 και 2 εμπορικές με κωδικούς Π11 και Π12) ως προς τέσσερα κριτήρια: απόδοση σε καρπό (kg/στρέμμα), βάρος χιλίων κόκκων (ΒΧΚ) σε g, ύψος φυτών (cm) και δείκτης γλουτένης (%). Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα που υλοποιήθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού R (package "ahp"). Οι δέκα παραδοσιακές ποικιλίες προήλθαν από τη συλλογή του δικτύου για τη βιοποικιλότητα και την οικολογία στη γεωργία «ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ», ενώ ο αρχικός σπόρος ήταν από συλλογές της Τράπεζας Γενετικού Υλικού του Κέντρου Γεωργικής Έρευνας Βόρειας Ελλάδας. Οι εμπορικές ποικιλίες Γεκόρα 'Ε' και Γκόγκας-2 που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες αποτελούν δημιουργίες του Ινστιτούτου Σιτηρών και βρίσκονται σήμερα σε σποροπαραγωγική διαδικασία. Τα δεδομένα (μέσοι όροι) προέρχονται από πείραμα που εγκαταστάθηκε σε δύο περιοχές, στο Ινστιτούτο Σιτηρών στη Θέρμη και στο Σταθμό Γεωργικής Έρευνας στον Άγιο Μάμα, κατά την περίοδο 2013-14 (Πίνακας Α1). Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το RCBD (4 ομάδες). Οι σχετικές σπουδαιότητες των τεσσάρων κριτηρίων καθορίστηκαν από την ερευνητική ομάδα ως εξής: Απόδοση/ΒΧΚ=6, Απόδοση/Ύψος φυτού=6, Απόδοση/Δείκτης Γλουτένης=3, Δείκτης Γλουτένης/ΒΧΚ=2, Δείκτης Γλουτένης/Ύψος φυτού=2, ΒΧΚ/Ύψος φυτού=1.

Αποτελέσματα

Ο πίνακας Σχετικής Σπουδαιότητας (ή Σημαντικότητας) **A** για τα τέσσερα κριτήρια είναι ο παρακάτω (Πίνακας Α):

Πίνακας Α: Πίνακας Σχετικής Σπουδαιότητας των κριτηρίων ανά ζεύγη

Κριτήρια	Απόδοση	ΒΧΚ	Ύψος φυτού	Δείκτης Γλουτένης
Απόδοση	1	6	6	3
ΒΧΚ (g)	1/6	1	1	1/2
Ύψος φυτού	1/6	1	1	1/2
Δείκτης Γλουτένης (%)	1/3	2	2	1

Με βάση τα αποτελέσματα της EVD του πίνακα **A**, το Διάνυσμα Προτεραιοτήτων για τέσσερα κριτήρια είναι το $\mathbf{w}^T$=(0,60, 0,10, 0,10, 0,20) ή ισοδύναμα το $\mathbf{w}^T$=(60%, 10%, 10%, 20%).

Οι τέσσερις συντεταγμένες του **w** αντιστοιχούν στην απόδοση (με σπουδαιότητα ή σημαντικότητα 60%), στο ΒΧΚ (με σπουδαιότητα 10%), στο ύψος (με σπουδαιότητα 10%) και στο Δείκτη Γλουτένης (με σπουδαιότητα 20%). Οι συντεταγμένες του **w** εκφράζουν τη σχετική σπουδαιότητα (σημαντικότητα ή βαρύτητα) που θα έχει το καθένα από τα τέσσερα κριτήρια στην τελική κατάταξη των 12 ποικιλιών μαλακού σιταριού. Ο Λόγος Συνέπειας του πίνακα **A** υπολογίστηκε σε CR=0,0027<0,10. Επομένως, ο **A** είναι συνεπής (δεν απαιτείται επανακαθορισμός των σχετικών σπουδαιοτήτων των τεσσάρων κριτηρίων). Στον Πίνακα Α1 παρουσιάζονται για κάθε ποικιλία οι τιμές στα τέσσερα κριτήρια (αρχικά δεδομένα). Στον Πίνακα Α2 παρουσιάζονται για κάθε ποικιλία οι βαθμοί κατάταξης σε κάθε κριτήριο. Στον Πίνακα Α3 παρουσιάζεται ο πίνακας **V**.

Πίνακας Α1: Αρχικές τιμές των 12 ποικιλιών στα τέσσερα κριτήρια κατάταξης (μέσοι όροι από οκτώ επαναλήψεις)					Πίνακας Α2: Μετατροπή του αρχικού πίνακα δεδομένων σε πίνακα κατάταξης				
Κωδικοί Ποικιλιών	Απόδοση	ΒΧΚ	Ύψος	Δείκτης Γλουτένης	Κωδικοί Ποικιλιών	Απόδοση	ΒΧΚ	Ύψος	Δείκτης Γλουτένης
Π1. Αθέρας Κερκύρας 185	130,0	38,38	129,8	44,6	Π1	1	4	11	6
Π2. Ζουλίτσα Αρκαδίας	138,5	44,80	122,7	47,6	Π2	4	12	5	9
Π3. 18 Κοντοπούλι 16	147,5	36,05	129,2	43,1	Π3	6	2	9	5
Π4. 4 Κοντοπούλι	134,0	44,49	123,8	38,1	Π4	2	11	7	1
Π5. Τσιπούρα Σάμου	151,0	42,94	119,4	41,9	Π5	7	10	4	4
Π6. Μαυραγάνι Αιτωλοακαρνανίας	138,3	41,55	134,1	44,8	Π6	3	6	12	7
Π7. Χάσικο Κρήτης	156,5	41,68	129,8	38,7	Π7	9	8	11	2
Π8. Ασπρόσταρο Λάρισας	139,0	39,31	128,5	46,9	Π8	5	5	8	8
Π9. Μαυραγάνι Αργολίδας	152,5	42,76	123,4	41,7	Π9	8	9	6	3
Π10. Σκληρόπετρα Πτολεμαΐδας	264,5	34,35	92,1	53,1	Π10	10	1	2	11
Π11. Γεκόρα 'Ε'	327,0	41,67	74,3	75,7	Π11	12	7	1	12
Π12. Γκόγκας-2	319,5	37,01	96,1	47,9	Π12	11	3	3	10

Πίνακας Α3: Ο πίνακας **V**, οι στήλες του οποίου αποτελούν τα Διανύσματα Προτεραιοτήτων ($\mathbf{w}_i$, με i=1,…,4) για κάθε κριτήριο

Κωδικοί Ποικιλιών	Απόδοση	ΒΧΚ	Ύψος	Δείκτης Γλουτένης
Π1	0,013	0,051	0,139	0,077
Π2	0,051	0,154	0,063	0,115
Π3	0,077	0,026	0,114	0,064
Π4	0,026	0,141	0,089	0,013
Π5	0,090	0,128	0,051	0,051
Π6	0,038	0,077	0,152	0,090
Π7	0,115	0,103	0,139	0,026
Π8	0,064	0,064	0,101	0,103
Π9	0,103	0,115	0,076	0,038
Π10	0,128	0,013	0,025	0,141
Π11	0,154	0,090	0,013	0,154
Π12	0,141	0,038	0,038	0,128

Από τη Σχέση [4] προκύπτει η τελική κατάταξη των 12 ποικιλιών, η οποία δίνεται στον Πίνακα Α4 (στη στήλη με τίτλο "Βαθμοί: Πρώτη Μέθοδος"). Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η AHP επαναλήφθηκε και με άλλες μεθόδους κατάταξης των ποικιλιών ως προς τις τιμές των κριτηρίων με σκοπό να κατασκευαστεί ο Πίνακας Α2. Αυτό κρίθηκε αναγκαίο διότι διαπιστώθηκε ότι οι τελικοί βαθμοί κατάταξης των ποικιλιών δεν αντανακλούσαν τις πραγματικές διαφορές των ποικιλιών, κυρίως ως προς το κριτήριο της απόδοσης (που είχε και τη μεγαλύτερη βαρύτητα 60%). Από τα στοιχεία του Πίνακα Α1 διαπιστώνεται ότι οι ποικιλίες Π11 και Π12 έχουν σημαντική διαφορά στην απόδοση σε σχέση με την αμέσως πιο αποδοτική, την ποικιλία Π10. Οι διαφορές αυτές δεν αντανακλώνται στους τελικούς βαθμούς κατάταξης αυτών των ποικιλιών. Πιο συγκεκριμένα, από τον Πίνακα Α4 (από τη στήλη με τίτλο "Βαθμοί: Πρώτη Μέθοδος") φαίνεται ότι οι διαφορές στους τελικούς βαθμούς κατάταξης μεταξύ των τριών ποικιλιών είναι σχετικά μικρές (0,133 για την ποικιλία Π11, 0,118 για την ποικιλία Π12 και 0,109 για την ποικιλία Π10). Η μέθοδος κατάταξης, βάσει της οποίας οι τελικοί βαθμοί κατάταξης των ποικιλιών αντανακλούν τις διαφορές των ποικιλιών στις αρχικές τιμές των κριτηρίων, ήταν αυτή όπου αντί για τις αρχικές τιμές στα τέσσερα κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν τα αντίστοιχα *z*-scores (τυπικοί βαθμοί-τιμές). Ειδικότερα, για την πραγματοποίηση της προτεινόμενης μεθόδου κατάταξης των ποικιλιών ακολουθήθηκε η παρακάτω ακολουθία μετασχηματισμών για κάθε κριτήριο ξεχωριστά:

$$Z_i = \frac{X_i - \overline{X}}{S}, \text{ για } i=1,\ldots,12 \quad [5]$$

$$M_i = Z_i + \left| min\, Z_i \right|, \text{ για } i=1,\ldots,12 \quad [6]$$

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^{12} M_i}, \text{ για } i=1,\ldots,12 \quad [7]$$

Στη Σχέση [5], X_i είναι οι αρχικές τιμές του κριτηρίου για τις 12 ποικιλίες, $\overline{X}$ είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των 12 τιμών και S είναι η τυπική τους απόκλιση. Μέσω της [5] οι αρχικές τιμές του κριτηρίου μετασχηματίστηκαν σε *z*-scores (Z_i). Μέσω της [6] τα *z*-scores μετασχηματίστηκαν σε μια νέα κλίμακα με μικρότερη τιμή το 0. Και, τέλος μέσω της [7] έγινε κανονικοποίηση των μετασχηματισμένων τιμών M_i, ώστε το άθροισμά τους να είναι ίσο με 1. Με βάση τις μετασχηματισμένες (και κανονικοποιημένες) τιμές N_i των τεσσάρων κριτηρίων κατασκευάστηκε ο πίνακας **V** και στη συνέχεια μέσω της Σχέσης [4] υπολογίστηκαν οι τελικοί βαθμοί κατάταξης των 12 ποικιλιών (Πίνακας Α4, στήλη "Βαθμοί: Δεύτερη Μέθοδος"). Μέσω της προτεινόμενης κανονικοποίησης δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή της EVD στους πίνακες $\mathbf{A_i}$ και συνεπώς υπάρχει σημαντικό υπολογιστικό όφελος. Στον Πίνακα Α4 δίνεται η τελική κατάταξη των 12 ποικιλιών και με τις δύο μεθόδους κατάταξης.

Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα Α4 διαπιστώνεται: α) ότι και με τις δύο μεθόδους κατάταξης οι τρεις "καλύτερες" ποικιλίες είναι η Π11, Π12 και Π10, ενώ οι δύο "χειρότερες" η Π1 και η Π4, και β) με την προτεινόμενη μέθοδο οι τελικοί βαθμοί κατάταξης αναδεικνύουν "εντονότερα" τις διαφορές που έχουν οι ποικιλίες ως προς τις αρχικές τιμές των κριτηρίων (ιδιαίτερα ως προς τις τιμές της απόδοσης).

Πίνακας Α4: Τελική κατάταξη των 12 ποικιλιών μαλακού σιταριού

Κατάταξη Ποικιλιών	Βαθμοί: Πρώτη Μέθοδος*	Κατάταξη Ποικιλιών	Βαθμοί: Δεύτερη Μέθοδος*
Π11	0,133	Π11	0,266
Π12	0,118	Π12	0,204
Π10	0,109	Π10	0,158
Π7	0,099	Π2	0,050
Π9	0,088	Π9	0,049
Π5	0,082	Π5	0,047
Π2	0,076	Π7	0,047
Π8	0,076	Π6	0,042
Π3	0,073	Π8	0,042
Π6	0,064	Π3	0,039
Π1	0,042	Π1	0,029
Π4	0,041	Π4	0,027

* Ο συντελεστής συσχέτισης των τάξεων *rho* του Spearman μεταξύ των δύο κατατάξεων υπολογίστηκε σε *rho*=0,717 (*p*=0,009).

Συμπεράσματα και συζήτηση

Μέσω της Ιεραρχικής Ανάλυσης (AHP) είναι δυνατή η κατάταξη γενοτύπων ως προς πολλά κριτήρια ταυτόχρονα, λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική σπουδαιότητα (ή σημαντικότητα) των κριτηρίων ανά ζεύγη.

Η σχετική σπουδαιότητα των κριτηρίων καθορίζεται από τους ερευνητές ή άλλους ειδικούς (ή/και με βάση τη σχετική βιβλιογραφία). Η σχετική σημαντικότητα των κριτηρίων δεν είναι στατική. Ενδεχομένως θα πρέπει να επαναπροσδιοριστεί σε περίπτωση επανάληψης του πειράματος σε διαφορετικό περιβάλλον ή εάν αλλάξει η στοχοθέτηση της έρευνας.

Η προτεινόμενη μέθοδος κατάταξης που βασίζεται στα *z*-scores των αρχικών τιμών των κριτηρίων ανέδειξε "εντονότερα" τις διαφορές των 12 ποικιλιών και μάλιστα με σημαντικό υπολογιστικό όφελος.

Βιβλιογραφία

Jensen, N.F. 1988. Plant Breeding Methodology. Willey, New York.

Καραπιστόλης, Δ. 1999. Ανάλυση Δεδομένων και Έρευνα Αγοράς. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΑΝΙΚΟΥΛΑ.

Καραπιστόλης, Δ. 2014. Ιεραρχική Ανάλυση. Τετράδια Ανάλυσης Δεδομένων 15: 81-89.

Koutsos, T., Dimopoulos, G. and Mamolos, A. 2016. A novel method for assessing and mapping multiple impacts due to a technical construction project. Landsc. Ecol. Eng. 12(1): 25-40.

Saaty, T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

Saaty, T.L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences 1(1): 83-98.

Simmonds, N.W. 1979. Principles of Crop Improvement. Longman, London.

Vargas, R.V. 2010. Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projects in a Portfolio. PMI Global Congress 2010.

Title: RANKING OF GENOTYPES BASED ON A MULTIPLE RELATIVE CRITERIA ANALYSIS: A METHODOLOGICAL PROPOSAL

Menexes, G., Markos, A., Korpetis, E., Koutsos, T., and Mavromatis, A.

In this present work, a new methodology for ranking genotypes is presented based on a multiple relative criteria analysis. Criteria, such as the crop yield components, are compared in pairs, depending on their relative importance. The relative importance of the criteria is determined by the researcher and it is being influenced by the objectives of the rankings and experimentation environment. The proposed method, which is based on the Analytical Hierarchy Process (AHP), provides solutions to problems of multi-criteria decision-making. In this paper, the method of AHP was amended to rank twelve bread wheat varieties based on four criteria: performance, thousand-grain weight, plant height, and gluten index.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΧΑΜΟΜΗΛΙΟΥ (*Matricaria chamomilla* L.) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Ν. Τσιβελίκα[1], Αικ. Γκούσεβα[1], Ε. Σάρρου[1], Π. Χατζοπούλου[2], Χ. Πάνκου[1], Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ[1], Α. Μαυρομάτης[1]

[1]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, 54124, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
[2]Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών, Θέρμη 57001, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση φυσικών πληθυσμών χαμομηλιού (*Matricaria chamomilla* L.) και η σύγκριση τους με εμπορικές ποικιλίες ως προς αγροκομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, ώστε να προκύψουν πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα αξιοποίησης υπάρχουσας και τη δημιουργία νέας ωφέλιμης παραλλακτικότητας. Συγχρόνως, εφαρμόστηκε κυψελωτή ενδοπληθυσμιακή επιλογή στον πλέον υποσχόμενο ως προς τη σύσταση του αιθερίου ελαίου φυσικό πληθυσμό (ch. 19/2009) που διατηρείται και αναπαράγεται στο Ι.Γ.Β. & Φ.Π., με στόχο την αναβάθμισή του. Η αρχική αξιολόγηση έγινε με συλλογή γενετικού υλικού από αυτοφυείς πληθυσμούς χαμομηλιού από τον Ελλαδικό χώρο κατά το έτος 2015, ενώ κατά την καλλιεργητική περίοδο 2015-16 εγκαταστάθηκαν δύο πειραματικοί αγροί στο Ι.Γ.Β. & Φ.Π. για περαιτέρω αξιολόγηση και επιλογή. Το πειραματικό σχέδιο ακολούθησε την κυψελωτή διάταξη, ενώ κατά την πορεία ανάπτυξης της καλλιέργειας καταγράφηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά με βάση τον κατάλογο περιγραφής της UPOV, καθώς επίσης και τα αγροκομικά γνωρίσματα. Για τον προσδιορισμό των αιθερίων ελαίων συγκομίστηκαν τα άνθη κατά το στάδιο της πλήρους άνθησης από φυτά που αναπτύχθηκαν σε γραμμές στη συνήθη πυκνότητα καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φυσικοί πληθυσμοί υστερούν σε σχέση με τις τετραπλοειδείς εμπορικές ποικιλίες, ενώ παρουσιάζουν ικανοποιητική χημική σύσταση αιθερίου ελαίου. Συγκεκριμένα, ο φυσικός πληθυσμός (ch. 19/2009) εμφανίζει επιθυμητή χημική σύσταση αιθερίου ελαίου, εφάμιλλη ή και υπέρτερη των εμπορικών ποικιλιών. Επομένως, η ενδοπληθυσμιακή επιλογή κρίνεται απαραίτητη για την παραγωγή γενετικού υλικού χαμομηλιού προσαρμοσμένου στις ελληνικές συνθήκες, με αναβαθμισμένα χαρακτηριστικά απόδοσης και ποιότητας.

Λέξεις κλειδιά: Φυσικοί πληθυσμοί χαμομηλιού, κυψελωτή διάταξη, ενδοπληθυσμιακή επιλογή, αιθέριο έλαιο

Εισαγωγή

Το χαμομήλι είναι ένα ευρέως γνωστό και μεγάλου εμπορικού ενδιαφέροντος φαρμακευτικό φυτό. Χρησιμοποιείται ως αφέψημα, στη φαρμακευτική, σε καλλυντικά, ενώ έχει εντομοαπωθητικές και παρασιτοκτόνες ιδιότητες. Επιπλέον, το εκχύλισμα και το έλαιό του χρησιμοποιούνται στην κτηνιατρική, καθώς επίσης και για την ανάκτηση μολυσμένων εδαφών (Das 2015).

Σύμφωνα με τους Darlington and Wylie (1955), καθώς επίσης και τους Heywood and Harborne (1977), ο βασικός χρωμοσωμικός αριθμός του χαμομηλιού είναι x=9, ενώ οι φυσικοί

πληθυσμοί είναι διπλοειδείς (2n=2x=18). Παρόλα αυτά, μέσω διαφόρων κυτταρολογικών χειρισμών και με σκοπό τη βελτίωση των αγροκομικών χαρακτηριστικών, της απόδοσης και ποιότητας του αιθερίου ελαίου, έχουν δημιουργηθεί και τετραπλοειδείς ποικιλίες χαμομηλιού (2n=4x=36) (Das 2015).

Σημαντικό θεωρείται το γεγονός ότι τα φυτά χαμομηλιού, τόσο τα αυτοφυή, όσο και τα καλλιεργούμενα, είναι εξαιρετικά ετερογενή ως προς τη μορφολογία τους. Στο συμπέρασμα αυτό οδηγήθηκαν πολλοί ερευνητές, αναλύοντας διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά μεταξύ ποικιλιών (Aiello *et al.* 2004), μεταξύ γονέων και απογόνων (Gosztola *et al.* 2008), καθώς επίσης και τη γενετική παραλλακτικότητα φυσικών πληθυσμών (Solouki *et al.* 2008). Επιπλέον, η σύσταση του αιθερίου ελαίου παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα. Οι Salamon *et al.* (2010) ανέφεραν μεγάλη παραλλακτικότητα σε φυσικούς πληθυσμούς χαμομηλιού που μελετήθηκαν σε διάφορες περιοχές του Ιράν. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν οι Orav *et al.* (2010) μελετώντας τη σύσταση του αιθερίου ελαίου χαμομηλιού σε 13 πληθυσμούς, που συλλέχθηκαν από διαφορετικές Ευρωπαϊκές χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα. Παρά το γεγονός ότι η εμπορική αξία του χαμομηλιού είναι σημαντική, στην Ελλάδα καλλιεργείται με σπόρους που εισάγονται από το εξωτερικό (Μαλούπα κ.α. 2013), ή από τυχαίους αυτοφυείς πληθυσμούς, γεγονός που καθιστά επιτακτική την ανάγκη για την παραγωγή ελληνικών βελτιωμένων ποικιλιών χαμομηλιού.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, ήταν η συλλογή και επιλογή κατάλληλων γενοτύπων ως προς τη σύσταση του αιθερίου ελαίου από αυτοφυείς ελληνικούς πληθυσμούς. Απώτερος στόχος είναι μελλοντικά οι επιλεγμένοι πληθυσμοί να αποτελέσουν τη βάση για την παραγωγή γενετικού υλικού χαμομηλιού προσαρμοσμένου στις ελληνικές συνθήκες, με αναβαθμισμένα χαρακτηριστικά απόδοσης και ποιότητας, σύμφωνα με τις διεθνείς έγκριτες προδιαγραφές επίσημων Φαρμακοποιιών ή/και εμπορικών προτύπων.

Υλικά και Μέθοδοι

Κατά το έτος 2015 ο φυσικός πληθυσμός χαμομηλιού (ch. 19/2009) με επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά και χημική σύσταση, που διατηρείται και αναπαράγεται στο Ι.Γ.Β. & Φ.Π. / Τμήμα Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών, συγκρίθηκε και αξιολογήθηκε ως προς τη σύσταση του αιθερίου ελαίου σε σχέση με άλλους δέκα αυτοφυείς πληθυσμούς καθώς επίσης και με μία εμπορική ποικιλία (Πίνακας 1). Επιλέχθηκαν οι δύο περισσότερο υποσχόμενοι φυσικοί πληθυσμοί (ch. 19/2009 και ch. 40/2015), οι οποίοι κατά την καλλιεργητική περίοδο 2015-16 συγκρίθηκαν με πέντε ξένες εμπορικές ποικιλίες του Ευρωπαϊκού καταλόγου (Banatska 2x, Bodegold 4x, Lutea 4x, Zloty Lan 4x, Goral 4x) σε ανοιχτό αγρό του Ι.Γ.Β. & Φ.Π., στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Το πειραματικό σχέδιο ήταν η κυψελωτή διάταξη R-7 (Fasoulas and Fasoula 1995) με 14 γραμμές των 33 φυτών η καθεμία και αποστάσεις φύτευσης 1 m επί της γραμμής. Επιπλέον, στην ίδια τοποθεσία, σε κυψελωτό πείραμα (10 γραμμές των 16 φυτών και αποστάσεις φύτευσης 1 m επί της γραμμής) εφαρμόστηκε ανεξάρτητη ενδοπληθυσμιακή επιλογή απουσία ανταγωνισμού στον πλέον υποσχόμενο φυσικό πληθυσμό (ch. 19/2009). Τέλος, για την παραλαβή των αιθερίων ελαίων εγκαταστάθηκαν για κάθε γενετικό υλικό γραμμές στη συνήθη πυκνότητα καλλιέργειας.

Μετρήσεις μορφολογικών και αγροκομικών γνωρισμάτων:

Οι μετρήσεις ελήφθησαν με βάση το ατομικό φυτό και καταγράφηκαν ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά (διάμετρος ανθικής κεφαλής και ανθικού δίσκου) με βάση τον

κατάλογο περιγραφής της UPOV (Εικόνα 1), καθώς επίσης και αγροκομικά γνωρίσματα (νωπό βάρος φυτού και ξηρό βάρος ανθέων/φυτό), ώστε να προκύψει μια ολοκληρωμένη περιγραφή των υλικών. Η συγκομιδή των φυτών έγινε στο στάδιο της πλήρους άνθισης, δηλαδή στο 3ο στάδιο του βιολογικού κύκλου, όπου το ποσοστό ανοιχτών ανθέων είναι πάνω από 50% ανά φυτό (Franz 1980). Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το στατιστικό πακέτο JMP (ver.13) και οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν ανά δύο ως δείγματα ανεξάρτητα για επίπεδο σημαντικότητας ελέγχου α=0,05.

Προσδιορισμός αιθερίων ελαίων:

Η παραλαβή των αιθερίων ελαίων χαμομηλιού πραγματοποιήθηκε με απόσταξη αποξηραμένων ανθοκεφαλών σε αποστακτική συσκευή τύπου Clevenger, που προτείνεται από την Ευρωπαϊκή Φαρμακοποιία και οι αποδόσεις υπολογίστηκαν σε ml αιθερίου ελαίου/100gr φυτικού υλικού. Οι αναλύσεις των αιθερίων ελαίων έγιναν σε Αέριο Χρωματογράφο με ανιχνευτή Φασματογράφο Μάζας (GC/MS), σε στήλη fused silica DB-5 και με εφαρμογή κατάλληλων θερμικών προγραμμάτων. Η ταυτοποίηση των κύριων συστατικών των αιθερίων ελαίων προέκυψε με σύγκριση των Relative Indices (RI) των συστατικών τους με αντίστοιχα της βιβλιογραφίας, καθώς και με σύγκριση του φάσματος αυτών με αυτά που περιλαμβάνονται σε γνωστές βιβλιοθήκες φασμάτων (NIST 98, Wiley κλπ).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η αρχική αξιολόγηση ως προς τη σύσταση του αιθερίου ελαίου των έντεκα φυσικών πληθυσμών και της εμπορικής ποικιλίας χαμομηλιού έδειξε ότι, όσον αφορά τα δύο πλέον σημαντικά συστατικά του χαμομηλιού (α-βισαβολόλη και χαμαζουλένιο), οι πληθυσμοί 1 και 2 (ch. 19/2009 και ch. 40/2015, αντίστοιχα) εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές σε σχέση με τους υπόλοιπους φυσικούς πληθυσμούς. Συγκριτικά με την εμπορική ποικιλία Banatska (2x), οι αποδόσεις στα δύο αυτά συστατικά ήταν παρόμοιες ή μεγαλύτερες. Μάλιστα, ο φυσικός πληθυσμός 1 με απόδοση 31,4% σε α-βισαβολόλη και 13,8% σε χαμαζουλένιο, παρουσιάζεται ως ο πλέον υποσχόμενος με τις υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τα υπόλοιπα υλικά (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Αρχική αξιολόγηση υλικών ως προς τη χημική σύσταση (περιεκτικότητα %) των κυριότερων συστατικών αιθερίου ελαίου των έντεκα φυσικών πληθυσμών (1 έως 11) και της εμπορικής ποικιλίας (BA: Banatska) χαμομηλιού.

Συστατικά	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	BA
β-farnesene	8.4	5.2	14.9	3.6	10.8	3.8	7.0	3.8	5.9	3.8	3.3	20.0
α-bisabolone oxide	tr*	tr	39.3	73.6	7.4	31.9	51.7	81.9	32.4	28.0	76.2	11.9
α-bisabolol oxide A	1.1	17,2	2.8	4.3	34.4	3.2	4.3	2.0	41.9	4.2	2.7	23.1
α-bisabolol oxide B	25.4	40.0	8.6	4.8	27.8	47.3	9.1	1.9	5.0	42.2	2.7	19.7
α-bisabolol	31.4	15.2	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
chamazulene	13.8	8.5	1.2	0.6	0.2	0.4	0.3	tr	tr	tr	tr	8.1
Spiroethers	4.8	4.6	6.3	5.3	1.5	3.1	9.4	1.1	5.7	5.3	3.6	0.8

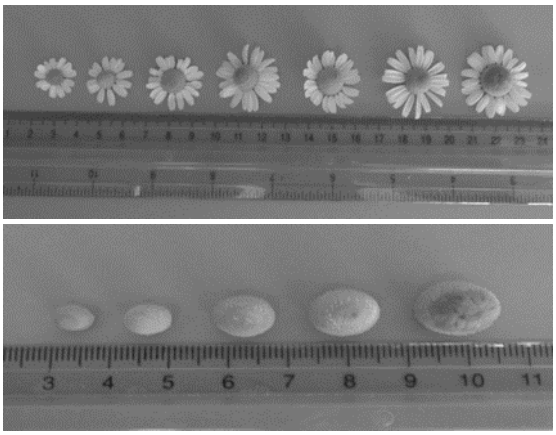
*tr: Ίχνη

Η σύγκριση σε δεύτερη φάση των επιλεγμένων πληθυσμών με τις εμπορικές ποικιλίες έδειξε ότι, για τα γνωρίσματα που αξιολογήθηκαν οι φυσικοί πληθυσμοί παρουσίασαν υστέρηση σε σχέση με τις τετραπλοειδείς (4x) εμπορικές ποικιλίες, ενώ πλησίασαν σημαντικά τις τιμές της διπλοειδούς (2x) ποικιλίας. Πιο συγκεκριμένα, οι φυσικοί πληθυσμοί εμφάνισαν μικρές τιμές ως προς τη διάμετρο ανθικής κεφαλής (18,55 mm και 21,36 mm) και ανθικού δίσκου (6,32 mm και 6,90 mm), ενώ από τις εμπορικές ποικιλίες ξεχώρισε η Goral (4x), με μέσο όρο διαμέτρου ανθικής κεφαλής 27,10 mm και ανθικού δίσκου 9,63 mm (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Μέσοι όροι διαμέτρου ανθικής κεφαλής και ανθικού δίσκου των δύο φυσικών πληθυσμών και των πέντε εμπορικών ποικιλιών χαμομηλιού.

Γενετικό Υλικό	Διάμετρος Ανθικής Κεφαλής (mm)	Διάμετρος Ανθικού Δίσκου (mm)
ch. 19/2009	21,36 d	6,90 e
ch. 40/2015	18,55 e	6,32 f
Banatska	21,03 d	7,51 d
Bodegold	24,77 b	8,05 c
Lutea	23,19 c	9,51 a
Zloty Lan	23,68 c	8,90 b
Goral	27,10 a	9,63 a

Μέσοι όροι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους για α=0,05 (t-test).



Εικόνα 1: Διαφορετικά μεγέθη διαμέτρου ανθικής κεφαλής (επάνω) και διαμέτρου ανθικού δίσκου (κάτω).

Ως προς το άθροισμα των συστατικών που έμμεσα προσεγγίζουν το παραγωγικό δυναμικό (Fasoula and Fasoula 2002), η εμπορική ποικιλία Bodegold (4x) ήταν αυτή που άθροισε την υψηλότερη τιμή ως προς το δυναμικό νωπού βάρους φυτού (Πίνακας 3). Αντίθετα, η εμπορική ποικιλία Zloty Lan (4x) ήταν αυτή που άθροισε την υψηλότερη τιμή ως προς το δυναμικό ξηρού βάρους ανθέων ανά φυτό (Πίνακας 4). Γενικά, οι τετραπλοειδείς (4x) εμπορικές ποικιλίες (Bodegold, Lutea, Zloty Lan, Goral) ήταν αυτές που εμφάνισαν το υψηλότερο γενικό σύνολο ως προς το δυναμικό του νωπού βάρους φυτού, ενώ η διπλοειδής (2x) εμπορική ποικιλία (Banatska) υστέρησε ακόμα και σε σχέση με τους φυσικούς πληθυσμούς. Αντίθετα, ως προς το δυναμικό του ξηρού βάρους ανθέων ανά φυτό, η διπλοειδής (2x) εμπορική ποικιλία (Banatska) ξεπέρασε σε ποσοστό ακόμα και ορισμένες τετραπλοειδείς (4x) εμπορικές ποικιλίες, ενώ οι φυσικοί πληθυσμοί έδωσαν αντίστοιχα το μικρότερο ποσοστό.

Πίνακας 3: Μέσο νωπό βάρος φυτού. Αξιολόγηση των δύο φυσικών πληθυσμών και των πέντε εμπορικών ποικιλιών χαμομηλιού ως προς τα τρία συστατικά του παραγωγικού δυναμικού.

Γενετικό Υλικό	Μέσο Νωπό Βάρος Φυτού (gr)	%	Σταθερότητα	%	Ανταπόκριση στις Εισροές	%	Γενικό Σύνολο
ch. 19/2009	288,40 c	50	3,08	93	1,87	98	241
ch. 40/2015	275,65 c	48	3,32	100	1,73	90	238
Banatska	315,42 c	55	2,54	77	1,91	100	232
Bodegold	571,61 a	100	3,08	93	1,61	84	277
Lutea	466,89 b	82	2,97	90	1,76	92	264
Zloty Lan	478,39 b	84	2,76	83	1,85	97	264
Goral	451,11 b	79	2,63	79	1,83	96	254

Μέσοι όροι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους για α=0,05 (t-test).

Πίνακας 4: Μέσο ξηρό βάρος ανθέων ανά φυτό. Αξιολόγηση των δύο φυσικών πληθυσμών και των πέντε εμπορικών ποικιλιών χαμομηλιού ως προς τα τρία συστατικά του παραγωγικού δυναμικού.

Γενετικό Υλικό	Μέσο Ξηρό Βάρος Ανθέων/Φυτό (gr)	%	Σταθερότητα	%	Ανταπόκριση στις Εισροές	%	Γενικό Σύνολο
ch. 19/2009	13,72 c	49	2,65	95	1,90	92	236
ch. 40/2015	12,46 c	45	2,79	100	1,80	87	232
Banatska	21,38 b	77	2,62	94	2,08	100	271
Bodegold	27,84 a	100	2,45	88	1,55	75	263
Lutea	25,76 a	93	2,63	94	1,83	88	275
Zloty Lan	25,52 a	92	2,46	88	2,06	99	279
Goral	25,91 a	93	2,10	75	1,95	94	262

Μέσοι όροι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους για α=0,05 (t-test).

Τέλος, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τετραπλοειδείς (4x) εμπορικές ποικιλίες είχαν τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο, με την Goral (4x) να υπερτερεί έναντι όλων (0,72 ml/100gr). Αντιθέτως, η Banatska (2x) και οι φυσικοί πληθυσμοί χαμομηλιού έδωσαν τις μικρότερες αποδόσεις, με το φυσικό πληθυσμό ch. 19/2009 να δίνει τη μικρότερη τιμή (0,42 ml/100gr) και το φυσικό πληθυσμό ch. 40/2015 να εμφανίζει τιμή ίση με τη διπλοειδή (2x) εμπορική ποικιλία (0,54 ml/100gr). Σε αντιδιαστολή με την απόδοση σε αιθέριο έλαιο, οι φυσικοί πληθυσμοί εμφάνισαν υψηλά ποσοστά των σημαντικότερων συστατικών του αιθερίου ελαίου (α-βισαβολόλη και χαμαζουλένιο), ξεπερνώντας μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις τα αντίστοιχα των εμπορικών ποικιλιών (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Απόδοση αιθερίου ελαίου και περιεκτικότητα ως προς τα δύο σημαντικότερα συστατικά των δύο φυσικών πληθυσμών και των πέντε εμπορικών ποικιλιών χαμομηλιού.

Γενετικό Υλικό	ch. 19/2009	ch. 40/2015	Banatska	Bodegold	Lutea	Zloty Lan	Goral
Απόδοση Αιθερίου Ελαίου (ml /100gr)*	0,42	0,54	0,54	0,58	0,64	0,66	0,72
α-bisabolol (%)	34,46	12,93	tr	tr	41,08	tr	28,85
chamazulene (%)	15,28	5,85	9,59	11,35	19,11	17,93	20,84

*Μέσος όρος απόδοσης αιθερίου ελαίου.

tr: Ίχνη

Συμπερασματικά, οι φυσικοί πληθυσμοί χαμομηλιού έδειξαν να υστερούν σε παραγωγικό δυναμικό, σε μέγεθος ανθικής κεφαλής και ανθικού δίσκου, αλλά να παρουσιάζουν ικανοποιητική απόδοση και σύσταση σε αιθέριο έλαιο. Ειδικότερα, ο φυσικός πληθυσμός ch. 19/2009 έδειξε επιθυμητή χημική σύσταση αιθερίου ελαίου εφάμιλλη ή υπέρτερη των εμπορικών ποικιλιών. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι ο πληθυσμός αυτός είναι υποσχόμενος για ενδοπληθυσμιακή επιλογή με στόχο την αύξηση του παραγωγικού δυναμικού και της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο.

Βιβλιογραφία

Aiello, N., F. Scarteezzini, C. Vender, and C. Brunelli. 2004. Morpho-productive and qualitative characteristics of a chamomile selection compared with other cultivars.In: Atti del convegno: Prospettive di produzione e di impiego delle piante officinali: la camomilla, San Sepolcro (AR), Pistrino (PG), Italia, maggio 19–20, 2003, pp.45–50.

Darlington, C.D., and A.P. Wylie. 1955. Chromosome Atlas of Flowering Plants. London, United Kingdom: Allen and Unwin, p.268.

Das, M. 2015. Chamomile medicinal, biochemical, and agricultural aspects. CRC Press, Boca Raton, FL.

Fasoula, V.A., and D.A. Fasoula. 2002. Principles underlying genetic improvement for high and stable crop yield potential. Field Crops Res. 75: 191-209.

Fasoulas, A.C., and V.A. Fasoula. 1995. Honeycomb Selection Designs, Plant Breeding Reviews, 13: 87–139.

Franz, Ch. 1980. Content and composition of the essential oil in flower heads of *Matricaria chamomilla* L.during its ontogenetical development. Acta Horticulturae 96: 317–322.

Gosztola, B., L. Varga, E. Németh, Z. Bodor, S. Sárosi, and S. Szabó. 2008. Morphological characteristics of the selected I_2 generation of chamomile (*Matricaria recutita* L.) Kertgazdasag Horticulture 40(4): 72–78.

Heywood, V.H., and J.B. Harborne (eds.). 1977. Anthemideae - Systematic review. In: The Biology and Chemistry of Compositae. Volume II. London, United Kingdom: Academic Press, pp.851–898.

Μαλούπα, Ε., Κ. Γρηγοριάδου, Δ. Λάζαρη, και Ν. Κρίγκας. 2013. Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών φαρμακευτικών φυτών: Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής. Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας. Τυπογραφείο - Εκδόσεις ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΛΟΥΠΕΛΗΣ. Καβάλα.

Orav, A., A. Raal, and E. Arak. 2010. Content and composition of the essential oil of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert from some European countries. Natural Product Research 24(1): 48–55.

Salamon, I., M. Ghanavati, and H. Khazaei. 2010. Chamomile biodiversity and essential oil qualitative - quantitative characteristics in Egyptian production and Iranian landraces. Emirates Journal of Food and Agriculture 22(1): 59–64.

Solouki, M., H. Mehdikhani, H. Zeinali, and A.A. Emamjomeh. 2008. Study of genetic diversity in chamomile (*Matricaria chamomilla*) based on morphological traits and molecular markers. Scientia Horticulturae 117: 281–287.

COMPERATIVE EVALUATION BETWEEN GREEK NATIVE CHAMOMILE (*Matricaria chamomilla* L.) POPULATIONS AND COMMERCIAL VARIETIES IN TERMS OF AGRONOMICAL CHARACTERISTICS AND COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL

N. Tsivelika[1], K. Gousheva[1], E. Sarrou[2], P. Chatzopoulou[2], C. Pankou[1], I. Nianiou-Obeidat[1] and A. Mavromatis[1]

[1]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, Department of Agriculture, 54124 Thessaloniki, Greece
[2]Hellenic Agricultural Organization Demeter, Institute of Plant Breeding and Genetic Resources (I.P.B. & G.R.), Department of Medicinal and Aromatic Plants, Thermi 57001, Thessaloniki, Greece

Abstract

The aim of this study was to evaluate native chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) populations and to compare them with commercial varieties for agronomical and quality characteristics. The information might be useful in terms of the value and possibility to exploit the existing variability. The initial assessment was made through the collection of genetic material from Greek native chamomile populations during 2015. For further evaluation, during the 2015-16 growing season a honeycomb trial was settled in I.P.B. & G.R., with interplant distance being 1 m and morphological characteristics based on the description list of UPOV, as well as agronomical traits, were evaluated. The essential oil concentration of the tested germplasm was determined at the stage of full blooming in plants grown at dense stand. The results showed that native chamomile populations were inferior to the tetraploid commercial varieties, while they exhibited satisfactory composition in essential oil. In a second honeycomb trial including the most promising native chamomile population on its composition for essential oil (ch. 19/2009, maintained and reproduced in I.P.B. & G.R.), single-plant selection was applied aiming to population upgrade. It was found out that composition of ch. 19/2009 in essential oil was similar or higher compared to the commercial varieties. Therefore, ch. 19/2009 may constitute a valuable material for breeding and development of new varieties adaptable to Greek conditions, of high oil yield and upgraded quality characteristics.

ΕΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΟΧΥΡΩΣΗ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΠΟΚΙΛΙΑΣ ΣΤΑΦΥΛΙΟΥ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ CPVO

Ν. Σπίνος[1], Α. Γ. Ντούλης[2], Α. Σπίνου[1,3], Α. Μαυρομάτης[4]

[1]Σ.Ν. Ελευθερούπολη, Καβάλας.
[2]Ινστιτούτο Ελαίας, Υποτροπικών Φυτών & Αμπέλου (ΙΕΛΥΑ), ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, 71003 Ηράκλειο
[3]Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη
[4]Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη

Το σταφύλι και τα προϊόντα του αποτελούν εθνικό σύμβολο και συμβάλλουν στην αύξηση του γεωργικού εισοδήματος στις περισσότερες γεωγραφικές περιοχές της χώρας μας. Οι προτιμήσεις του ελληνικού καταναλωτικού κοινού και το εξαγωγικό ενδιαφέρον, προωθούν τη στήριξη της αμπελοκαλλιέργειας και τις προοπτικές ανάπτυξης της. Στην περίπτωση του επιτραπέζιου σταφυλιού και με εξαίρεση τη διαφοροποιημένη αγορά που καταλαμβάνουν οι ποικιλίες Ραζακί και σουλτανίνα, οι περισσότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται στη χώρα μας είναι ξενικής προέλευσης (Ιταλία, Γαλλία, κλπ). Οσον αφορά τα επιτραπέζια σταφύλια, οι προτιμήσεις των καταναλωτών σε διεθνές επίπεδο εστιάζονται στα μεγαλόκαρπα και αγίγαρτα σταφύλια, χαρακτηριστικά που χαρακτηρίζουν τη νέα ελληνική ποικιλία cv. Nicoleta. Η ποικιλία εντοπίστηκε σε συστηματικό αμπελώνα στην περιοχή Ελευθερουπόλεως του νομού Καβάλας, ως προϊόν μετάλλαξης μετά από εμβολιασμό υποκειμένων R 110 με οφθαλμούς της ποικιλίας Victoria. Η μελετούμενη γενετική διαφοροποίηση παρατηρήθηκε σε ένα και μοναδικό φυτό μεταξύ των 850 εμβολιασμένων πρέμνων. Η συμπεριφορά του συγκεκριμένου πρέμνου μελετήθηκε για τα επόμενα 3 χρόνια ώστε να εκτιμηθεί η σταθερότητα κληρονόμησης των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του γενοτύπου σε σχέση με τη μητρική ποικιλία Victoria και ακολούθησε κλωνική αναπαραγωγή με στόχο τη δημιουργία μητρικής φυτείας. Ακολούθησε αίτηση έγκρισης για την προστασία του εν λόγω γενετικού υλικού, στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Κατοχύρωσης ποικιλιών CPVO, διαδικασία που ολοκληρώθηκε με την έκδοση του Πιστοποιητικού, τον Αύγουστο του 2014. Στην εν λόγω εργασία, παρουσιάζεται η προσπάθεια έγκρισης και κατοχύρωσης της νέας ελληνικής ποικιλίας (cv Nikoleta) και παραθέτονται στοιχεία που αφορούν την αμπελουργική περιγραφή και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, το μοριακό της profile όπως προέκυψε μετά από ανάλυση του DNA με τη χρήση 13 μικροδορυφορικών δεικτών (SSR), τα ποιοτικά της γνωρίσματα όπως και τα συγκριτικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε σχέση με τη μητρική ποικιλία (Victoria) προέλευσής της.

ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟΥ ΚΟΥΚΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟ ΜΕ ΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Δ. Μπεσλεμές[1,2], Ε. Τίγκα[1], Δ. Μπιλάλης[3], Δ. Βλαχοστέργιος[1]

[1]ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Θεοφράστου 1, Λάρισα, 2410671305, vlachostergios@gmail.com

[2]Εκπαιδευτικός Οργανισμός OpenMellon, Παναγούλη 73, Λάρισα, 2410551320

[3]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, 2105294494, bilalis@aua.gr

Η επίδραση που ασκούν οι εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές πρακτικές στην συμβολή των μυκορριζών στη θρέψη, την ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών είναι σημαντική και η κατανόηση της επίδρασης αυτής έχει καθοριστική σημασία για την διάδοση και εύρυθμη λειτουργία των μυκορριζικών κοινοτήτων, ειδικά όταν παρέχονται στο σύστημα εξωγενώς μετά από εμβολιασμό. Αντικείμενο της έρευνας αποτέλεσε η μελέτη του δυναμικού παραγωγής δύο κτηνοτροφικών φυτών (κριθάρι-κουκιά) ενταγμένων ή μη σε συστήματα βιολογικής γεωργίας και με εφαρμογή συμβατικών ή μειωμένων επιπέδων λίπανσης, υπό την επίδραση εμβολιασμού της καλλιέργειάς τους με μυκόρριζες. Προσδιορίστηκαν οι παράμετροι και η αποδοτικότητα χρήσης του αζώτου και φωσφόρου κατά την εφαρμογή των διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών. Τα πειράματα διενεργήθηκαν πρώτη φορά για ελληνικές ποικιλίες (κριθάρι: Τριπτόλεμος, κουκιά: Τανάγρα) σε συνθήκες αγρού και όχι σε ελεγχόμενο μέσο (pot experiments) ή ελεγχόμενες συνθήκες ανάπτυξης (glasshouse experiments). Δεν προηγήθηκε μυκητοκτονία, ώστε να εκφραστεί ελεύθερα η αλληλεπίδραση των εμβολίων με τους γηγενείς μυκορριζικούς πληθυσμούς. Επιλέχθηκε το πειραματικό σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων 2x5x3 για κάθε ένα από τα δύο προς μελέτη φυτά. Αναλυτικά: στα κύρια πειραματικά τεμάχια εφαρμόστηκαν δύο μεταχειρίσεις με μυκόρριζες (εμβολιασμός-μάρτυρας), και στα υποτεμάχια εφαρμόστηκαν πέντε διαφορετικές λιπάνσεις (100% και 60% της συνιστώμενης σε ανόργανη και σε οργανική μορφή, μάρτυρας), σε τρεις επαναλήψεις. Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες έγινε με την χρήση μίγματος 6 στελεχών του *Phylum Glomeromycota*, σε ποσότητα 6,5κιλά/στρ. Πραγματοποιήθηκαν 5 δειγματοληψίες με κοπή του υπέργειου μέρους των φυτών, μέτρηση του ύψους και ζύγιση του χλωρού και ξηρού βάρους, καθώς και μέτρηση της φωτοσυνθετικά ενεργής φυλλικής επιφάνειας. Με βάση τις μετρήσεις αυτές υπολογίστηκαν με την τυπική μεθοδολογία, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI, $m^2 \cdot m^{-2}$) και ο ρυθμός αύξησης των καλλιεργειών (CGR, $g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$). Μέρος των δειγμάτων υποβλήθηκε σε ανάλυση για το ολικό άζωτο και τον ολικό φωσφόρο, ώστε να εκτιμηθούν οι αγρονομικές αποδοτικότητες: αποδοτικότητα απορρόφησης N (NUpE; $kg \cdot kg^{-1}$), αποδοτικότητα αξιοποίησης N (NUtE; $kg \cdot kg^{-1}$), δείκτης συγκομιδής N (NHI; %) και το καθαρό κλάσμα ανάκτησης N (NRf; %), ομοίως και για τον P. Για τον υπολογισμό της επιτυχίας του εμβολιασμού με μυκόρριζες πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ριζών και χρώση τους με trybanblue σε λακτοφαινόλη. Το ποσοστό του μυκορριζικού εποικισμού προσδιορίστηκε μικροσκοπικά και βάση των μετρήσεων αυτών υπολογίστηκε η μυκορριζική εξάρτηση (%). Τα φυτά των τεμαχίων που εμβολιάστηκαν με μυκόρριζες, επέδειξαν υψηλότερους ρυθμούς αύξησης ως προς το ύψος και την παραγωγή βιομάζας, υψηλότερες τιμές του LAI, συντόμευση του χρόνου από το φύτρωμα ως την απόκτηση κλειστής φυλλοστοιβάδας, και υψηλότερες τελικές παραγωγές σε σπόρο (κατά 17,67% στα κουκιά και 5,90% στο κριθάρι). Για το άζωτο, και τα δύο φυτά απορρόφησαν περισσότερο βασικό άζωτο μετά τον εμβολιασμό, εμφάνισαν

όμως διαφορετική αξιοποίηση του απορροφημένου αζώτου μετά την εφαρμογή λίπανσης. Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες είχε θετική επίδραση στην αζωτοδεσμευτική ικανότητα των κουκιών, καταγράφοντας διαφορά περίπου 5,4 μονάδων στο ολικό απορροφημένο άζωτο έναντι του μάρτυρα. Για τον φωσφόρο, στην απορρόφηση του οποίου ασκείται η σημαντικότερη επίδραση από την συμβιωτική σχέση με τις μυκόρριζες, τα αποτελέσματα κατέδειξαν υπεροχή των φυτών των εμβολιασμένων τεμαχίων σε όλες τις παραμέτρους εκτίμησης της αποδοτικότητας χρήσης του φωσφόρου και για τα δύο φυτά.

Ευχαριστίες: *Το έργο εντάσσεται στη Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)»MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, (ΕΠΑΝΑΔ,ΕΣΠΑ 2007-2013).Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), το οποίο συντονίζεται από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών.*

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΝΟΤΥΠΩΝ ΒΙΚΟΥ (*Vicia sativa* L.) ΩΣ ΧΛΩΡΗ ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΕ ΔΥΟ ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΣΠΟΡΑΣ

Ε. Τίγκα, Δ. Μπεσλεμές, Δ. Βλαχοστέργιος

[1] Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Θεοφράστου 1, Λάρισα, vlachostergios@gmail.com

Ο βίκος (*Vicia sativa* L.) είναι ένα ετήσιο ψυχανθές καλά προσαρμοσμένο στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της λεκάνης της Μεσογείου. Διακρίνεται για την πολλαπλότητα χρήσης της καλλιέργειας του, καθώς αξιοποιείται ευρέως για παραγωγή καρπού, σανού ή ενσιρώματος, για βόσκηση ζώων, ενώ συμμετέχει σε συστήματα αμειψισποράς ή συγκαλλιέργειας με σιτηρά. Ο βίκος συγκαταλέγεται ανάμεσα στα ψυχανθή που έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως χλωρή λίπανση λόγω της ικανότητάς του να σχηματίζει ισχυρό ινώδες ριζικό σύστημα που αναπτύσσει οζίδια σε πρώιμο στάδιο και της παραγωγής πλούσιας φυτομάζας. Οι γνώσεις όμως είναι ιδιαίτερα περιορισμένες ως προς την ύπαρξη κατάλληλων γενοτύπων βίκου για χλωρή λίπανση, τον προσδιορισμό του περιεχομένου ολικού αζώτου, την αύξηση του εδαφικού αζώτου που προκύπτει από την ενσωμάτωση των φυτικών ιστών καθώς και την ποσοτικοποίηση της αποδόμησης της οργανικής ουσίας. Για την διερεύνηση των ανωτέρω διεξήχθησαν πειράματα αγρού στο Ινστιτούτο Βιομηχανικών & Κτηνοτροφικών Φυτών σύμφωνα με το Σχέδιο των Υποδιαιρούμενων τεμαχίων σε τρεις επαναλήψεις. Κατόπιν ανεξάρτητης τυχαιοποίησης, έξι ποικιλίες και δύο μίγματα ποικιλιών τοποθετήθηκαν στα υποτεμάχια, ενώ στα κύρια τεμάχια τοποθετήθηκαν δύο πυκνότητες σποράς, 180Kg·ha^{-1} και 100Kg·ha^{-1}. Προς ικανοποίηση των ερευνητικών σκοπών, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν κοπές φυτικών δειγμάτων για την μελέτη και καταγραφή της αύξησης των καλλιεργειών, ενώ κατά την ενσωμάτωση (50% της άνθησης των φυτών) προσδιορίστηκε το ολικό άζωτο των φυτικών ιστών. Τέλος, εδαφικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν δυο και τέσσερις μήνες μετά την ενσωμάτωση με σκοπό τον προσδιορισμό του αζώτου στο έδαφος, ενώ στα ίδια χρονικά διαστήματα προσδιορίστηκε και η αποδόμηση της οργανικής ουσίας. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτουν σημαντικές διαφορές ($P<0,.05$) μεταξύ των πυκνοτήτων σποράς σχεδόν σε όλα τα υπό μελέτη μεγέθη. Οι γενότυποι Αλέξανδρος, Εύηνος και το μίγμα γενοτύπων Mix2 απέκτησαν πλήρως ανεπτυγμένη φυλλοστοιβάδα (LAI >3) μόλις στις 119ΗΜΣ στην πυκνότητα σποράς των 180 Kg·ha^{-1}, αποκτώντας και υψηλότερη παραγωγή, ενώ στην αραιότερη πυκνότητα σποράς κλειστή φυλλοστοιβάδα και πλήρη εδαφοκάλυψη, οι περισσότεροι γενότυποι απέκτησαν σχεδόν 20 ημέρες αργότερα. Τα διαθέσιμα ποσά της ξηρής ουσίας καταγράφονται σημαντικά υψηλότερα ($P<0,05$) στην πυκνότητα σποράς των 180 Kg·ha^{-1} ενώ σημαντική παραλλακτικότητα παρατηρήθηκε μεταξύ των γενοτύπων, όπου στην τελική κοπή κατέγραψαν μέγιστες τιμές που κυμάνθηκαν από 6.302 έως 7.582Kg·ha^{-1} στην πυκνή σπορά και από 2.184 έως 4.508 Kg·ha^{-1} στην αραιή πυκνότητα σποράς. Η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε την περιεκτικότητα του N στους φυτικούς ιστούς σε κανένα από τους υπό μελέτη γενοτύπους. Μεγαλύτερη αύξηση στο εδαφικό άζωτο παρατηρήθηκε μετά την παρέλευση τεσσάρων μηνών από την ενσωμάτωση στο έδαφος των φυτικών ιστών του γενοτύπου Εύηνος στην πυκνή σπορά, φθάνοντας μέχρι 0,153% περιεκτικότητα εδαφικού N, που αντιστοιχεί σε 13,6 μονάδες οργανικού αζώτου. Παράλληλα, στην αύξηση του εδαφικού αζώτου εντοπίστηκαν σημαντικές

διαφορές μεταξύ των γενοτύπων, ενώ αντιθέτως δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πυκνοτήτων σποράς καταδεικνύοντας και την αραιή σπορά εξίσου κατάλληλη για χλωρή λίπανση. Τέλος, η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας καταγράφηκε σαφώς υψηλότερη τέσσερις μήνες μετά την ενσωμάτωση, (της τάξεως του 50%) και σε μεγάλη συσχέτιση με την αρχική φυτική ποσότητα που ενσωματώθηκε στο έδαφος.

***Ευχαριστίες**: Το έργο εντάσσεται στη Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ) »IS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, (ΕΠΑΝΑΔ,ΕΣΠΑ 2007-2013).Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), το οποίο συντονίζεται από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών.*

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Κ. Μπλαδενόπουλος[1], Π. Ψωμά[2], Ε. Κορπέτης[1], Σ. Μπλαδενοπούλου[2]

[1]ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, 570 01 Θέρμη
[2] ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων,570 01 Θέρμη

Περίληψη

Στο πλαίσιο του βελτιωτικού προγράμματος του κριθαριού, το τμήμα κριθαριού και βρώμης του Ινστιτούτου Σιτηρών, έχει ξεκινήσει από το 1994, προσπάθεια δημιουργίας ποικιλιών κριθαριού, ειδικών για τις απαιτήσεις της οργανικής καλλιέργειας. Επιλέχθηκε συγκεκριμένο αγροτεμάχιο και η καλλιέργεια έγινε κάτω από αυστηρά οργανικές συνθήκες, έτσι ώστε οι επιλογές από την πρώτη γενεά F_1 έως την F_6 να γίνονται χωρίς καμία εισροή, εκτός από τη χλωρή λίπανση ψυχανθούς το προηγούμενο έτος. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην προώθηση του κατάλληλου υλικού λόγω της ιδιαιτερότητας των συνθηκών της καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά καθώς το νέο υλικό που δημιουργήθηκε και προωθείται, είναι ιδιαίτερα αποδοτικό κάτω από συνθήκες ειδικές για οργανική γεωργία. Οι νέες ποικιλίες που προέκυψαν, παρουσιάστηκαν ιδιαίτερα ανταγωνιστικές στα ζιζάνια και ανθεκτικές στις ασθένειες, σε αγρούς περιορισμένης γονιμότητας, αλλά και σε συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας, καθώς επιλέχτηκαν κάτω από συνθήκες βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων. Το έδαφος στο επιλεγμένο αγροτεμάχιο δεν είχε καλή δομή, όμως με την αμειψισπορά με ψυχανθή και τη σωστή διαχείριση των φυτικών υπολειμμάτων, σε μια εικοσαετία η οργανική ουσία του εδάφους σχεδόν διπλασιάσθηκε, ενώ το διαθέσιμο κάλιο και ο φωσφόρος αυξήθηκαν. Αρχικός στόχος ήταν να κλείσει ο κύκλος των θρεπτικών με την οργανική καλλιέργεια και να γίνει ανεξάρτητος από τα χημικά λιπάσματα της συμβατικής γεωργίας, αποκτώντας ο αγρός καλή γονιμότητα, όπως και έγινε. Το ιδιαίτερα θετικό στοιχείο που εμφάνισε το γενετικό υλικό που επιλέχθηκε κάτω από οργανικές συνθήκες είναι η εξαιρετική διατροφική αξία τόσο για ανθρώπινη κατανάλωση όσο και για ζωοτροφή. Αναλυτικότερα, η ποιότητα της πρωτεΐνης, των φυτικών ινών αλλά και των βιταμινών χωρίς την επίδραση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων βρέθηκε σε υψηλά επίπεδα. Από το πρόγραμμα της οργανικής βελτίωσης προέκυψαν οι εγγεγραμμένες στον Εθνικό Κατάλογο Ποικιλιών ποικιλίες κριθαριού Ανδρομέδα, Βυζάντιο, Δήμητρα, Θεσσαλονίκη, Ιππόλυτος, Κωνσταντίνος, Μακεδονία, Παλαιολόγος, Περσεφόνη, Σείριος και Τριπτόλεμος. Αυτές οι νέες ποικιλίες κριθαριού αντικατέστησαν τις προηγούμενες στην καλλιέργεια και στη σποροπαραγωγή, επειδή αφενός μπορούν να αξιοποιήσουν με τον καλύτερο τρόπο τις οριακές περιοχές της χώρας όπου έχει μετατεθεί η καλλιέργεια του κριθαριού και αφετέρου μετέχουν δυναμικά σε οργανικά συστήματα αμειψισποράς.

Λέξεις κλειδιά: οργανική βελτίωση, σιτηρά, ψυχανθή, οργανική ουσία.

Εισαγωγή

Η κλασική βελτίωση βασίζεται σε συνδυασμό της μεθόδου μαζικής επιλογής και εφαρμοσμένης επιλογής στην εμφανιζόμενη καταπόνηση και στη χρησιμοποίηση προσαρμοσμένου γενετικού υλικού (Ceccarelli and Grando, 1989). Πάντοτε πιο

αποτελεσματική είναι η άμεση επιλογή σε περιβαλλοντολογικούς στόχους (Falconer, 1952). Οι Ceccarelli et al. (2001) αναφέρουν ότι το βασικό πρόβλημα στη βελτίωση των φυτών είναι η συσχέτιση μεταξύ περιβαλλοντολογικής επιλογής και του περιβάλλοντος που στοχεύουμε. Είναι γεγονός ότι με συνεργασία μεταξύ εμπόρων, παραγωγών και ερευνητών μπορούν να σχεδιαστούν ιδεότυποι οι οποίοι θα συμβάλουν στην επιλογή ποικιλιών κατάλληλων για βιολογική γεωργία, ανάμεσα στις ήδη υπάρχουσες συμβατικές. Στο μέλλον, τα βελτιωτικά προγράμματα για νέες βιολογικές ποικιλίες που θα βασίζονται στον προτεινόμενο ιδεότυπο μπορεί να ωφελήσουν και τα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας οδηγώντας τα σε μειωμένες εισροές θρεπτικών και χημικών στοιχείων. Είναι γνωστό ότι οι ποικιλίες που δημιουργούνται θα πρέπει να έχουν ευρεία προσαρμοστικότητα σε μεγάλο φάσμα τοποθεσιών, αυξάνοντας τον αντίκτυπο των προσπαθειών της βελτίωσης (ICARDA, 2002). Η γονιμότητα του εδάφους πρέπει σταδιακά να βελτιώνεται σύμφωνα με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας. Η σωστή διαχείριση της οργανικής ύλης του εδάφους, η καλή δομή του εδάφους, η πυκνότητα της χλωρίδας και της πανίδας, η μεγάλη ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων και νερού με εφαρμογή κοπριάς και κομποστών είναι απαραίτητα για τη γονιμότητα του εδάφους (Koopmans and Bokhorst, 2000).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να δείξει ότι το πρόγραμμα βελτίωσης που εφαρμόσθηκε για τη δημιουργία νέων «οργανικών» ποικιλιών κριθαριού στον γενεαλογικό αγρό, βελτίωσε και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και την αυτορυθμιστική ικανότητά του.

Υλικά και μέθοδοι

Το βελτιωτικό πρόγραμμα κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.) του Ινστιτούτου Σιτηρών (σήμερα Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων) διεξάγεται κάτω από οργανικές συνθήκες καλλιέργειας επί 22 συνεχόμενα έτη στον γενεαλογικό αγρό. Κατά την εγκατάσταση ο γενεαλογικός αγρός χωρίστηκε σε δύο συνεχόμενα μέρη στα οποία κάθε έτος εναλλάσσονται οι καλλιέργειες κριθαριού και ψυχανθών. Σε αυτό το σύστημα αμειψισποράς που γίνεται κάτω από καθαρά οργανικές συνθήκες (απουσία χημικών λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων κλπ.) αξιολογείται το γενετικό υλικό κριθαριού (γονείς διασταυρώσεων, F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 και F_6 γενεές και βιότυπα). Εκτός των άλλων χαρακτηριστικών, κριτήριο για τις επιλογές είναι η διαχείριση των ζιζανίων καθώς και η γενική εικόνα των φυτών, γραμμών και οικογενειών σε καθαρά βιολογικό περιβάλλον. Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόζεται κάθε χρόνο.

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες εδάφους το 2006 από τον γενεαλογικό αγρό και στις δύο καλλιέργειες (κριθαριού και ψυχανθών) και συγκρίθηκαν με παρακείμενο έδαφος που είχε καλλιεργηθεί με συμβατική μέθοδο καλλιέργειας (Πίνακας 1). Τις χρονιές 2006, 2009 και 2012 πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες εδάφους από τον γενεαλογικό αγρό, ώστε να φανεί η πορεία των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους στο χρόνο (Πίνακας 2). Εξετάσθηκε η μηχανική σύσταση του εδάφους, το pH πολτού, το $CaCO_3$ (%), η ηλεκτραγωγιμότητα (Mmhos/cm), η οργανική ουσία (%), ο διαθέσιμος φωσφόρος (ppm) και το διαθέσιμο κάλιο (ppm). Οι μετρήσεις έγιναν με τις Standard Methods of Soil Science, που εφαρμόζονται στο Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων στη Θεσσαλονίκη (πρώην Ινστιτούτο Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης).

Πίνακας 1 Φυσικοχημικές ιδιότητες εδάφους (2006)

Δείγματα εδάφους	Βάθος cm	Μηχανική σύσταση USDA	pH 1:1	$CaCO_3$ %	EC Mmhos/cm	Οργαν. ουσία %	P Olsen ppm	K exch/ble ppm
A1	0-30	SL	8.11	6.2	0.698	1.78	60.24	1200
	30-60	SL	8.26	8.4	0.515			
A2	0-30	SL	7.72	1.3	1.200	1.81	46.39	700
	30-60	SL	7.82	1.3	0.652			
B1	0-30	SL	8.01	2.6	1.856	1.52	64.32	1320
	30-60	SL	8.05	2.2	0.615			
B2	0-30	SL	8.13	2.2	0.812	1.48	37.19	490
	30-60	SL	7.88	2.2	0.624			
C1	0-30	SL	7.85	2.2	0.662	0.96	31.21	640
	30-60	SL	7.98	2.6	1.009			
C2	0-30	SL	8.16	3.1	1.042	1.02	62.25	1200
	30-60	SL	7.92	6.6	1.141			

Έδαφος A1, A2: μετά από ψυχανθή, B1, B2: μετά από σιτηρά, C1, C2: εκτός πειραματικού

Πίνακας 2. Φυσικοχημικές ιδιότητες εδάφους (2006-2009-2012)

	2006	2009	2012
pH	7,8	7,6	
$CaCO_3$ (%)	3,4	2,2	
EC (Mmhos/cm)	1,045	1,005	
Οργανική ουσία (%) (A)*	1,80	1,90	2,07
Οργανική ουσία (%) (B)*	1,50	1,66	2,02
Οργανική ουσία (%) (C)*	0,98	1,00	1,02
P Olsen (ppm)	50,27	59,02	
K exch/ble (ppm)	929	1325	

Έδαφος A: μετά από ψυχανθή, B: μετά από σιτηρά, C: εκτός πειραματικού

Αποτελέσματα και συζήτηση

Από το πρόγραμμα οργανικής βελτίωσης που εφαρμόζεται δημιουργήθηκαν οι ποικιλίες κριθαριού Θεσσαλονίκη (1999), Δήμητρα (2000), Περσεφόνη (2000), Παλαιολόγος (2003), Βυζάντιο (2003), Κωνσταντίνος, (2003), Ανδρομέδα (2005), Ιππόλυτος (2005), Τριπτόλεμος (2009), Μακεδονία (2011) και Σείριος (2012). Όλες εγγράφηκαν στον Εθνικό και τον Κοινοτικό Κατάλογο Καλλιεργουμένων Φυτών στις χρονολογίες που αναγράφονται. Οι νέες αυτές ποικιλίες είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικές στα ζιζάνια, ανθεκτικές σε ασθένειες και με υψηλές αποδόσεις σε αγρούς περιορισμένης γονιμότητας, τόσο σε οργανικές, όσο και σε συμβατικές συνθήκες καλλιέργειας. Ενδείκνυνται για οργανική καλλιέργεια, ειδικά σε σύστημα αμειψισποράς με ψυχανθή. Ένα πολύ θετικό στοιχείο που εμφάνισε το γενετικό υλικό που επιλέχθηκε κάτω από οργανικές συνθήκες, είναι η εξαιρετική διατροφική αξία για ζωοτροφή και για ανθρώπινη κατανάλωση (Tsochatzis et al., 2008).

Η γονιμότητα του εδάφους έπειτα από 22 καλλιεργητικές περιόδους με οργανική καλλιέργεια βελτιώθηκε, η οργανική ουσία αυξήθηκε έως και 100% (Πίνακας 1) και αυξήθηκε σημαντικά ο διαθέσιμος φωσφόρος και το κάλιο (Πίνακας 2). Γενικά συμπεραίνεται ότι το έδαφος με την οργανική καλλιέργεια βελτιώθηκε και αυτορυθμίστηκε.

Βιβλιογραφία

Ceccarelli, S. and Grando S., (1989). Effiency of empirical selection under stress condition in barley. J. Genet. Breed. 43:25-31.

Ceccarelli, S., Grando, S., Bailey E., Amri A., Asaad F.A., Benbelcacem A., Harrabi M., Maatougui M., Megni M.S., Momoun H., El-Einen R.A., El-Felah M., El-Sayed A.F., Shreidi A.S., Yahyaoui A., (2001). Decentralized and participatory plant breeding for marginal environments. In: Cooper, H.D., Spillan S. and Hodging, T. (eds) Broadening the Genetic Base of Crop Production. CAB International, Walliingford, UK; FAO/IPGRI, Rome, pp. 115-136.

Falconer, D.S., (1952). The problem of environment and selection. The American Naturalist 830: 293-298.

Koopmans, C.J. and J.G. Bokhorst. 2000. Optimising organic farming systems: nitrogen dynamics and long-term soil fertility in arable and vegetable production systems in the Netherlands. p. 66-72. In 13th IFOAM Scientific Conference. Basel, Switserland.

ICARDA, 2002. Project 1.1. Barley Germplasm improvement for increased productivity and stability. Annual Report 2002: 10-16.

Tsochatzis ED., K. Bladenopoulos and M. Papageorgiou. 2008. Determination of tocopherol and tocotrienol content of Greek barley varieties under conventional and organic cultivation techniques using validated reverse phase high-performance liquid chromatography method. Journal of the Science of Food and Agriculture 92 (8), 1732-1739.

Abstract

The breeding program of barley (Hordeum vulgare L.) under organic conditions started in 1994 in the Cereal Institute by creating new barley cultivars specific for the requirements for organic farming. This program took place in a certain field so that the whole genetic material from the parents of the crosses, F1, F2, F3, F4, F5 and F6 was grown under rotation of cereal – legumes. There was absence of chemical synthetic inputs, such as chemical fertilizers, herbicides and pesticides. Special care was taken for the promotion of appropriate genetic material because of the specification of the cultivation conditions. The results were very promising because the new cultivars are extremely productive and stable under certain conditions for organic farming. These cultivars are highly competitive to weeds, tolerant to diseases in fields with limited soil fertility, in low-input cultivation systems, as well as in conventional cultivation. The organic matter in this specific field was also increased by 100% from the beginning of the organic breeding program until now, due to the straw and green manure rotation. The genetic material that was selected under organic conditions showed excellent nutritional value, both for human consumption and animal feed. Especially, the quality of protein, vegetable fibers and vitamins, without the influence of fertilizers and pesticides, have been found at high levels. A number of barley cultivars were released from this organic breeding program: Thessaloniki (1999), Demetra (2000), Persefoni (2003), Vyzantio (2003), Konstantinos (2003), Andromeda (2005), Ippolytos (2005), Triptolemos (2009), Makedonia (2011) and Seirios (2012). The new barley cultivars have replaced the previous crop

and seed production, because they can make the best use of the marginal areas of Greece and at the same time they can dynamically be involved in organic crop rotation systems.

Key words: Organic breeding, cereals, legumes, organic matter.

1Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΛΑΣΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ - ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΓΧΩΡΙΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΗΛΘΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΒΡΙΔΙΣΜΟ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Κ. Κρομμύδας[1,2], Α. Ξανθοπούλου[1,3], Α. Ζαμπούνης[1,2], Π. Ράλλη[1], Ι. Γρηγοριάδης[1], Γ. Στρατάκης[4], Ι. Καϊδατζής[4], Α. Καλύβας[1]

[1]ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, 57001 Θέρμη Θεσσαλονίκης
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, 54124 Θεσσαλονίκη, email: kos_krom@hotmail.com
[3]Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών, Ε.Κ.Ε.Τ.Α., 57001 Θέρμη Θεσσαλονίκης
[4]Agrolab A.E., Βιομηχανική Περιοχή Θεσσαλονίκης, 57022 Σίνδος

Περίληψη

Οι εγχώριες παραδοσιακές ποικιλίες και πληθυσμοί τομάτας είναι σημαντικοί φυτογενετικοί πόροι για τη δημιουργία εμπορικών ποικιλιών με υψηλή θρεπτική αξία και ποιότητα. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν 70 ανασυνδυασμένες σειρές τομάτας (F_3 γενεά) που προήλθαν από τον υβριδισμό των εμπορικών ποικιλιών 'Αρετή' και 'Σαντορίνη αυθεντική' με την παραδοσιακή ποικιλία 'Λεμονιά' και τους τοπικούς πληθυσμούς ANP-088/07 και ANP-110/07. Οι F_3 σειρές αξιολογήθηκαν για την πρωιμότητά τους, τον τύπο της ταξιανθίας και το χρώμα, το σχήμα και το βάρος του καρπού και βρέθηκε ότι αρκετές από αυτές ήταν ανώτερες από τους εμπορικούς γονείς τους. Από αυτές τις σειρές επιλέχθηκαν τα καλύτερα φυτά με βάση τα αγροκομικά χαρακτηριστικά τους και αποκτήθηκε σπόρος F_4 γενεάς. Επιπλέον, μερικά φυτά με ιδιαίτερους φαινοτύπους επιλέχθηκαν με σκοπό τη δημιουργία ποικιλιών που θα διαφοροποιούνται από τον ανταγωνισμό. Από τα δεδομένα αυτής της εργασίας προκύπτει ότι οι ανασυνδυασμένες σειρές που μελετήθηκαν αποτελούν ένα υλικό υψηλής βελτιωτικής αξίας για τη δημιουργία νέων ελληνικών ποικιλιών τομάτας.

Λέξεις κλειδιά: Τομάτα, Βελτίωση, Παραδοσιακές ποικιλίες

Εισαγωγή

Η απαίτηση των καταναλωτών για αγροτικά προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας έστρεψε τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον των βελτιωτών της τομάτας στην καλυτέρευση της θρεπτικής αξίας του καρπού της (Bergougnoux, 2014). Μία σημαντική πηγή γενετικής ποικιλομορφίας για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι οι παραδοσιακές ποικιλίες και οι τοπικοί πληθυσμοί τομάτας (Cortés-olmos et al., 2015). Επιπλέον, οι τοπικές ποικιλίες χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλομορφία στα χαρακτηριστικά του καρπού (Blanca et al., 2015) και αυτό τις καθιστά αξιόλογο βελτιωτικό υλικό για τη δημιουργία ποικιλιών ή εμπορικών υβριδίων ειδικού τύπου (specialty tomatoes) που διαφοροποιούνται από τον ανταγωνισμό και εξασφαλίζουν υψηλότερη τιμή στον παραγωγό.

Στο πλαίσιο της αξιοποίησης του εγχώριου γενετικού υλικού για τη βελτίωση της θρεπτικής αξίας των εμπορικών ελληνικών ποικιλιών τομάτας (Ερευνητικό πρόγραμμα NUTRITOM) δημιουργήθηκαν και αξιολογήθηκαν τα F_1 υβρίδια μεταξύ δύο εμπορικών

ποικιλιών ('Αρετή' και 'Σαντορίνη αυθεντική') και διάφορων παραδοσιακών ποικιλιών και τοπικών πληθυσμών (Κρομμύδας κ.ά., 2014). Οι αντίστοιχοι F_2 πληθυσμοί καλλιεργήθηκαν και αξιολογήθηκαν σε περιβάλλον υδροπονίας (Agritex-Energy S.A.) το 2014 και έγινε επιλογή με βάση το ατομικό φυτό ως προς την περιεκτικότητα σε βιοενεργές ουσίες (αργινίνη, ασκορβικό οξύ, λυκοπένιο και β-καροτένιο), διάφορα αγροκομικά χαρακτηριστικά και την προοπτική δημιουργίας ποικιλιών για υδροπονική καλλιέργεια (αδημοσίευτα δεδομένα). Από τα επιλεγμένα F_2 φυτά αποκτήθηκε σπόρος F_3 γενεάς για τη συνέχιση του βελτιωτικού προγράμματος.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αξιολογηθούν οι σειρές F_3 που προέκυψαν από τον υβριδισμό των μικρόκαρπων και μεσαίου μεγέθους υλικών ως προς την πρωιμότητά τους και τη μορφολογία του καρπού τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Το φυτικό υλικό αποτελούνταν από 70 σειρές F_3 που προήλθαν από την επιλογή σε έξι πληθυσμούς F_2. Οι F_2 πληθυσμοί προέκυψαν από τα αντίστοιχα F_1 υβρίδια των εμπορικών ποικιλιών 'Αρετή' (μεγαλόκαρπη, χρώμα, πρώιμη, συνεχούς ανάπτυξης) και 'Σαντορίνη αυθεντική' (εφεξής 'Σαντορίνη', μικρόκαρπη, πρώιμη και συνεχούς ανάπτυξης) με μικρόκαρπα ή μεσαίου μεγέθους υλικά τομάτας (τοπικοί πληθυσμοί και παραδοσιακές ποικιλίες) (Κρομμύδας κ.ά., 2014). Συγκεκριμένα, οι F_3 σειρές 01 έως 06 προήλθαν από το υβρίδιο 'Αρετή' x ANP-088/07, οι 07 έως 16 και η 10b από το ANP-088/07 x 'Αρετή', οι 17 έως 37 από το 'Σαντορίνη' x 'Λεμονιά', οι 38 έως 47 από το 'Σαντορίνη' x ANP-088/07, οι 48 έως 56 από το ANP-088/07 x 'Σαντορίνη' και οι 57 έως 68 με την 65b από το 'Σαντορίνη' x ANP-110/07. Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν η 'Αρετή' (c01), η 'Σαντορίνη' (c32), η 'Λεμονιά' (c30, μεσαίο μέγεθος καρπού, κίτρινο χρώμα, πολύ μεγάλη ταξιανθία, όψιμη και ημι-καθορισμένης ανάπτυξης) και ο τοπικός πληθυσμός ANP-088/07 (c17, μεσαίο μέγεθος καρπού, πρώιμος και συνεχούς ανάπτυξης). Οι εμπορικές ποικιλίες ανήκουν στο Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, το οποίο και διατηρεί τις παραδοσιακές ποικιλίες και τους τοπικούς πληθυσμούς.

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο καλυμμένο με εντομοστεγές δίχτυ και τα φυτά αναπτύχθηκαν μονοστέλεχα. Για κάθε τύπο φυτικού υλικού μεταφυτεύτηκαν πέντε φυτά χωρίς επαναλήψεις. Σε κάθε φυτό μετρήθηκε ο αριθμός των ταξικαρπιών (ταξιανθίες που έδεσαν τουλάχιστον έναν καρπό) και των συγκομίσιμων καρπών (στάδια ωρίμανσης 3 έως 6) δύο μήνες μετά τη μεταφύτευση. Επιπλέον, τα φυτά ταξινομήθηκαν ανάλογα με τον τύπο της ταξιανθίας τους σε φυτά με απλή, διπλή, σύνθετη ή «ταξιανθία τύπου 'Λεμονιά'» (χαρακτηριστική ταξιανθία με εκατοντάδες άνθη). Τέλος, από κάθε φυτό συγκομίστηκαν τρεις πλήρως ώριμοι καρποί (στάδιο ωρίμανσης 6) και καταγράφηκε το βάρος, το χρώμα και το σχήμα τους σύμφωνα με τις οδηγίες του CPVO. Για τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά υπολογίστηκε ο μέσος όρος και το τυπικό σφάλμα, ενώ για αυτά που είχαν διακριτές φαινοτυπικές κλάσεις καταγράφηκε η συχνότητα εμφάνισης της κάθε κλάσης.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι παραδοσιακές ποικιλίες τομάτας είναι αναγνωρίσιμες από το καταναλωτικό κοινό, δίνουν καρπούς με αξιόλογα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, είναι προσαρμοσμένες στα

περιβάλλοντα που καλλιεργούνται και αποτελούν ένα βελτιωτικό γενετικό υλικό υψηλής αξίας (Μπλέτσος, 2012, Blanca et al., 2015). Αυτό επιβεβαιώθηκε και στην παρούσα εργασία, όπου 70 σειρές F_3 προερχόμενες από τον υβριδισμό εμπορικών και παραδοσιακών ποικιλιών αξιολογήθηκαν για τα αγροκομικά χαρακτηριστικά τους. Σε μερικές από τις σειρές που μελετήθηκαν καταγράφηκε παρόμοιο εύρος τιμών και τυπικό σφάλμα με τους εμπορικούς μάρτυρες στα μετρήσιμα αγροκομικά χαρακτηριστικά ή δεν παρατηρήθηκε διάσπαση στα χαρακτηριστικά με διακριτές κλάσεις (Εικ. 1-3), ενδείξεις γενετικής σταθεροποίησης. Ωστόσο, άλλες σειρές διασπάστηκαν για τα παραπάνω χαρακτηριστικά και θα απαιτηθούν επιπλέον κύκλοι επιλογής και αυτογονιμοποίησης για τη σταθεροποίησή τους.

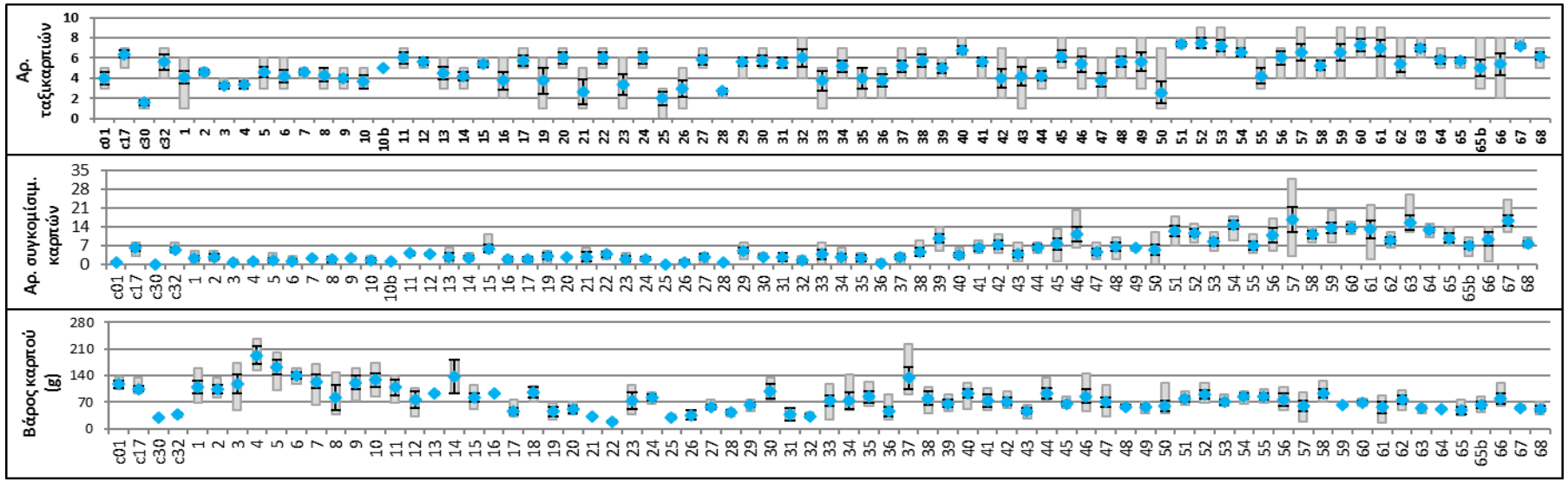
Μεταξύ των σειρών που προέκυψαν από το υβρίδιο 'Αρετή' x ANP-088/07 βρέθηκαν μερικές που ήταν πρωιμότερες από τον εμπορικό γονέα. Συγκεκριμένα, στις σειρές 01, 05, 06, 11-13, 15 και 16 μερικά φυτά σχημάτισαν περισσότερες ταξικαρπίες, ενώ στις 07, 11, 12 και 15 όλα τα φυτά είχαν περισσότερους συγκομίσιμους καρπούς (Εικ. 1). Η πρωιμότητα αυτών των σειρών πιθανότατα οφείλεται στην κληρονόμηση γενετικού υλικού από τον πληθυσμό ANP-088/07 που είναι πολύ πρώιμος (Κρομμύδας κ.ά. 2014). Επίσης, βρέθηκε ότι όλα τα φυτά της σειράς 04 και μερικά των 01, 03-10 και 14 είχαν βαρύτερους καρπούς από την 'Αρετή' (Εικ. 1). Οι παραπάνω σειρές διασπάστηκαν για το σχήμα του καρπού (Εικ. 2). Στην τομάτα το πεπλατυσμένο σχήμα του καρπού οφείλεται σε μία μετάλλαξη στη γονιδιακή θέση *FAS* (van der Knaap et al., 2014). Πιθανότατα η 'Αρετή' και ο πληθυσμός ANP-088/07 έχουν διαφορετική αλληλική σύσταση στη *FAS* και οι διασπώμενες F_3 προήλθαν από ετεροζύγωτα άτομα.

Από τα υλικά με το γενετικό υπόβαθρο της ποικιλίας 'Σαντορίνη' στις σειρές 32, 40, 45, 49, 51-54, 57, 59-63, 65b, 66 και 67 βρέθηκαν φυτά με περισσότερες ταξικαρπίες από τη 'Σαντορίνη' και στις σειρές 54, 60, 63, 64 και 67 όλα τα φυτά σχημάτισαν περισσότερους καρπούς (Εικ. 1). Το βάρος του καρπού στις σειρές 18, 24, 27, 29, 30, 34, 35, 37, 39-42, 44-46, 48, 51-55, 58-60, 62, 64, 65b, 66 και 67 ήταν μεγαλύτερο από αυτό της 'Σαντορίνη' (Εικ. 1). Οι σειρές 18-37 είχαν βαρύτερους καρπούς και από τους δύο γονείς τους ('Σαντορίνη' και 'Λεμονιά'). Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στη διαφοροποιημένη έκφραση των γονιδίων που προκαλούν την ταξιανθία της ποικιλίας 'Λεμονιά' στο γενετικό υπόβαθρο της 'Σαντορίνη' (Εικ. 2). Ουσιαστικά, η παραγωγή λιγότερων ανθέων σε σχέση με τη 'Λεμονιά' είχε ως επακόλουθο τον μικρότερο ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών της ίδιας ταξιανθίας με αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους τους. Από την άλλη, το μεγαλύτερο βάρος του καρπού στις σειρές 39-55 πιθανότατα κληρονομήθηκε από τον πληθυσμό ANP-088/07 (Εικ. 1).

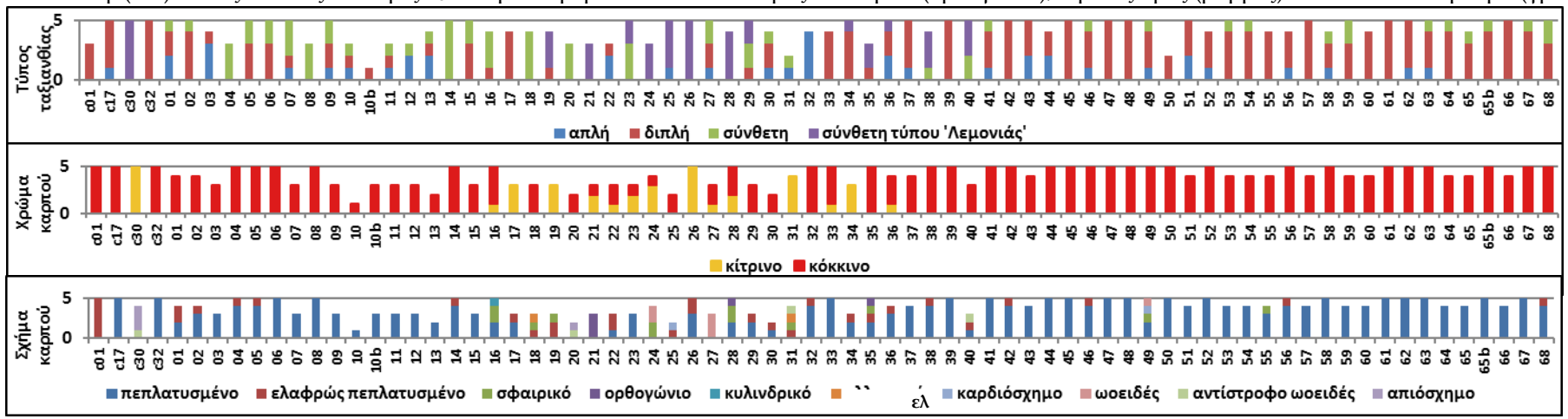
Τέλος, στις σειρές 17-68 βρέθηκε μεγάλη ποικιλομορφία στη μορφή της ταξιανθίας, το χρώμα και το σχήμα του καρπού (Εικ. 1 και 3). Αυτό ήταν πιο εμφανές στις σειρές που προήλθαν από τον υβριδισμό της 'Σαντορίνη' με τη 'Λεμονιά', κάτι που ήταν αναμενόμενο λαμβάνοντας υπ' όψιν τις μεγάλες μορφολογικές διαφορές των δύο γονέων (Εικ. 1 και 3). Μερικά φυτά κληρονόμησαν το χαρακτηριστικό σχήμα της 'Σαντορίνη' και το κίτρινο χρώμα της 'Λεμονιά' (Εικ. 3.β), ενώ άλλα την πλούσια ταξιανθία και το σχήμα της 'Λεμονιάς', και το χρώμα της 'Σαντορίνη' (Εικ. 3.ζ-η). Σε αυτά τα φυτά φαίνεται ότι το κίτρινο χρώμα του καρπού και η ταξιανθία τύπου 'Λεμονιά' που είναι υποτελή γνωρίσματα (Κρομμύδας κ.ά., 2014), ανασυνδυάστηκαν και σταθεροποιήθηκαν. Τέτοιου είδους ακραίοι φαινότυποι παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη δημιουργία ποικιλιών τομάτας ειδικού τύπου.

Συμπεράσματα

Μεταξύ των ανασυνδυασμένων F_3 σειρών τομάτας που μελετήθηκαν βρέθηκε μεγάλη ποικιλομορφία για το βάρος, το σχήμα και το χρώμα του καρπού. Μερικές σειρές διασπάστηκαν για τον τύπο της ταξιανθίας, το σχήμα και το χρώμα του καρπού, ενώ άλλες κληρονομούσαν σταθερά. Αρκετές σειρές είχαν ανώτερα αγροκομικά χαρακτηριστικά από τις εμπορικές ποικιλίες και οι καλύτερες από αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν για τη δημιουργία ποικιλιών τομάτας με υψηλή θρεπτική αξία ή με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του καρπού και της ταξιανθίας. Τέλος, από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες και οι τοπικοί πληθυσμοί τομάτας είναι υλικά κατάλληλα για τη δημιουργία νέας χρήσιμης γενετικής ποικιλομορφίας.



Εικόνα 1. Αριθμός ταξικαρπιών, συγκομίσμων καρπών και βάρος του καρπού στις ποικιλίες 'Αρετή' (c01), ANP-088/07 (c17), 'Λεμονιά' (c30) και 'Σαντορίνη αυθεντική' (c32) καθώς και στις 70 σειρές F_3 που μελετήθηκαν. Δίνεται το εύρος των τιμών (ορθογώνιο), ο μέσος όρος (ρόμβος) και το τυπικό σφάλμα (γραμμές).



Εικόνα 2. Συχνότητες εμφάνισης των φαινοτύπων της ταξιανθίας, του χρώματος και του σχήματος του καρπού στις ποικιλίες 'Αρετή' (c01), ANP-088/07 (c17), 'Λεμονιά' (c30) και'Σαντορίνη αυθεντική' (c32) καθώς και στις 70 F_3 σειρές που μελετήθηκαν.

Εικόνα 3. Καρποί της ποικιλίας 'Σαντορίνη' και φυτών των σειρών F_3 22, 62 και 17 (α, β, γ και δ, αντίστοιχα). Ταξιανθίες και καρποί της ποικιλίας 'Λεμονιά' (ε και στ.1-2) και ενός φυτού της σειράς 28 (ζ και η).

Βιβλιογραφία

Κρομμύδας Κ., Ράλλη Π., Τσιβελίκας Α., Μπλέτσος Φ., Καλύβας Α., 2014. Αξιολόγηση τοπικών παραδοσιακών και εμπορικών ποικιλιών τομάτας και των F_1 υβριδίων τους. Πρακτικά 15ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. Βιβλίο περιλήψεων.

Μπλέτσος, Φ., 2012. Πρακτική λαχανοκομία και παραδοσιακές ποικιλίες. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη.

Blanca, J., Montero-Pau, J., Sauvage, C., Bauchet, G., Illa, E., Díez, M.J., Francis, D., Causse, M., van der Knaap, E., Cañizares, J., 2015. Genomic variation in tomato, from wild ancestors to contemporary breeding accessions. BMC Genomics 16, 1–19.

Bergougnoux, V., 2014. The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology Advances*, *32*(1), 170–189.

van der Knaap, E., Chakrabarti, M., Chu, Y. H., Clevenger, J. P., Illa-Berenguer, E., Huang, Z., Keyhaninejad, N., Mu, Q., Sun, L., Wang, Y., Wu, S., 2014. What lies beyond the eye: the molecular mechanisms regulating tomato fruit weight and shape. Frontiers in Plant Science, 5, 227.

Cortés-olmos, C., Valcárcel, J.V., Roselló, J., Díez, M.J., Cebolla-Cornejo, J., 2015. Traditional Eastern Spanish varieties of tomato. Sci. Agric. 72, 420–431.

EVALUATION OF SMALL FRUITED TOMATO RECOMBINANT LINES DERIVED FROM THE HYBRIDIZATION OF COMMERCIAL AND TRADITIONAL CULTIVARS

K. Krommydas[1,2], A. Xanthopoulou[1,3], A. Zambounis[1,2], P. Ralli[1], I. Grigoriadis[1], G. Stratakis[4], I. Kaidatzis[4], A. Kalivas[1]

[1]Hellenic Agricultural Organization 'Demeter', Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources, Thermi, Thessaloniki, Greece, GR 57001
[2]Laboratory of Plant Breeding, Department of Field Crops and Ecology, School of Agriculture, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, GR 54124, email: kos_krom@hotmail.com
[3]Institute of Applied Biosciences, CERTH, Thermi, Thessaloniki, Greece, GR 57001
[4]Agrolab S.A., Sindos industrial area, Sindos, Thessaloniki, Greece, GR 57022

Abstract

Traditional tomato cultivars and landraces are important plant genetic resources that can be used for the development of commercial cultivars with enhanced nutritional value and high quality. In the present study 70 recombinant tomato lines (F_3 generation) derived from the hybridization of the commercial cultivars 'Areti' and 'Santorini' with 'Lemonia' (traditional cultivar), ANP-088/07 and ANP-110/07 (landraces). The F_3 lines were evaluated for earliness, inflorescence type and color, shape and weight of the fruit. Several of these lines were superior to their commercial parents. From these lines the best plants were selected based on their agronomical characteristics and F_4 generation seed was obtained. In addition, some plants with interesting phenotypes were selected in order to create specialty tomato cultivars. Our results demonstrate that the examined recombinant lines are a valuable breeding material for the development of new Greek tomato cultivars.

FIBER QUALITY OF COTTON HYBRIDS OBTAINED ON THE BASE OF INTROGRESSIVE FORM

S.A. Egamberdieva[1], P. Zamanidis[2]

[1]Cotton breeding, seed production and agricultural technology research institute Republic of Uzbekistan
[2]Department of Viticulture of Athens of the Institute of Olive Tree, Subtropical Crops and Viticulture, NAGREF Hellenic Agricultural Organization – DEMETER, 14123 Likovrisi, Attiki
e-mail:panzamanidis@yahoo.gr

Abstract

One of the important aims in cotton breeding is to create varieties with high fiber quality. Involvement in the hybridization of wild species produces progeny in a wide variety of forms, among which there are plants with unique characteristics. As a result of the hybridization of some cultivated varieties (*G. hirsutum*) with the wild diploid form *G. trilobum Skovsted*, followed by backcrossing of hybrids with recurrent parents, a number of introgressive forms of cotton were created. These are characterized by early maturity, resistance to Verticillium wilt and high fiber quality. These synthetic introgression forms with a unique genetic basis are used as the gene pool of wild relatives during the breeding process for fiber quality. As a component of male parent served the variety *G.hirsutum* geographically distant origin was used. In 2012-2014 inheritance and variability of fiber quality parameters in hybrids F1-F3, were studied. The hybrids forms (F3) with fiber quality, which are close to the long-fiber cotton varieties were obtained.

Keywords: plant, cotton, hybrids, fiber

Introduction

Most researchers have reported about the nature of inheritance fiber length and have recorded the dominance of long-fiber (Fryxell 1992). Gesos (Гесос 1981) states that the inheritance of the fiber length in F1 hybrids are intermediate. In the experiments of D. Ter-Avanesyan (1973) and other researchers while crossing cotton varieties with similar fiber length in the first generation is marked heterosis. Crossing of cotton varieties differed in the length of fiber, hybrids have an intermediate position of heredity. N.Simongulyan and E.Hodzha-Akhmetov found that for length, strength and micronaire of the fiber characterized by incomplete dominance.

We study the inheritance of F1 - F3 hybrids between introgression cotton forms with commercial cotton varieties. As a result of the hybridization of some cultivated varieties (G.hirsutum) with the wild diploid form *G.trilobum* Skovsted, followed by backcrossing of hybrids with recurrent parents, a number of introgressive forms of cotton were created. These are characterized by early maturity, resistance to Verticillium wilt and high fiber quality.

Materials and Methods

Experiments were run in 2012-2014. Fiber quality was determined on the HVI (High Volume Instrument) in the Center "Sifat".The statistical analysis of experimental data was

conducted using the method B.A.Dospehov (1979). Coefficient of dominance (hp) determined by the formula S.Wright, pointed out by G.M.Beil and R.E.Atkins (1965).

During the breeding process F3 hybrids with high fiber quality were obtained. The parental forms used in our trials were different in origin and, therefore, they differ in important morphological and economically valuable characteristics, in particular the quality of the fiber.

Most varieties of foreign selection in the conditions of cultivation in the Tashkent region showed a relatively coarse fiber, so fiber micronaire was 4.7 -5.3, strength of fiber was lower than local varieties for 2.3 - 6.4 g / tex.

Results and Discussion

Also, fiber length was significantly inferior for 0.04 - 0.07 inch (Table 1).The data in Table 1 shows that the fiber micronaire of all F1 hybrids, except combinations F1 L-578 x S-6596 is in the optimal range 4.2 - 4.7. Two hybrid observed positive heterosis for this trait - fiber micronaire have increased, which is not desirable.The remaining 11 combinations has negative dominance ratio. This indicates the improvement of fineness of fiber.

Table 1.Fiber quality components of F1 hybrids and parental forms (2012)

PARENTS & HYBRIDS	FIBER QUALITY COMPONENTS					
	Mic	Hp	Str	Hp	Len	hp
St. NAMANGAN-77	5.3	-	28.8	-	1.11	-
St. C-6524	5.1	-	33.8	-	1.14	-
L-T	4.5	-	35.6	-	1.21	-
L-U	4.3	-	35.1	-	1.18	-
L-578	4.5	-	33.3	-	1.19	-
L-6003	5.3	-	30.8	-	1.14	-
S -2515	5.0	-	33.3	-	1.16	-
S -6082	4.8	-	30.5	-	1.15	-
S-489	4.5	-	32.1	-	1.16	-
S-6593	4.3	-	29.2	-	1.17	-
S-6596	4.7	-	31.7	-	1.14	-
F_1 L-578 x L-6003	4.3	-1.5	34.6	2.0	1.30	4.6
F_1 -T x S -6003	4.2	-1.7	34.8	0.6	1.22	1.2
F_1 L-578 x S -2515	4.3	-1.3	38.2	9.0	1.27	5.0
F_1 L-T x S -2515	4.2	-1.6	37.1	2.2	1.24	2.0
F_1 L-578 x S -6082	4.3	-1.5	36.6	3.3	1.17	0.2
F_1 L-U x S -6082	4.3	-0.6	36.5	1.6	1.21	2.5
F_1 L-578 x S-489	4.4	1.0	37.2	7.5	1.23	3.0
F_1 L-T x S-489	4.5	-1.0	36.6	1.5	1.20	0.6
F_1 L-T x S-6593	4.4	0.5	36.5	1.3	1.21	1.0
F_1 L-U x S-6593	4.7	8.0	34.6	0.8	1.21	4.0
F_1 L-578 x S-6596	4.8	2.0	32.0	-0.6	1.11	-2.5
F_1 L-T x S-6596	4.5	-1.0	32.1	-0.7	1.17	-0.1
F_1 L-U x S-6596	4.6	0.5	32.7	-0.4	1.15	-0.5

The fiber strength of most F1 hybrids combinations increased compared to the parental forms. Only three combinations, where his male parent serves as S-6596 is observed

intermediate inheritance with incline towards the S-6596. In hybrid combinations F1 L-578 x S -2515 and F1 L-578 x S-489 there is a significant effect of heterosis of strength of fiber - 38.2 and 37.2 g / tex, which describes as very high.

Regarding the fiber length and fiber strength at the same three paternal combinations where S-6596 is used, this feature has a relatively low rate of 1.11 - 1.17 inch. Negative dominance was observed in the combination of F1 L-578 x S-6596 (-2.5), which once again confirms the dominance of short fiber in the variety S-6596. In the second and third generations show the process of stabilization and slight improvement in fiber quality components.The best combination with the complex of characteristics are L-578 x S -6082, L-578 x S-489, L-T x S-6593 (tab. 2).

Table 2. Fiber quality components of F2-F3 hybrids and parental forms (2013-2014)

PARENTS & HYBRIDS	F_2			F_3		
	Mic	Str	Len	Mic	Str	Len
St. NAMANGAN-77	4.4	31.2	1.15	4.6	31.5	1.11
S-6524	4.3	33.9	1.17	4.3	34.7	1.15
L-578 x ЛL6003	4.6	38.4	1.23	4.5	35.1	1.21
L-T x S -6003	4.1	39.7	1.26	4.1	34.4	1.23
L-578 x S -2515	4.2	36.0	1.21	4.2	33.2	1.24
L-T x S -2515	4.1	39.8	1.21	4.4	34.9	1.20
L-578 x S -6082	4.5	40.2	1.28	4.5	38.0	1.27
L-U x S -6082	4.2	36.7	1.18	4.6	35.1	1.21
L-578 x S-489	4.0	33.7	1.26	4.1	34.3	1.27
L-T x S-489	4.1	33.0	1.18	4.6	31.6	1.18
L-T x S-6593	3.9	34.0	1.20	3.7	34.2	1.29
L-U x S-6593	4.0	33.5	1.17	4.3	33.6	1.22
L-578 x S-6596	4.4	34.2	1.22	4.7	32.6	1.20
L-T x S-6596	4.1	35.3	1.21	4.7	33.4	1.15
L-U x S-6596	3.9	35.4	1.24	4.3	33.0	1.17

Conclusion

Lack of paternal forms with high gin turn out reflected in the fact that they have late maturity and low-resistant to Verticillium disease. By crossing introgressive forms with adapted to the local conditions varieties and purposeful selection, we obtained high-yield, medium-early maturity and resistant to the Verticillium Vilt cotton families.

The hybridization introgression forms with geographically distant origin high gin turn out varieties has shown prospect in the selection for the quality of the fiber.

References

Абдуллаев А.А., Омельченко М.В. Использование мирового разнообразия Gossypium в селекции хлопчатника // Генетика и селекция растений. 1975. С. 4 -9 .

Валичек П. Систематика и филогенез хлопчатника: Автореф. дис. докт. биол. наук. Ташкент, 1980.- 30 с.. Волокно хлопковое (технические условия). Государственный

Центр стандартизации, метрологии и сертификации республики Узбекистан. Ташкент 2001..

Гесос К. Ф., Пулатов М. Комбинационная способность некоторых тонковолокнистых сортов // Ж. Хлопководство.- 1981.- № 3.- С. 29.. Доспехов В.А. Методика полевого опыта.- М.: Колос, 1979.- 416 с.

Ибрагимов П.Ш., Иксанов М.И. Производство хлопка-волокна в ведущих хлопкосеющих странах мира (2006-2009 г.г.) (Данные журнала «Cottonwordsstatistics», September 2010. AgroIlm. № 2, 2011. 3-4 с.

Иксанов М.И., Алиходжаева С.С., Амантурдиев А. О высоком качестве волокна сортов хлопчатника узбекской селекции. Сельское хозяйство Узбекистана.AGROILM. № 2.2014. С.5-6.

Мауер Ф.М. Хлопчатник. Происхождение и систематика. В 4–х т. Ташкент; 1954. Т.1. С. 381.

Симонгулян Н.Г., Ходжа–Ахметов Э. Генетика хозяйственно-ценных признаков хлопчатника // Ж. Хлопководство.- 1982.- № 2.- С. 27-29.

Симонгулян Н.Г. Генетика количественных признаков хлопчатника. Ташкент. «ФАН».1991. С.124.

Тер–Аванесян Д. В. // Хлопчатник. - М.: Колос, 1973.- 478 с.

Семенихина Л.В., Гуревич Л.И., Эгамбердиев А.Э. Проявление контрастных признаков у гибридов хлопчатника F1 и амфидиплоидов K1, K2 G.hirsutumL. x G.trilobumSkovst. // Генетика.- 1979. - Т.15. - № 11.- с. 2013-2016.

Beil G.M., Atkins R.E. Intermittent of quantitative characters in grain sorghum.- Iowa state journal of science. 1965. V.39.- № 3.-p.p. 35-37.

Jerry L. Baker, Laval M. Verhalen. Heterosis and Combining Ability for several Agronomic and fibre Properties among selected Lines of Upland cotton. «Cotton Grw. Rev.». 1975. № 52.

Fryxell P.A. Revised taxonomic interpretation of Gossypium L (Malvaceae) // Rheedea. 1992. V 2. (2). P. 108-165

PRODUCTIVITY, EARLINESS, WILT RESISTANCE AND GIN OUTTURN OF NEW COTTON LINES (*G.hirsutum L.)*

S.A. Egamberdieva[1], P. Zamanidis[2]

[1]Cotton breeding, seed production and agricultural technology research institute
Republic of Uzbekistan
[2]Department of Viticulture of Athens of the Institute of Olive Tree, Subtropical Crops and Viticulture,
NAGREF Hellenic Agricultural Organization – DEMETER, 14123 Likovrisi,Attiki
e-mail:panzamanidis@yahoo.gr

Abstract

Continuous accumulation of aggressive and volatile races of pathogens and pests leads to overcoming the genetic resistance barrier of traditional cotton varieties. Attracting a rich gene pool of wild species and ruderal forms to the breeding process allows to obtain an exceptional population of new forms with high adaptive ability. The aim of our research was achieved by using introgressive forms in the breeding process detecting early maturing and high productive cotton lines with high ginn outturn of quality fiber.In 2013-2014, 9 cotton lines (F12-F13) have been studied, which were obtained by crossing introgressive form "L-T" - (F15BC4 ((C-4727 (G.hirsutum L.), x G.trilobumSkovsted) x C-4727 (G. hirsutum L.) with variety Omad (G.hirsutum L.). Trials were carried out in fields infected by Verticillium dahlia Kleb wilt. It was deduced that the use of introgression forms based on wild diploid species G.trilobum Skovsted, allows to create valuable cotton lines with a complex of characteristics exceeding those of standard varieties.

Keywords: wilt, gin, cotton, fiber

Introduction

For the development of the cotton breeding is necessary to search and identify new genetic sources and ways to create donors to enrich the genotype of modern varieties missing pattern. Limited use of the rich gene pool of wild species and ruderal forms leads to genetic monotony of varieties, which affects the plant immunity. Continuous accumulation of aggressive races of pathogens and insects results in overcoming the genetic barrier resistance of cotton.

Method of introgression breeding can significantly increase the number of diverse cotton lines. Numerous published data show that introgressive hybridization plays an important part in obtaining new genetic lines of sunflower, rye, oats and other crops (Zhuchenko AA, 2001).

Materials and Methods

In the laboratory, "Breeding cotton to the IV-V type of fiber", a number of cotton lines produced with introgressive form with the participation of (G.trilobum Skovsted), characterized by resistance to Verticillium wilt and unique quality fiber [5]. With this introgressive form carried out crosses with cultivated varieties S-4727 and Omad. Many years of selections allowed to create unique hybrids and lines. New lines had high-yield, high-quality fiber and resistance to Verticillium wilt.

Results and Discussion

Experiments were carried out in 2012-2014 in "Cotton breeding, seed production and agricultural technology research institute" Republic of Uzbekistan. Sowing was carried out on naturally infected *Verticillium dahliae Kleb*. field in the optimum time. Scheme of sowing had: row to row distance 60 cm plant to plant distance 20 cm.

We have studied 9 lines (F11-F13), obtained by crossing introgressive form L-T F15BC4 (G.hirsutum L., Class S-4727 x G.trilobum Skovsted) x C-4727) and a variety Omad (G.hirsutum L.), also some of individual selected samples. As the control, we used two local commercial varieties Namangan-77 and S-6524.

Evaluation of disease of Verticillium wilt was held at the end of the growing season by slicing the stem of cotton plant around the root collar by the method of Dobrovolsky BV [3].

To determine the weight one boll, length and gin turnout of fibers was collected sample of 25 bolls first internode position of the first and second fruiting branches. The data were statistically processed by B.A.Dospehov [4]. To determine the maturity, we calculate the number of days from germination to 50% boll opening.

During the three years of observation the earliness ranged from 2 to 7 days. Overall, we studied the line matured in 102 - 109 days (Table 1).

The productivity of cotton is one of the main features in the evaluation of new varieties and is made up of the quantity and weight of cotton bolls. At the same time more important is the number of bolls than its weight (Pulatov, 1993; Kurbangeldiev, 1995;. Moser is et al, 1999).

Table 1. Characteristics of Cotton Lines (2012-2014)

LINES & STANDART VARIETIES	MATURITY (first boll open days after germination)			NUMBER OF BOLLS PER PLANT			WEIGTH OF BOLL			WEIGTH OF 1000 SEEDS			GIN OUT TURN %		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
St. NAMANGAN-77	107.3	108.4	105.0	15.8	16.5	15.6	6.0	5.6	6.3	130	120.0	118.0	37.3	38.2	37.2
St. S-6524	105.5	107.5	104.5	15.7	18.1	14.8	6.1	6.0	5.7	138	140.0	125.0	38.1	34.4	35.7
L-241	106.1	107.1	102.8	14.5	14.7	25.0	6.5	6.3	6.5	130	135.5	124.1	40.4	38.2	40.8
L-243	102.9	109.6	102.8	14.2	20.3	19.4	5.6	6.3	6.8	130	133.0	126.7	39.7	38.4	40.2
L-245	102.7	108.6	102.5	14.2	19.0	27.7	6.4	6.8	6.2	136	130.0	118.4	41.4	38.7	39.4
L-247	105.5	108.8	103.8	14.6	19.8	20.4	6.4	6.9	6.8	134	125.2	125.8	43.3	39.4	40.5
L-248	106.7	107.2	103.3	15.9	23.4	25.1	7.1	6.6	6.4	128	138.2	124.5	42.8	38.0	39.7
L-249	107.3	106.5	103.1	15.2	18.0	16.7	8.0	6.7	6.3	140	133.3	127.0	37.5	36.8	39.6
L-244	103.8	108.6	103.7	13.6	19.5	25.0	6.3	6.7	6.0	130	134.6	116.2	41.6	38.8	41.2
L-4 AP	102.4	109.0	103.4	14.3	17.3	22.3	6.4	6.7	6.5	135	137.5	126.1	43.7	37.9	40.4
L-555	104.6	107.7	103.7	26.5	19.2	31.1	5.9	6.5	6.5	116	133.3	118.6	41.5	38.6	39.3

In our trials, the highest number of bolls per plant in 2012 was in the line L-555 (26.5 pieces). The remaining lines had the number of bolls range from 13.6 at the L-244 to 15.9 bolls in line L-248. The Namangan-77 (control) had 15.8 bolls. In 2013, in all of the lines, the figure ranged from 17.3 bolls in the line L-4-AP to 23.4 bolls in the line L-248, which is slightly greater

than or corresponds to parameters of the standard varieties. An exception was the Line L-241 (14.7 bolls).

Among the studied lines in 2014 were the best line was L-555 (31.1 bolls per plant) and L-245 (27.7 bolls per plant). Three lines L-241, L-248 and L-244, had 25 bolls. The rest of the cotton lines produced 16.7 - 22.3 bolls. Standard varieties had 15.6 and 14.8 bolls per plant.

The highest productivity of over the 3 years was noted in line L-555 (31.1 bolls per plant). Six lines every year have increased the number of bolls. Along with the high productive potential, selected lines combine in their genotype and other properties: weight of boll, weight of 1000 seeds and high gin turnout of fiber.

The gin turnout of most lines was high. In lines L-245, L-248, L-249 and L-555, this characteristic was 39%. The remaining lines gin turnout had equal or greater than 40%. It should be noted that this figure has been consistently high during the three years of testing.

We evaluated the new lines for resistance to Verticillium wilt (Verticillium dahliae Kleb.) Introgression line obtained with species G.trilobum Skovsted and included in crossing the vast majority of the combinations showing resistance to Verticillium. The biggest damage of the disease was observed in 2012. The most resistant to the disease appeared lines: L-241, L-247, L-248, L-243, L-245, L-249, L-4AP in which the degree of damage to the plants averaged over the three years was 1.9 - 4, 5%. The remaining two lines wilt disease data was higher than 6.2 - 8.2%. Wilt disease of standard varieties NAMANGAN-77 and S-6524 reached an average of 48.4 and 44.9%. In 2012, the defeat of wilt disease of these varieties in our experiments reached 95.4 and 90.4%.

Table 2.Resistance to Verticillium wilt (Verticillium dahliae Kleb.) of cotton lines

LINES & STANDART VARIETIES	The degree of damage on the cut of root collar, % 2012		The degree of damage on the cut of root collar, % 2013		The degree of damage on the cut of root collar, % 2014	
	HIGH	TOTAL	HIGH	TOTAL	HIGH	TOTAL
St. NAMANGAN- 77	79,5	95,4	30,3	67	8,0	10,4
St. S-6524	52,3	90,4	29,3	62,4	14,7	20,6
L-241	2,3	11,6	0	0,5	-	-
L-243	0	10	0,2	0,5	0	0,8
L-245	0	13,5	0	3,6	0	0
L-247	0	2,4	2,3	4,5	3,1	8,2
L-248	1,6	3,2	0	3,7	0	7,8
L-249	4,7	14,2	0	0	0	1,1
L-244	7,1	11,4	2,2	15,9	5,6	7,1
L- 4 AP	2,6	21	0	2,8	0,2	0,4
L-555	4,3	21,7	3,2	7,5	0	0,9

Correlation analysis has shown the high positive correlation between productivity and the weight of fiber and seeds. (R = 0,88 - 0,99) and medium positive relationship between weight of boll and weight of 1000 seeds (r = 0,15 -0,44). Between the weight of bool and the gin turnout of fiber for different lines indicate different degree of correlation - 0.37 to 0.59. The

negative correlation observed between the gin turnout of fiber and a weight of 1000 seeds (r = -0,82, -0,37).

Conclusion

As the result of study the new breeding material which involve introgression forms was created new cotton lines that exceeds the standard commercial varieties for yield, earliness and gin turnout of fibers with a high degree of resistance to Verticillium wilt. These promising lines with high yield potential used by us in further breeding programs.

References

Вавилов П. П., Гриценко В. В. Растениеводство. М. : Колос, 1975. 694 с.

Dobrovolsky B.V. Methodological guidelines on survey of cotton plantings for affection with wilt. M.: 1969. p. 5.

Dospekhov B.A. Methodology of field experiment.- M.: Kolos, 1979. p. 416.

Egamberdiev A.E. Utilization of wild species germplasm in cotton breeding // Genetic research and education: Current trends and the next fifty years. Indian Society of genetics and plant breeding // New Delhi, 1995. - pp. 1220-1229.

Курбангельдиев С. Проблемы повышения продуктивности и улучшения качества волокна тонковолокнистого хлопчатника в Туркменистане: Дис. … докт. с/х наук.- Ашгабат: Отд. Биол. наук Туркмен. СХА, 1995.- 64 с.

Пулатов М. Изучение генетического потенциала рода *Gossypium L.* с целью создания исходного материала для селекции: Автореф. дисс. докт. с/х наук.- Ташкент, 1993.- 54 с.

Moser H.S., Persy R.G. Genetic improvement of yield components and agronomic characteristics of Pima cotton: 1949-1991. Proc. Belt wide cotton conferences. V 1, 1999, p. 488.

ΝΕΑ ΑΥΤΟΓΟΝΙΜΑ ΥΒΡΙΔΙΑ ΚΕΡΑΣΙΑΣ (*PRUNUS AVIUM*), ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ Τ.Φ.Ο.Δ.Ν.

Κ. Καζαντζής[1], Θ. Σωτηρόπουλος[1], Ν. Κουτίνας[2], Ι. Χατζηχαρίσης[3]

[1]ΕΛ.Γ.Ο. 'ΔΗΜΗΤΡΑ', Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, Σ.Σ. Νάουσας 38, 59035 Νάουσα
e-mail: nagrefpi@otenet.gr.
[2]Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τ.Θ. 141, 57400 Θεσσαλονίκη.
[3]Διατελέσας Ερευνητής ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων Νάουσας

Περίληψη

Στα πλαίσια του παγίου και διαρκούς προγράμματος βελτίωσης ποικιλιών κερασιάς (*Prunus avium* L.) που διεξάγεται στο Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων (πρώην Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων), ξεκίνησε η δημιουργία νέων ποικιλιών με υβριδισμό, στις αρχές της δεκαετίας του '90, από τον τότε Διευθυντή και υπεύθυνο Ερευνητή κ. Χατζηχαρίση Ιωάννη. Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία νέων ποικιλιών με καλύτερα χαρακτηριστικά από τις καλλιεργούμενες, που να παρουσιάζουν ιδιαίτερο εμπορικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας.

Για τη δημιουργία πρώιμων ποικιλιών με τη μεθοδολογία της ελεγχόμενης γονιμοποίησης, ως ένας γονέας χρησιμοποιήθηκε η αξιόλογη πρώιμη ποικιλία Bigarreau Burlat (σειρά BxS) και για τη δημιουργία αξιόλογων ποικιλιών μέσης εποχής ωρίμανσης, ως ένας γονέας επιλέχθηκε η ποικιλία B.S. Hardy Giant (σειρά HGxS). Όλα αυτά σε συνδυασμό, ως δεύτερου γονέα, με την ποικιλία Stella για την κληρονόμηση της σπουδαίας αυτογόνιμης ιδιότητας αυτής.

Από την έρευνα της κληρονόμησης της αυτογόνιμης ιδιότητας επί του αγρού, βρέθηκαν επτά υβρίδια της σειράς BxS και δύο υβρίδια της σειράς HGxS, να έχουν κληρονομήσει τη σπουδαία αυτογόνιμη ιδιότητα από την ποικιλία Stella, γεγονός που επιτυγχάνεται για πρώτη φορά στη χώρα μας όσον αφορά τη γενετική βελτίωση της κερασιάς.

Λέξεις κλειδιά: Γενετική βελτίωση, δενδροκομία, υβριδισμός, ελεγχόμενη γονιμοποίηση, ποιότητα, παραγωγή.

Εισαγωγή

Στα πλαίσια του παγίου και διαρκούς προγράμματος βελτίωσης ποικιλιών κερασιάς που διεξάγεται στο Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων (πρώην Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων), ξεκίνησε η δημιουργία νέων ποικιλιών με υβριδισμό, στις αρχές της δεκαετίας του '90, από τον τότε Διευθυντή και υπεύθυνο Ερευνητή κ. Χατζηχαρίση Ιωάννη. Αντίστοιχες ενέργειες γίνονταν και γίνονται συνεχώς ανά την υφήλιο (Καζαντζής Κ. 2015, Apostol J. 2005, Bargioni et al. 1997, Blažková J. 1996, Budan et al. 2009, Claverie et al. 2008, Fischer M. and Fischer C. 2004, Kappel F. 2008, Lang et al. 1998, López-Corrales et al. 2009, Sansavini S. and Lugli S. 2005). Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία νέων ποικιλιών με καλύτερα

χαρακτηριστικά από τις καλλιεργούμενες και συγκεκριμένα, ποικιλίες μεγαλύτερης παραγωγικότητας, μεγαλύτερου μεγέθους καρπού, καλύτερων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, αυτογόνιμων, που να παρουσιάζουν ιδιαίτερο εμπορικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας, βάσει αντίστοιχων ενεργειών σε άλλα κράτη (Andersen R.L. 1997, Brozik S. 1996, Dosba F. 2003).

Για τη δημιουργία πρώιμων ποικιλιών με τη μεθοδολογία της ελεγχόμενης γονιμοποίησης, ως ένας γονέας χρησιμοποιήθηκε η αξιόλογη πρώιμη ποικιλία Bigarreau Burlat (σειρά BxS) και για τη δημιουργία αξιόλογων ποικιλιών μέσης εποχής ωρίμανσης, ως ένας γονέας επιλέχθηκε η ποικιλία B.S. Hardy Giant (σειρά HGxS). Όλα αυτά σε συνδυασμό, ως δεύτερου γονέα, με την ποικιλία Stella για την κληρονόμηση της σπουδαίας αυτογόνιμης ιδιότητας αυτής.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα έγινε σε συλλογή ποικιλιών κερασιάς του Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας του Ι.Γ.Β.&Φ.Π. (πρώην Ινστιτούτου Φυλλοβόλων Δένδρων), που καλλιεργούνταν είκοσι κόκκινες ποικιλίες, μεταξύ αυτών και οι: Bigarreau Burlat, B.S. Hardy Giant και Stella, καθώς και τέσσερις γαλανές (ωχροέρυθρες) ποικιλίες.

Το 1993 συλλέχθηκε γύρη από άνθη της ποικιλίας Stella, η οποία εφαρμόστηκε χειρωνακτικά με τα δάχτυλα του χεριού για επικονίαση σε αποστημονωμένα άνθη δένδρων των ποικιλιών B. Burlat και B.S. Hardy Giant. Η αποστημόνωση έγινε με το χέρι στο στάδιο της εμφάνισης των πετάλων των ανθέων, πριν ανοίξουν και τα επισκεφτεί μέλισσα. Ο σπόρος των παραγόμενων καρπών από τις ελεγχόμενες επικονιάσεις/διασταυρώσεις, στρωματώθηκε σε άμμο για να εκβλαστήσει έπειτα από δέκα μήνες (Μάρτιο) και τα φυτάρια φυτεύθηκαν την επόμενη Άνοιξη (Μάρτιο) στο φυτώριο, σε γραμμές ανά διασταύρωση και σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 80 cm και μεταξύ των φυτών 10 cm.

Μετά το πέρας της βλαστικής περιόδου, έγινε η πρώτη διαλογή υβριδίων με βάση τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά που εμφάνισαν. Απορρίφθηκαν τα καχεκτικά, αυτά που είχαν όψη άγριας κερασιάς, αυτά που προσβλήθηκαν από ασθένειες ή ζημιώθηκαν από αντιξοότητες του εδαφοκλιματικού περιβάλλοντος.

Το χειμώνα του 1994-1995 μεταφυτεύθηκαν σε συλλογή πυκνής φύτευσης, για πρώτη αξιολόγηση, ως αυτόρριζα, σε γραμμές και σε αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών 2m και μεταξύ των φυτών 1m, όπου παρέμειναν μέχρι την είσοδό τους στην καρποφορία.

Το 2000, που άρχισαν τα πρώτα υβρίδια να παράγουν καρπό, ξεκίνησαν οι παρατηρήσεις και έγινε επιλογή αυτών που εμφάνισαν καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού, τάση αυξημένης παραγωγικότητας, ζωηρότητα βλάστησης και ανθεκτικότητα σε έντομα, ασθένειες και αντιξοότητες του περιβάλλοντος.

Για την αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού μετρήθηκαν: το μέγεθος, η τραγανότητα της σάρκας, η περιεκτικότητα σε χυμό, η αναλογία οξέων σακχάρων και τα ποσοστά σκισίματος, όταν κατά την ωρίμαση σημειώνονταν βροχοπτώσεις. Για την αξιολόγηση της τάσης της παραγωγικότητας των υβριδίων καταγράφηκαν, η πυκνότητα έκπτυξης των καρποφόρων οργάνων (spur ή μπουκέτα Μαΐου) επί των βλαστών και ο αριθμός ανθοφόρων οφθαλμών που εκπτύσσονταν σε κάθε spur. Όσον αφορά στην ευπάθεια στους εχθρούς, τις ασθένειες και τις αντιξοότητες του περιβάλλοντος, καταγράφηκαν τα ποσοστά ζημιών σε περίπτωση προσβολών.

Τα εναπομείναντα (μη απορριφθέντα) 30 υβρίδια (από έναν συνολικό αριθμό άνω των 150), εμβολιάστηκαν με ενοφθαλμισμό το Σεπτέμβριο του 2005 στο φυτώριο, πάνω σε σπορόφυτα αγριοκερασιάς (*Prunus avium* L.), όπου αφέθηκαν για ένα χρόνο για να αναπτυχθεί το εμβόλιο.

Τον επόμενο χρόνο και μέσα στο Χειμώνα (Φεβρουάριος) του 2006, τα νεαρά δενδρύλλια εγκαταστάθηκαν σε πειραματική συλλογή δεύτερης αξιολόγησης, σε κανονικές συνθήκες αγρού, στο Αγρόκτημα Ναούσης του Τ.Φ.Ο.Δ.Ν. Φυτεύτηκαν σε δύο επαναλήψεις, από δύο δένδρα στην κάθε επανάληψη, με μάρτυρα την ποικιλία B. Burlat.

Οι αποστάσεις φύτευσης των δένδρων ήταν 6,0 x 6,5 m, η διαμόρφωση της κόμης αυτών έγινε σε ανοιχτό ελεύθερο κύπελλο και οι καλλιεργητικές φροντίδες γινόταν προσπάθεια να διεξαχθούν όπως προβλέπονται σε εμπορικές φυτείες.

Όταν τα δένδρα εισήλθαν στην παραγωγή, άρχισαν να λαμβάνονται όλες οι προβλεπόμενες παρατηρήσεις αξιολόγησης αυτών, καθώς και έλεγχοι κληρονόμησης της αυτογόνιμης ιδιότητας με εγκλωβισμούς κλάδων επί του αγρού (Φωτογραφία 1). Η διαδικασία γίνονταν με εγκλωβισμό ενός κλάδου σε κλωβό. Αν παράγονταν καρπός στον εγκλωβισμένο κλάδο, ακολουθούσαν μετρήσεις καρπόδεσης εντός των εγκλωβισμένων κλάδων (παραχθέντες καρποί ανά εκπτυχθέντα άνθη) τα επόμενα δύο έτη.

Φωτογραφία 1. Δοκιμές ελέγχου της αυτογόνιμης ιδιότητας, με εγκλωβισμούς κλάδων επί του αγρού.

Αποτελέσματα

Όλα τα παραχθέντα υβρίδια είναι άτομα με κόκκινο χρώμα καρπού και κατατάσσονται στην κόκκινη ή μαύρη κατηγορία ποικιλιών, με κόκκινου έως μαύρου χρώματος επιδερμίδα και κόκκινη σάρκα. Δεκαέξι υβρίδια προέρχονται από διασταύρωση μεταξύ των ποικιλιών B. Burlat και Stella (BxS) και οχτώ υβρίδια προέρχονται από διασταύρωση μεταξύ των ποικιλιών B.S. Hardy Giant και Stella (HGxS).

Από τους ελέγχους κληρονόμησης της αυτογόνιμης ιδιότητας επί του αγρού, βρέθηκαν επτά υβρίδια της σειράς BxS (BxS5, BxS14, BxS17, BxS19, BxS22, BxS23 και BxS33) και δύο υβρίδια της σειράς HGxS (HGxS11 και HGxS30), αυτογόνιμα ή μερικώς αυτογόνιμα (αυτογόνιμα που χρειάζονται για καλύτερα αποτελέσματα τη βοήθεια επικονιάστριων ποικιλιών), γεγονός που πρέπει να διευκρινιστεί περαιτέρω με μοριακές μεθόδους (να βρεθούν τα *S-αλληλόμορφα* γονίδιά τους). Ήδη έχουν δοθεί δείγματα νεαρών κορυφαίων φύλλων στο

Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών του ΕΚΕΤΑ, γι' αυτό το σκοπό και αναμένονται τα αποτελέσματα.

Όσον αφορά την τραγανότητα της σάρκας, τα εξεταζόμενα υβρίδια κατατάσσονται στην τραγανή και ημιτραγανή κατηγορία.

Οι αποδόσεις των δένδρων των υβριδίων υπολογίστηκαν με την επικρατούσα διεθνώς μέθοδο, της αναγωγής της παραγωγής των δένδρων στο εμβαδόν της επιφάνειας της τομής του κορμού (σε ύψος 40 cm πάνω από το έδαφος ή 5 cm πάνω από το σημείο ένωσης υποκειμένου/εμβολίου), διαιρώντας την παραγωγή με το εμβαδόν (kg/cm^2). Βάσει της σχέσης αυτής οι αποδόσεις ταξινομήθηκαν στις παρακάτω κατηγορίες, για δένδρα εμβολιασμένα σε υποκείμενο σπορόφυτο αγριοκερασιάς: Πολύ μεγάλων αποδόσεων (0,14 kg/cm^2 και άνω), μεγάλων αποδόσεων (0,12 – 0,13 kg/cm^2), μέτριων αποδόσεων (0,10 – 0,11 kg/cm^2), μικρών αποδόσεων (0,07 – 0,09 kg/cm^2) και πολύ μικρών αποδόσεων (κάτω των 0,07 kg/cm^2). Τρία από τα περιγραφόμενα αυτογόνιμα υβρίδια, κατατάχτηκαν στην κατηγορία των πολύ μεγάλων και μεγάλων αποδόσεων, δηλαδή παραγωγικότερα ή ίδιας παραγωγικότητας με αυτή της B. Burlat (0,13 kg/cm^2).

Η συνοπτική περιγραφή των αυτογόνιμων παραχθέντων υβριδίων δίδεται παρακάτω:

BxS5: Κόκκινο, αυτογόνιμο, τραγανό έως ημιτραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B. Burlat x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, ημιορθόκλαδα με κρεμοκλαδείς δευτέρας τάξης βλαστούς και πολύ παραγωγικά (0,12 kg/cm^2). Η άνθηση είναι πρώιμη, ανθίζει μαζί με την B. Burlat το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου. Ο καρπός είναι νεφροειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, μικρού μεγέθους (5,4±0,72 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαήμερο του Μαΐου, τέσσερις ημέρες μετά από την B. Burlat (μεσοπρώιμη εποχή ωρίμανσης).

BxS14: Κόκκινο, αυτογόνιμο, τραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B. Burlat x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, ημιορθόκλαδα και πολύ παραγωγικά (0,13 kg/cm^2). Η άνθιση είναι μεσοπρώιμη, ανθίζει τρεις ημέρες μετά από την B. Burlat, μέσα στη δεύτερη εβδομάδα του Απριλίου. Ο καρπός είναι νεφροειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, πάρα πολύ μεγάλου μεγέθους (10,7±1,28 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαΐου, δέκα ημέρες μετά από την B. Burlat (μέση εποχή ωρίμανσης).

BxS17: Κόκκινο, αυτογόνιμο, ημιτραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B. Burlat x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, πλαγιόκλαδα και μέτρια παραγωγικά (0,10 kg/cm^2). Η άνθηση είναι μεσοπρώιμη, ανθίζει δύο ημέρες μετά από την B. Burlat το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου. Ο καρπός είναι νεφροειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, πολύ μεγάλου μεγέθους (8,3±0,96 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαήμερο του Μαΐου, μία ημέρα μετά από την B. Burlat (πρώιμη εποχή ωρίμανσης).

BxS19: Κόκκινο, αυτογόνιμο, ημιτραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B. Burlat x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, ημιορθόκλαδα και μέτρια παραγωγικά (0,11 kg/cm^2). Η άνθιση είναι υπερπρώιμη, ανθίζει τρεις ημέρες πριν από την B. Burlat, στις αρχές Απριλίου. Ο καρπός είναι νεφροειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, μέτριου μεγέθους (6,4±0,88 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαήμερο του Μαΐου, μαζί με την B. Burlat (πρώιμη εποχή ωρίμανσης).

BxS22: Κόκκινο, αυτογόνιμο, τραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B. Burlat x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, ημιορθόκλαδα και πολύ παραγωγικά (0,14 kg/cm^2). Η άνθιση είναι μεσοπρώιμη, ανθίζει τρεις ημέρες μετά από την B. Burlat το

πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου. Ο καρπός είναι νεφροειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, μεγάλου μεγέθους (7,7±0,92 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαΐου, έξι ημέρες μετά από την B. Burlat (μεσοπρώιμη εποχή ωρίμανσης).

Αξιολογήθηκε ως ελπιδοφόρο υβρίδιο και έχει δοθεί γενετικό υλικό σε επιλεγμένους παραγωγούς, για την περαιτέρω αξιολόγησή του σε συνθήκες εμπορικών οπωρώνων.

BxS23: Κόκκινο, αυτογόνιμο, τραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B. Burlat x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, ημιορθόκλαδα και μέτρια παραγωγικά (0,10 kg/cm^2). Η άνθιση είναι πρώιμη, ανθίζει μία ημέρα πριν από την B. Burlat, στις αρχές Απριλίου. Ο καρπός είναι μηλοειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, πολύ μικρού μεγέθους (5,0±0,69 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαήμερο του Μαΐου, δύο ημέρες μετά την B. Burlat (πρώιμη εποχή ωρίμανσης).

BxS33: Κόκκινο, αυτογόνιμο, τραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B. Burlat x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, πλαγιόκλαδα και μικρής παραγωγικότητας (0,07 kg/cm^2). Η άνθιση είναι μεσοπρώιμη, ανθίζει τρεις ημέρες μετά από την B. Burlat το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου. Ο καρπός είναι νεφροειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, μικρού μεγέθους (6,0±0,82 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαΐου, οχτώ ημέρες μετά την B. Burlat (μέση εποχή ωρίμανσης).

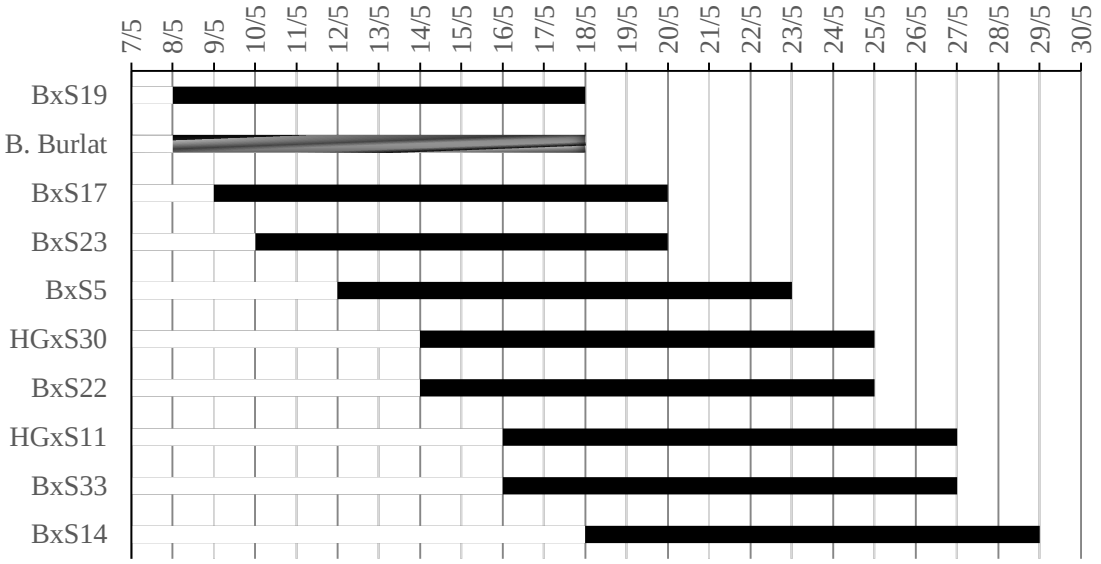
HGxS11: Κόκκινο, αυτογόνιμο, τραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B.S. Hardy Giant x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, ημιορθόκλαδα και μικρής παραγωγικότητας (0,07 kg/cm^2). Η άνθιση είναι μεσοπρώιμη, ανθίζει δύο ημέρες μετά από την B. Burlat το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου. Ο καρπός είναι μηλοειδής έως καρδιόσχημος, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, μέσου μεγέθους (6,7±0,84 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαΐου, οχτώ ημέρες μετά από την B. Burlat και δύο ημέρες μετά από την B.S. Hardy Giant (μέση εποχή ωρίμανσης).

HGxS30: Κόκκινο, αυτογόνιμο, τραγανό υβρίδιο, προϊόν διασταύρωσης των ποικιλιών B.S. Hardy Giant x Stella. Σχηματίζει μεγάλου μεγέθους δένδρα, πλαγιόκλαδα και πολύ παραγωγικά (0,14 kg/cm^2). Η άνθιση είναι μεσοπρώιμη, ανθίζει δύο ημέρες μετά από την B. Burlat το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου. Ο καρπός είναι μηλοειδής, χρώματος επιδερμίδας μαονιού, μεγάλου μεγέθους (7,6±0,89 g). Ωριμάζει το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαΐου, έξι ημέρες μετά από την B. Burlat και μαζί με την B.S. Hardy Giant (μεσοπρώιμη εποχή ωρίμανσης).

Αξιολογήθηκε ως ελπιδοφόρο υβρίδιο και έχει δοθεί γενετικό υλικό σε επιλεγμένους παραγωγούς, για την περαιτέρω αξιολόγησή του σε συνθήκες εμπορικών οπωρώνων.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στόχος του μακροχρόνιου προγράμματος υβριδισμού που διεξήχθη στο Τ.Φ.Ο.Δ.Ν., ήταν η δημιουργία νέων ποικιλιών με καλύτερα χαρακτηριστικά από τις καλλιεργούμενες και συγκεκριμένα, ποικιλίες μεγαλύτερης παραγωγικότητας, μεγαλύτερου μεγέθους καρπού, καλύτερων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, αυτογόνιμων, που να παρουσιάζουν ιδιαίτερο εμπορικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας.



Γράφημα 1. Περίοδος ωρίμασης του καρπού των υπό εξέταση υβριδίων, σε σύγκριση με την ποικιλία Bigarreau Burlat (μέσοι όροι ετών 2007-2016).

Πίνακας 1. Ορισμένα συγκριτικά χαρακτηριστικά των υπό εξέταση υβριδίων, σε σύγκριση με την ποικιλία Bigarreau Burlat (μέσοι όροι ετών 2007-2016).

Συγκριτικά στοιχεία	**BxS5**	**BxS14**	**BxS17**	**BxS19**	**BxS22**
Παραγωγικότητα (kg/cm² τομής κορμού)	0,12	0,13	0,10	0,11	0,14
Σχήμα καρπού	νεφροειδής	νεφροειδής	νεφροειδής	νεφροειδής	νεφροειδής
Μέσο βάρος καρπού (g)	5,4±0,72	10,7±1,28	8,3±0,96	6,4±0,88	7,7±0,92
Τραγανότητα σάρκας	τραγανή	τραγανή	ημιτραγανή	ημιτραγανή	τραγανή
Διαλυτά Στερεά (ºBrix)	11,2	14,8	10,1	16,3	16,9
Οξέα (g μηλικού οξέος / L χυμού)	0,55	0,94	0,56	0,72	1,15
Αναλογία οξέων / σακχάρων	1 / 20,4	1 / 15,7	1 / 18,0	1 / 22,6	1 / 14,7
Μέσο μήκος ποδίσκου (cm)	3,8±0,31	3,7±0,34	3,2±0,32	3,5±0,39	3,8±0,36
Μέσο βάρος πυρήνα (g)	0,37±0,04	0,53±0,06	0,51±0,06	0,40±0,05	0,35±0,04

Συγκριτικά στοιχεία	**BxS23**	**BxS33**	**HGxS11**	**HGxS30**	***B. Burlat***
Παραγωγικότητα (kg/cm² τομής κορμού)	0,12	0,07	0,07	0,14	0,13
Σχήμα καρπού	μηλοειδής	νεφροειδής	μηλοειδής	μηλοειδής	νεφροειδής
Μέσο βάρος καρπού (g)	5,0±0,69	6,0±0,82	6,7±0,84	7,6±0,89	8,0±0,97
Τραγανότητα σάρκας	τραγανή	τραγανή	τραγανή	τραγανή	ημιτραγανή
Διαλυτά Στερεά (ºBrix)	12,9	17,4	11,9	16,8	13,7
Οξέα (g μηλικού οξέος / L χυμού)	0,75	0,82	0,76	1,03	0,63
Αναλογία οξέων / σακχάρων	1 / 17,2	1 / 21,2	1 / 16,7	1 / 16,3	1 / 21,7
Μέσο μήκος ποδίσκου (cm)	2,6±0,29	4,2±0,40	4,0±0,41	3,7±0,35	4,9±0,54
Μέσο βάρος πυρήνα (g)	0,34±0,04	0,42±0,04	0,44±0,05	0,45±0,06	0,75±0,09

Από τα άνω των 150 παραχθέντα υβρίδια, 30 έφτασαν σε τελικό στάδιο αξιολόγησης σε επίπεδο πειραματικού αγρού. Την πολύτιμη αυτογόνιμη ιδιότητα, που ήταν ένα από τα βασικά ζητήματα και αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας, φαίνεται να την κληρονόμησαν, όπως περιγράφεται παραπάνω, εννέα από αυτά (επτά από τη σειρά BxS και δύο από τη σειρά HGxS), ύστερα από έρευνα με πειράματα αγρού με εγκλωβισμούς κλάδων.

Δύο εξ αυτών, το BxS22 και το HGxS30, κρίθηκαν ως ελπιδοφόρα αυτογόνιμα υβρίδια, λόγω της υψηλής παραγωγικότητάς τους, το μεγάλο μέγεθος καρπού, την τραγανότητα της σάρκας και των πολύ καλών οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών. Ήδη έχει δοθεί γενετικό υλικό σε επιλεγμένους παραγωγούς, για την περαιτέρω αξιολόγησή του σε συνθήκες εμπορικών οπωρώνων, για την τελική τους κατάταξη στις επίσημες λίστες ποικιλιών, βάσει των προβλεπόμενων διαδικασιών.

Βιβλιογραφία

Andersen R.L. 1997. Current status of sweet cherry breeding. Proceedings of the Third International Cherry Symposium, Acta Horticulturae 468, V.1, pp. 35—44, 1998.

Apostol J. 2005. New sweet cherry varieties and selections in Hungary. Acta Horticulturae 667: 59-63.

Bargioni G., Madinelli C., Cassio F. 1997. Il miglioramento genetico del ciliegio dolce all' Istituto Sperimentale di Frutticoltura di Verona. Atti del Convegno Nazionale del Ciliegio, Valenzano, Bari, 19-21 Giugno 1997, pp. 527-529.

Blažková J. 1996. Results of sweet cherry breeding at Holovousy from 1973 to 1993. Acta Horticulturae 410: 393-398.

Brozik S. 1996. Cherry breeding work and achievements in Hungary. Acta Horticulturae 410: 43-46.

Budan S., Braniste N., Butac M., Militaru M., Dutu I., Mazilu C., Rovina A. 2009. New achievements in fruit breeding at RIFG Pitesti. Proceedings RIFG Pitesti 25: 9-11.

Claverie R., Tauzin Y., Fouilhaux L., Laigret F. 2008. A series of new commercial varieties of sweet cherries from the INRA breeding programme. Acta Horticulturae 795: 109-111.

Dosba F. 2003. Progress and prospects in stone fruit breeding. Acta Hort. 622:35-43.

Fischer M., Fischer C. 2004. 75 years of tradition in classical Pillnitz fruit breeding - aims, results. Acta Horticulturae 663: 699-706.

Καζαντζής Κ. 2015. Χώρες και κέντρα παραγωγής νέων ποικιλιών κερασιάς και βυσσινιάς ανά τον κόσμο. Γεωργία-Κτηνοτροφία τ. 9: 60-72.

Καζαντζής Κ. 2016. Περιγραφή χαρακτηριστικών και αξιολόγηση 30 υβριδίων κερασιάς που έχουν δημιουργηθεί στο Τ.Φ.Ο.Δ.Ν. (Τελική έκθεση μακροχρόνιας δράσης). Αυτοτελής έκδοση Τ.Φ.Ο.Δ.Ν., σελίδες 81.

Kappel F. 2008. Breeding cherries in the "New world". Acta Horticulturae 795: 59-69.

Lang G., Ophardt D., Olmstead J. 1998. Sweet cherry breeding at Washington State University. Acta Horticulturae 468: 97-104.

López-Corrales M., Mateos J.R., Alarcón M.V., Bañuls P., Pérez F., Serradilla M.J., Manzano M.A. 2009. Sweet cherry (*Prunus avium* L.) breeding program in southern Spain. ISHS Acta Horticulturae 1020: VI International Cherry Symposium.

Sansavini S., Lugli S. 2005. New sweet cherry cultivars developed at the University of Bologna. Acta Horticulturae 667: 45-51.

Χατζηχαρίσης, Ι., Κ. Καζαντζής, Θ. Σωτηρόπουλος. 2012. Δύο νέα σπορόφυτα ελεύθερης επικονίασης κερασιάς που δημιουργήθηκαν στο Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων. Γραπτή Ανακοίνωση 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ε.Ε.Ε.Γ.Β.Φ., Θεσσαλονίκη 10-12 Οκτωβρίου 2012, Πρακτικά σελ.: 192-195.

NEW SELF FERTILE CHERRY HYBRIDS FROM D.D.T.F.G. IN NAOUSSA

K. Kazantzis[1], T. Sotiropoulos[1], N. Koutinas[2], I. Chatzicharissis[3]

[1]Hellenic Agricultural Organization 'DEMETER', Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources, Department of Deciduous Tree Fruit Growing in Naoussa, R.R. Station Naoussa 38, 59035 Naoussa, e-mail: nagrefpi@otenet.gr.
[2]Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, School of Agricultural Technology and Food Technology and Nutrition, P.O. Box 141, 57400 Thessaloniki.
[3]Former Researcher N.AG.RE.F., Pomology Institute, Naoussa.

In the frame of the fixed and ongoing breeding cherry program taking place in the Department of Deciduous Tree Fruit Growing in Naoussa of the Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources (formerly Pomology Institute), in the early 90ies the beginning of creation of new cultivars started by the former Director Mr. Ioannis Chatzicharissis. The aim of that program was the creation of new sweet cherry cultivars being superior to the cultivated ones and also having a commercial interest for our country.

For the creation of early season ripening cultivars with the method of the controlled pollination, one parent used was the remarkable early ripening cultivar Biggareau Burlat (line BxS) and for the creation of medium season ripening cultivars, one parent used was the remarkable cultivar B.S. Hardy Giant (line HGxS). The above parents were cross pollinated with the cultivar Stella because of its important self fertility characteristic.

From the study of the inheritance of the self fertility characteristic under field conditions, seven hybrids of the line BxS and two hybrids of the line HGxS were found to inherit this characteristic of the cultivar Stella, a fact that is achieved for first time in our country regarding genetic breeding of sweet cherry.

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΜΗΛΙΑΣ «ΑΧΙΛΛΕΑΣ».

Θ. Σωτηρόπουλος[1], Ν. Κουτίνας[2], Α. Πετρίδης[3]

[1]ΕΛ.Γ.Ο. 'ΔΗΜΗΤΡΑ', Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, Σ.Σ. Νάουσας 38, 59035 Νάουσα
thosotir@otenet.gr
[2]Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τ.Θ. 141, 57400 Θεσσαλονίκη.
[3]Α.Π.Θ., Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Δενδροκομίας, 54124, Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η ποικιλία μηλιάς (*Malus domestica* Borkh.) 'Φιρίκι' έχει χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση και είναι επιθυμητή από μεγάλη μερίδα καταναλωτών. Ωστόσο, ο χρωματισμός της δεν είναι ιδιαίτερα ερυθρός, γεγονός που την κάνει να υστερεί σε σχέση με άλλες ποικιλίες αναφορικά με την εξωτερική της εμφάνιση. Η ποικιλία μηλιάς 'Αχιλλέας' είναι φυσική μετάλλαξη της εντόπιας ελληνικής ποικιλίας 'Φιρίκι' που εντοπίστηκε στην ορεινή περιοχή του Ν. Ημαθίας. Η ποικιλία αναπαράχθηκε με εμβολιασμό στο υποκείμενο μηλιάς 'Μ 26' και αξιολογήθηκε συγκριτικά με την ποικιλία 'Φιρίκι'. Τα δένδρα έχουν ημιορθόκλαδη ανάπτυξη και σταθερή παραγωγή κατ' έτος. Η παραγωγικότητα και το μέσο βάρος καρπού της ποικιλίας 'Αχιλλέας' δε διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με την ποικιλία 'Φιρίκι'. Ωστόσο, το σημαντικό πλεονέκτημα της ποικιλίας 'Αχιλλέας' είναι ότι ο ερυθρός χρωματισμός καλύπτει μεγαλύτερη επιφάνεια του καρπού σε σχέση με την ποικιλία 'Φιρίκι'. Για τις εδαφοκλιματικές συνθήκες του Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, οι καρποί της ποικιλίας 'Αχιλλέας' ωριμάζουν την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου. Η σάρκα των καρπών της ποικιλίας 'Αχιλλέας' είναι λευκή, αρωματική, τραγανή και χυμώδης. Κατά την περίοδο της συγκομιδής, η συνεκτικότητα της σάρκας των καρπών και η οξύτητά τους δε διέφεραν μεταξύ των ποικιλιών 'Φιρίκι' και 'Αχιλλέας'. Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών της ποικιλίας 'Αχιλλέας' βρέθηκαν μεγαλύτερες σε σχέση με την ποικιλία 'Φιρίκι'. Η ποικιλία 'Αχιλλέας' όπως και η 'Φιρίκι' παρουσιάζουν πολύ μικρό ποσοστό προ-συλλεκτικής καρπόπτωσης. Οι καρποί διατηρούν τη συνεκτικότητά τους, την περιεκτικότητα σε χυμό και το άρωμα τους σε πολύ καλή κατάσταση για περίοδο 7 μηνών σε κοινούς ψυκτικούς θαλάμους (0,5-1 ^{0}C).

Λέξεις κλειδιά: Γενετική βελτίωση, περιγραφή ποικιλίας, *Malus domestica* Borkh.

Εισαγωγή

Στα πλαίσια του πάγιου και διαρκούς προγράμματος βελτίωσης ποικιλιών μηλιάς που διεξάγεται στο Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων (πρώην Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων), ξεκίνησε η δημιουργία νέων ποικιλιών με υβριδισμό, στις αρχές της δεκαετίας του '70, από τον κ. Γεώργιο Συργιαννίδη. Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία νέων ποικιλιών με καλύτερα χαρακτηριστικά από τις καλλιεργούμενες και συγκεκριμένα, ποικιλίες μεγαλύτερης παραγωγικότητας, μεγαλύτερου μεγέθους καρπού, καλύτερων οργανοληπτικών

χαρακτηριστικών, που να παρουσιάζουν ιδιαίτερο εμπορικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας. Κατά τη διάρκεια των ετών δημιουργήθηκαν ορισμένες αξιόλογες ποικιλίες μηλιάς όπως η 'Μυρτώ', 'Μιράντα', 'Νάουσα' κ.α. (Militaru κ.ά, 2013).

Υλικά και Μέθοδοι

Η ποικιλία μηλιάς (*Malus domestica* Borkh.) 'Αχιλλέας' αναπαράχθηκε με εμβολιασμό στο υποκείμενο μηλιάς Μ 26 και αξιολογήθηκε συγκριτικά με την ποικιλία 'Φιρίκι'. Τα δένδρα ήταν διαμορφωμένα σε σύστημα παλμέττας με αποστάσεις φύτευσης 3,5 x 2 μ. Κατά την περίοδο της συγκομιδής των καρπών έγιναν οι εξής μετρήσεις: παραγωγικότητα (κιλά/δένδρο), μέσο βάρος καρπού, αντοχή της σάρκας στην πίεση με το πενετρόμετρο Effegi (11mm), μήκος/πλάτος καρπού, ολικά διαλυτά στερεά με το ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο Atago PR-1, ολική οξύτητα (τιτλοδότηση με 0,1 N NaOH, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο Benzie και Strain (1996) και pH χυμού.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν εκείνο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με τη μέθοδο Fisher's F; $P < 0,05$.

Αποτελέσματα

Η παραγωγικότητα και το μέσο βάρος καρπού της ποικιλίας 'Αχιλλέας' δε διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με την ποικιλία 'Φιρίκι' (Πίνακας 1). Ωστόσο, το σημαντικό πλεονέκτημα της ποικιλίας 'Αχιλλέας' είναι ότι ο ερυθρός χρωματισμός καλύπτει μεγαλύτερη επιφάνεια του καρπού σε σχέση με την ποικιλία 'Φιρίκι' (Εικόνες 1, 2). Για τις εδαφοκλιματικές συνθήκες του Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, οι καρποί της ποικιλίας 'Αχιλλέας' ωριμάζουν την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου (Sotiropoulos et al., 2010). Η σάρκα των καρπών της ποικιλίας 'Αχιλλέας' είναι λευκή, αρωματική, τραγανή και χυμώδης. Κατά την περίοδο της συγκομιδής, η συνεκτικότητα της σάρκας των καρπών, η οξύτητά τους, το pH του χυμού και ο λόγος μήκος/πλάτος καρπού δε διέφεραν μεταξύ των ποικιλιών 'Φιρίκι' και 'Αχιλλέας' (Πίνακες 1, 2). Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών της ποικιλίας 'Αχιλλέας' βρέθηκαν μεγαλύτερες σε σχέση με την ποικιλία 'Φιρίκι' (Πίνακες 1,2).

Πίνακας 1. Παραγωγικότητα, βάρος καρπού, συνεκτικότητα σάρκας, λόγος μήκος/πλάτος καρπού και διαλυτά στερεά των καρπών των ποικιλιών 'Αχιλλέας' και 'Φιρίκι'[z].

Ποικιλία	Παραγωγικότητα (kg δένδρο^{-1})	Βάρος καρπού (g)	Αντοχή της σάρκας στην πίεση (kg cm^{-2})	Μήκος /πλάτος καρπού	Ολικά διαλυτά στερεά (^{0}Brix)
'Αχιλλέας'	40,1 a*	144,1 a	7,4 a	1,11 a	14,1 a
'Φιρίκι'	37,8 a	140,2 a	7,2 a	1,05 a	12,9 b

[z]Μέσοι όροι 30 καρπών από 35 δένδρα (5 επαναλήψεις x 7 δένδρα) για 3 χρόνια.
*Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Fisher's F; $P < 0.05$).

Εικόνα 1. Καρποί της ποικιλίας μηλιάς 'Αχιλλέας'.

Εικόνα 2. Καρποί της ποικιλίας μηλιάς 'Φιρίκι'.

Πίνακας 2. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, ολική οξύτητα και pH του χυμού των καρπών των ποικιλιών 'Αχιλλέας' και 'Φιρίκι'[z].

Ποικιλία	Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (μmol ισοδύναμων ασκορβικού οξέος/g νωπού βάρους)	Ολική οξύτητα (%)	pH
'Αχιλλέας'	14,16 a	2,20 a	3,2 a
'Φιρίκι'	12,00 b	2,14 a	3,3 a

[z]Μέσοι όροι 30 καρπών από 35 δένδρα (5 επαναλήψεις x 7 δένδρα) για 3 χρόνια.
*Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Fisher's F; $P < 0.05$).

Βιβλιογραφία

Benzie, I.F., and J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': the FRAP assay. Anal. Biochem. 44:276-287.

Militaru M., N. Braniste, M. Butac, A. Sestraş, T. Sotiropoulos, M. Lukić, B. Ambrožič Turk, and V. Zhuvinov. 2013. Review of pome fruit breeding in Balkan. Acta Hort. 981: 177-184.

Sotiropoulos, T., N. Koutinas, and A. Petridis. 2010. Achilles apple. HortScience 45(4): 673-674.

'ACHILLES' APPLE

T. Sotiropoulos[1], N. Koutinas[2], A. Petridis[3]

[1]Hellenic Agricultural Organization 'DEMETER', Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources, Department of Deciduous Tree Fruit Growing in Naoussa, R.R. Station Naoussa 38, 59035 Naoussa, e-mail: nagrefpi@otenet.gr.
[2]Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, School of Agricultural Technology and Food Technology and Nutrition, P.O. Box 141, 57400 Thessaloniki.
[3]School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece

The apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivar Achilles is a natural mutation of the Greek local cultivar Firiki. The productivity and fruit weight of 'Achilles' are not different from 'Firiki'. However, the significant advantage is that the red color covers a higher surface than in the cultivar Firiki. For the climatic conditions of northern Greece, 'Achilles' fruits mature at the third week of September. The fruit flesh of the cultivar Achilles is white, aromatic, crisp, and juicy. Fruit firmness and titratable acidity of the cultivar Achilles at harvest were similar to 'Firiki', whereas total soluble solids and total antioxidant power were higher. The fruit maintains its firmness, juiciness, and flavor very well in standard cold storage (0 to 1 ^{0}C) for about 7 months.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΦΡΑΓΚΟΣΥΚΙΑΣ

Κ. Ατσαλίνου, Ι. Παπαδάκης, Ε. Τσαντίλη

Εργαστήριο Δενδροκομίας,Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής,Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα
atsalinoukaterina@yahoo.gr

Η καλλιέργεια της φραγκοσυκιάς έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία. Στα πλαίσια αυτά, στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ) έχει εγκατασταθεί πειραματική φυτεία, αποτελούμενη από γονοτύπους φραγκοσυκιάς που έχουν επιλεγεί από διαφορετικές περιοχές της χώρας μας και δεν αποτελούν γνωστές ποικιλίες. Τα τελευταία χρόνια διεξάγεται έρευνα με σκοπό την σταδιακή, σε βάθος χρόνου, αξιολόγηση των γονοτύπων από δενδροκομικής απόψεως (παραγωγικότητα, ποιότητα καρπών, πρωιμότητα, οψιμότητα κτλ.). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται δεδομένα αξιολόγησης καρπών τεσσάρων γονοτύπων φραγκοσυκιάς που συγκομίστηκαν το 2015. Μεταξύ άλλων, προσδιορίστηκε το βάρος, το μήκος και η διάμετρος των καρπών, ο αριθμός και η διάμετρος των αρεόλων ανά καρπό, το βάθος και η διάμετρος της κοιλότητας που βρίσκεται στο άνω άκρο των καρπών, το πάχος και το βάρος της φλούδας, τα βάρη σάρκας και σπόρων, η αντίσταση φλοιού και σάρκας στην πίεση (συνεκτικότητα), οι χρωματικές παράμετροι L^*, a^* και b^*, C^* και h^0σε φλοιό και σάρκα, καθώς και η χυμοπεριεκτικότητα των καρπών. Ακολούθως, προσδιορίστηκε ο όγκος και το βάρος του χυμού ανά καρπό, αλλά και τα ολικά διαλυτά στερεά (^{o}Brix), η ογκομετρούμενη οξύτητα και το pH του χυμού. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων γονοτύπων (εντός παρένθεσης αναφέρεται η μέση τιμή όλων των γονοτύπων) ως προς το μήκος (87,7mm), τη διάμετρο (52,3mm) και την χυμοπεριεκτικότητα (57,3%) των καρπών, τον αριθμό των αρεόλων ανά καρπό (59), τη συνεκτικότητα του φλοιού (1,8kg), τη διάμετρο (19,1 mm) της κοιλότητας του καρπού, καθώς και τον αριθμό των σπόρων (254) ανά καρπό. Το συνολικό ξηρό βάρος των σπόρων ανά καρπό αλλά και το μέσο βάρος ανά σπόρο ήταν σημαντικά αυξημένα στον γονότυπο Δ σε σχέση με τους Α, Β και Γ. Σημαντικά αυξημένο ήταν το μέσο βάρος των καρπών στους γονότυπους Α, Β και Γ συγκριτικά με τον Δ (116 g). Η αναλογία σάρκας ανά καρπό ήταν αυξημένη στον γονότυπο Γ (64,2 %) σε σχέση με τον Β (61,5%). Ως προς τα χαρακτηριστικά του χυμού, το pH ήταν αυξημένο στους γονοτύπους Β και Γ σε σχέση με τον Α (5,9), τα ^{o}Brix στον Α (14,3) σε σχέση με τους Β και Γ, και η ογκομετρούμενη οξύτητα μεγαλύτερη στον Α (0,045 %) σε σχέση με τους Γ και Δ. Ο γονότυπος Γ (μωβ-κόκκινες αποχρώσεις καρπού) διέφερε σημαντικά από τους Α, Β και Δ (κίτρινο-πορτοκαλί αποχρώσεις) στο σύνολο των χρωματικών παραμέτρων που προσδιορίστηκαν στο φλοιό και στη σάρκα των καρπών. Τέλος, η ωρίμανση των καρπών του γονοτύπου Γ προηγήθηκε κατά περίπου μια εβδομάδα των άλλων γονοτύπων.

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΟΡΙΑΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΛΑΤΗΣ ΓΙΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

Ε. Δόντα, Π.Γ. Αλιζώτη

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, 54124 Θεσσαλονίκη, Ηλεκτρ. Δ/νση: donta@for.auth.gr (* Συγγραφέας Επικοινωνίας), alizotp@for.auth.gr

Περίληψη

Η ελάτη αποτελεί ένα εκ των οικολογικά και οικονομικά σημαντικών δασικών ειδών της χώρας μας και εξαπλώνεται από τα βόρεια σύνορα έως το νοτιότερο άκρο της. Αναπτύσσεται σε περιοχές με ορεινό-μεσογειακό κλίμα που χαρακτηρίζονται από ξηροθερμική θερινή περίοδο. Από τη μελέτη μορφολογικών γνωρισμάτων προσαρμογής (βελονών, κώνων και σπόρων) σε πληθυσμούς ελληνικής ελάτης που φύονται σε δύο οριακές για το είδος περιοχές (γεωγραφικά/οικολογικά - Όρος Ταΰγετος, οικολογικά - Όρος Παρνασσός) προέκυψε ότι οι πληθυσμοί διαφοροποιούνται σημαντικά για όλα σχεδόν τα γνωρίσματα που μελετήθηκαν, ως αποτέλεσμα της προσαρμογής τους στα οριακά περιβάλλοντα που φύονται. Μεταξύ των τριών υπο-πληθυσμών διαφορετικού υψομέτρου που μελετήθηκαν εντός της κάθε περιοχής καταγράφηκε διαφοροποίηση, ενώ οι πληθυσμοί μεγάλου υψομέτρου διαφοροποιήθηκαν στατιστικώς σημαντικά για όλα σχεδόν τα γνωρίσματα. Οι πληθυσμοί των δύο περιοχών διαφέρουν ως προς τον γενετικό έλεγχο που ασκούν επί των γνωρισμάτων προσαρμογής που μελετήθηκαν, καταδεικνύοντας τις ειδικές προσαρμογές που έχουν αναπτύξει, μέσω φυσικής επιλογής, στα οριακά περιβάλλοντα που φύονται. Η μελέτη του εύρους της γενετικής ποικιλότητας και της προσαρμοστικής ικανότητας, καθώς επίσης η βιοπαρακολούθηση και προστασία των γενετικών δασικών πόρων των οριακών πληθυσμών του είδους κρίνονται αναγκαία.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική μεταβολή, υψομετρική διαφοροποίηση, ξηροθερμικά περιβάλλοντα.

Εισαγωγή

Η διαχείριση των δασών απαιτεί κατανόηση του εύρους της προσαρμοστικής ικανότητας των δασικών ειδών στις κλιματικές μεταβολές, μέσω της γνώσης του εύρους της γενετικής τους ποικιλότητας και του εξελικτικού τους δυναμικού (Brousseau et al. 2016). Αν και η γνώση μας επί του κλίματος του μέλλοντος βασίζεται σε μοντέλα πρόβλεψης, είναι εντούτοις σημαντικό να αναπτυχθούν και να υιοθετηθούν στρατηγικές προσαρμογής τους στις προβλεπόμενες συνθήκες πολύ πριν γίνουν εμφανείς οι επιπτώσεις από τις αναμενόμενες μεταβολές (Blate et al. 2009), αν βεβαίως οι προβλέψεις επαληθευτούν. Οι Giannakopoulos, et al. (2005) και οι Girvetz et al. (2009) αναφέρουν ότι στην περιοχή της Μεσογείου υπάρχουν ενδείξεις αλλαγής του κλίματος το τελευταίο μισό του 20ου αιώνα, με αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση των βροχοπτώσεων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Στη λεκάνη της Μεσογείου απαντώνται δέκα είδη του γένους *Abies* (Alizoti et. al., 2011) και γι΄αυτό η συγκεκριμένη περιοχή θεωρείται ότι αποτελεί ένα από τα κέντρα διαφοροποίησης του γένους (Parducci, 2000). Στην Ελλάδα απαντώνται η κεφαλληνιακή

ελάτη (*Abies cephalonica* Loudon), η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii-regis* Mattf.) και σε περιορισμένη έκταση στα βόρεια της χώρας η λευκή ελάτη (*Abies alba* Mill.).

Αντικείμενο εξαιρετικά μεγάλου επιστημονικού ενδιαφέροντος αποτελούν πρόσφατα τόσο οι γεωγραφικά/οικολογικά οριακοί πληθυσμοί, όσο και οι οικολογικά οριακοί πληθυσμοί που φύονται στο κέντρο της εξάπλωσης των ειδών, λόγω της προσαρμογής τους στις οριακές οικολογικές συνθήκες των περιοχών που φύονται, των σπανίων γονιδίων που μπορεί να φέρουν για γνωρίσματα ειδικής προσαρμογής σε συγκεκριμένες καταπονήσεις, αλλά και της πλαστικότητας που μπορεί να επιδεικνύουν σε εντεινόμενες, λόγω της κλιματικής μεταβολής, καταπονήσεις.

Η ύπαρξη γενετικής ποικιλότητας θεωρείται θεμελιώδης προϋπόθεση για την προσαρμοστική ικανότητα και τη σταθερότητα των δασικών οικοσυστημάτων, καθίσταται όμως ιδιαίτερα σημαντική σήμερα που η μακροπρόθεσμη σταθερότητα των οικοσυστημάτων απειλείται σοβαρά λόγω των συνεχώς εντεινόμενων περιβαλλοντικών καταπονήσεων (κυρίως λόγω της μεταβολής του κλίματος) (Donnelly et al. 2012) και της έως σήμερα διαχείρισής τους που δεν έχει ως βασικό στόχο την διατήρηση και προστασία της γενετικής τους ποικιλότητας και των γενετικών τους πόρων. Συνεπώς, η εκτίμηση του εύρους και της φύσης της γενετικής ποικιλότητας των δασικών ειδών για γνωρίσματα προσαρμογής αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τον προσδιορισμό μεθόδων διαχείρισης, που θα έχουν ως στόχο αφενός τη βελτίωση της προσαρμοστικότητας των δασικών οικοσυστημάτων στις προβλεπόμενες μεταβολές του κλίματος και αφετέρου την προστασία των γενετικών τους πόρων εντός τόπου (*in-situ*) ή και εκτός τόπου (*ex-situ*) (Turna et al., 2006; Şevik et al. 2010a).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της διαφοροποίησης, για γνωρίσματα προσαρμογής, πληθυσμών ελάτης που φύονται σε δύο οριακές περιοχές και που εμφάνισαν κατά το παρελθόν εκτεταμένες ξηράνσεις μετά από έντονες ξηροθερμικές καταπονήσεις.

Υλικά και Μέθοδοι

Συνελέγησαν δείγματα βελονών και κώνων ελάτης που κρατήθηκαν χωριστά σε επίπεδο ατόμου από δύο απομακρυσμένες γεωγραφικά περιοχές (Όρος Παρνασσός και Όρος Ταΰγετος) και από τρεις φυσικούς υπο-πληθυσμούς, διαφορετικού υψομέτρου, εντός κάθε γεωγραφικής περιοχής. Η περιοχή του Παρνασσού είναι οικολογικά οριακή, ενώ η περιοχή Ταϋγέτου είναι γεωγραφικά και οικολογικά οριακή, όπως προκύπτει και από τις εξαιρετικά εκτεταμένες ξηράνσεις ατόμων ελάτης που καταγράφηκαν μετά από έντονα ξηροθερμικά επεισόδια. Οι τρεις υπο-πληθυσμοί, διαφορετικού υψομέτρου, εντός κάθε γεωγραφικής περιοχής φύονταν σε ίδιο γεωλογικό υπόθεμα και ίδια έκθεση. Μετρήθηκαν με ακρίβεια δεκάτου του χιλιοστού τα παρακάτω μορφολογικά γνωρίσματα: ΜΒ (μήκος βελονών), ΠΒ (πλάτος βελονών), ΦΕ (επιφάνεια βελονών), ΜΚ (μήκος καρποφύλλων), ΠΚ (πλάτος καρποφύλλων), ΜΚΝ (μήκος κώνου), ΠΚΝ (πλάτος κώνου), ΠΧΚΝ (πάχος κώνου), ΜΚΠΣ (μήκος κώνου από τη βάση έως το πλατύτερο σημείο), ΜΣΠ (μήκος σπόρου), ΠΣΠ (πλάτος σπόρου), ΜΠΤ (μήκος πτερυγίου), ΠΠΤ (πλάτος πτερυγίου), ΠΧΣΠ (πάχος σπόρου). Τα δεδομένα αναλύθηκαν σε επίπεδο ατομικού δέντρου βάσει των παρακάτω γραμμικών μοντέλων: **α)** $\mathbf{Y_{ij}=\mu+\Pi_i+e_{ij}}$, όπου Y_{ij}= παρατήρηση ατομικού κώνου, σπόρου, καρποφύλλου ή βελόνας, μ= συνολικός μέσος όρος, Π_i = περιοχή i (i=1-2), e_{ij}= πειραματικό σφάλμα (i=1.....1355,$j_{κώνων}$=1.…215, $j_{βελονών}$=1…..1010, $j_{καρποφύλλων}$=1.....580, $j_{σπόρων}$=1.....830),

και **β)Y_{ijk}=μ+Yi+A(Y)$_{ij}$+e_{ijk},** όπου Y_{ijk}= παρατήρηση ατομικού κώνου, σπόρου, καρποφύλλου ή βελόνας, μ = συνολικός μέσος όρος, Y_i= Υπο-πληθυσμός i (i=1, 2, 3), A(Y)$_{ij}$ = άτομα εντός υπο-πληθυσμών (i=1.....1355, $j_{κώνων}$=1.…215, $j_{βελονών}$=1…..1010, $j_{καρποφύλλων}$=1.....580, $j_{σπόρων}$=1.....830), e_{ijk}(i=1.....1355,$j_{κώνων}$=1.…215, $j_{βελονών}$=1…..1010, $j_{καρποφύλλων}$=1.....580, $j_{σπόρων}$=1.....830).

Η γενοτυπική (GV) και φαινοτυπική (PV) παραλλακτικότητα υπολογίστηκαν για κάθε γνώρισμα κώνων, σπόρων και βελονών ως ακολούθως: **GV=(Mt-Me)/r,** όπου: Mt= παραλλακτικότητα που οφείλεται στους γενοτύπους (αρίστους φαινοτύπους), Me= παραλλακτικότητα σφάλματος, r=πλήθος παρατηρήσεων ανά γενότυπο, και **PV=GV+EV,** όπου: EV= Me.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο φαινοτυπικός (PCV%) και γενοτυπικός (GCV%) συντελεστής παραλλακτικότητας για κάθε γνώρισμα κώνων, σπόρων και βελονών ως ακολούθως: **PCV(%)=(√ PV/ Ȳ)*100** και **GCV(%)=(√ GV/ Ȳ)*100,** όπου Ȳ= ο μέσος όρος των γνωρισμάτων κώνων, σπόρων ή βελονών.

Υπολογίστηκε επίσης ο συντελεστής φαινοτυπικής συσχέτισης κατά Pearson μεταξύ όλων των γνωρισμάτων κώνων, σπόρων και βελονών και εκτιμήθηκε το επίπεδο σημαντικότητάς του. Όλες οι παραπάνω αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παραλλακτικότητας για όλα τα γνωρίσματα που μελετήθηκαν παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα αναλύσεων παραλλακτικότητας για τις δύο γεωγραφικές περιοχές.

ΠΑΡΝΑΣΣΟΣ-ΤΑΥΓΕΤΟΣ	ΜΒ		ΠΒ	ΦΕ	ΠΚ		ΜΚ	ΜΚΝ		ΠΚΝ	ΠΧΚΝ	ΜΚΠΣ	ΜΣΠ		ΠΠΤ	ΠΣΠ	ΠΧΣ	ΜΠΤ
Πηγή Παραλλακτικότητας	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing
Περιοχές	1	***	ns	***	1	***	***	1	ns	ns	***	ns	1	***	***	***	***	***
Σφάλμα	1008	0.113	0.001	0.011	548	0.067	0.07	213	5.58	0.189	0.209	3.087	823	0.023	0.032	0.007	0.004	0.051

Πίνακας 2. Αποτελέσματα αναλύσεων παραλλακτικότητας για την περιοχή Ταϋγέτου.

ΤΑΥΓΕΤΟΣ	ΜΒ		ΠΒ	ΦΕ	ΠΚ		ΜΚ	ΜΚΝ		ΠΚΝ	ΠΧΚΝ	ΜΚΠΣ	ΜΣΠ		ΠΠΤ	ΠΣΠ	ΠΧΣ	ΜΠΤ
Πηγή Παραλλακτικότητας	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing
Υπο-πληθυσμοί	2	ns	*	ns	2	*	*	2	ns	*	ns	ns	2	***	**	**	ns	ns
Άτομα (Υπο-πληθυσμών)	58	***	***	***	21	***	***	21	***	**	**	***	21	***	***	***	***	***
Μ.Τ. Σφάλμα	540	0.064	0.001	0.008	216	0.018	0.012	91	1.417	0.063	0.233	0.892	336	0.007	0.01	0.006	0.003	0.023

Πίνακας 3. Αποτελέσματα αναλύσεων παραλλακτικότητας για την περιοχή Παρνασσού.

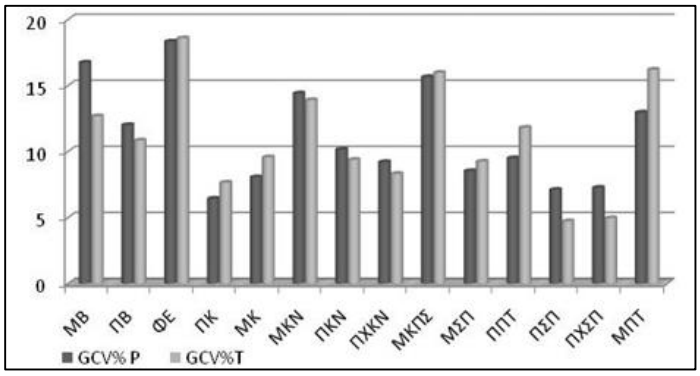
ΠΑΡΝΑΣΣΟΣ	ΜΒ		ΠΒ	ΦΕ	ΠΚ		ΜΚ	ΜΚΝ		ΠΚΝ	ΠΧΚΝ	ΜΚΠΣ	ΜΣΠ		ΠΠΤ	ΠΣΠ	ΠΧΣ	ΜΠΤ
Πηγή Παραλλακτικότητας	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing	Β.Ε.	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing	F-Sing
Υπο-πληθυσμοί	2	**	ns	*	2	ns	ns	2	ns	ns	ns	ns	2	ns	ns	ns	ns	ns
Άτομα (Υπο-πληθυσμών)	38	***	***	***	28	***	***	28	***	***	***	***	28	***	***	***	***	***
Μ.Τ. Σφαλ.	369	0.039	3E-04	0.003	279	0.022	0.016	70	2.721	0.056	0.082	1.493	434	0.01	0.015	0.004	0.004	0.014

(***, **, * Επίπεδο σημαντικότητας P=0,001, P=0,01, P=0,05 αντίστοιχα, και ns=στατιστικώς μη σημαντικός συντελεστής)

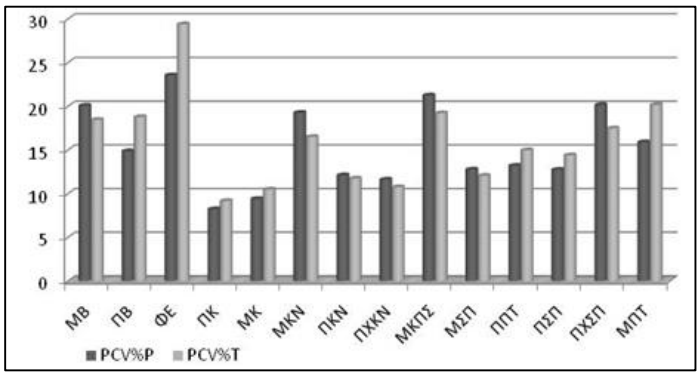
Σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών των δύο γεωγραφικών περιοχών καταγράφηκαν για σχεδόν όλα τα μορφολογικά γνωρίσματα προσαρμογής που μελετήθηκαν

(Πίνακας 1). Όπως προκύπτει από τους Πίνακες 2 και 3, εντός κάθε γεωγραφικής περιοχής οι τρεις υπο-πληθυσμοί διαφορετικού υψομέτρου διέφεραν στατιστικώς σημαντικά για ορισμένα μόνο γνωρίσματα και κυρίως στην περιοχή του Ταϋγέτου, που αποτελεί ταυτόχρονα γεωγραφικά και οικολογικά οριακή περιοχή για το είδος, ενώ στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση καταγράφηκε μεταξύ των ατόμων εντός των υπο-πληθυσμών για όλα τα γνωρίσματα που μελετήθηκαν και για τις δύο γεωγραφικές περιοχές. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρουν οι Luo et al. (2005) για γνωρίσματα βελονών, κώνων και σπόρων στην *Picea asperata*, οι Kumar et al. (2007) για το γνώρισμα του πάχους των κώνων στην *Pinus roxburghii* καθώς και οι Pawlaczyk et al. (2005) για τα γνωρίσματα των βελονών στην *Abies alba*.

Υψηλός ήταν ο γενοτυπικός και ο φαινοτυπικός συντελεστής παραλλακτικότητας που εκτιμήθηκε για όλα σχεδόν τα γνωρίσματα των πληθυσμών και στις δύο οριακές περιοχές, με τον γεωγραφικά/οικολογικά οριακό πληθυσμό του Ταϋγέτου να σημειώνει μεγαλύτερη γενοτυπική παραλλακτικότητα για γνωρίσματα προσαρμογής των σπόρων, καθώς επίσης και υψηλότερη φαινοτυπική παραλλακτικότητα για σχεδόν όλα τα γνωρίσματα που μελετήθηκαν (Γράφημα 1 και 2).



Γράφημα 1. Συντελεστές γενοτυπικής παραλλακτικότητας όλων των γνωρισμάτων για τις περιοχές Παρνασσού (GVC% P) και Ταϋγέτου(GVC% T).



Γράφημα 2. Συντελεστές φαινοτυπικής παραλλακτικότητας όλων των γνωρισμάτων για τις περιοχές Παρνασσού (PVC% P) και Ταϋγέτου(PVC% T).

Για τους πληθυσμούς και των δύο γεωγραφικών περιοχών προέκυψε ότι ισχυρότερη γενετικά ελεγχόμενη διαφοροποίηση υφίσταται για τα γνωρίσματα της επιφάνειας των βελονών, του συνολικού μήκους των κώνων, του μήκους από τη βάση τους έως το πλατύτερό τους σημείο αλλά και του μήκους πτερυγίου, ενώ για την περιοχή του Παρνασσού υψηλή

διαφοροποίηση εντοπίζεται και ως προς το μήκος βελονών (Γράφημα 1). 'Οπως προκύπτει από το Γράφημα 2, τόσο για τον πληθυσμό του Παρνασσού όσο και τον πληθυσμό του Ταϋγέτου, η μικρότερη φαινοτυπική παραλλακτικότητα καταγράφηκε για τα γνωρίσματα των καρποφύλλων, ενώ η υψηλότερη για τα γνωρίσματα επιφάνεια βελονών, μήκος κώνου, μήκος κώνου από τη βάση έως το πλατύτερο σημείο, μήκος βελονών, πάχος σπόρου και μήκος πτερυγίου. Όπως προκύπτει από τα ανωτέρω, η υψηλή φαινοτυπική διαφοροποίηση των ανωτέρω γνωρισμάτων βελονών και κώνων, όπως και του μήκους πτερυγίου, οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό σε γενετική διαφοροποίηση και συνεπώς αφορά γενετικώς ελεγχόμενη προσαρμογή των πληθυσμών στις συνθήκες που φύονται.

Στον Πίνακα 4 παρατίθενται οι τιμές του συντελεστή φαινοτυπικής συσχέτισης κατά Pearson μεταξύ όλων των γνωρισμάτων που μελετήθηκαν και το επίπεδο σημαντικότητάς τους. Προκύπτει ότι η φαινοτυπική συσχέτιση μεταξύ γνωρισμάτων των βελονών είναι θετική και στατιστικώς σημαντική, όπως και εκείνη μεταξύ όλων των γνωρισμάτων κώνων και σπόρων. Αντίθετα, η φαινοτυπική συσχέτιση των γνωρισμάτων βελονών και των γνωρισμάτων κώνων και σπόρων ήταν εξαιρετικά χαμηλή, σε αρκετές δε περιπτώσεις αρνητική και στατιστικώς μη σημαντική. Ανάλογα αποτελέσματα βρήκαν οι Luo et al. (2005) για την *Picea asperata* μεταξύ γνωρισμάτων κώνων και σπόρων και βελονών.

Πίνακας 4. Συντελεστές φαινοτυπικής συσχέτισης κατά Pearson μεταξύ των γνωρισμάτων.

	ΜΒ	ΠΒ	ΦΕ	ΠΚ	ΜΚ	ΜΚΝ	ΠΚΝ	ΠΧΚΝ	ΜΚΠΣ	ΜΣΠ	ΠΠΤ	ΠΣΠ	ΠΧΣΠ
ΠΒ	.103**												
ΦΕ	.777**	.693**											
ΠΚ	-.094*	.036	-.038										
ΜΚ	.006	.081	.065	.508**									
ΜΚΝ	.180*	-.023	.113	.226**	.319**								
ΠΚΝ	.132	.031	.096	.429**	.415**	.550**							
ΠΧΚΝ	.045	-.007	.020	.497**	.400**	.535**	.787**						
ΜΚΠΣ	.216**	.062	.182*	.192**	.251**	.879**	.491**	.463**					
ΜΣΠ	.030	.075	.070	.410**	.401**	.480**	.432**	.362**	.404**				
ΠΠΤ	-.148**	-.077	-.147**	.400**	.149**	.113	.191**	.267**	.112	.023			
ΠΣΠ	-.098*	.164**	.018	.426**	.261**	.304**	.248**	.361**	.255**	.346**	.414**		
ΠΧΣΠ	.034	-.084	-.022	.233**	.179**	.230**	.218**	.281**	.200**	.294**	.203**	.252**	
ΜΠΤ	.016	-.069	-.026	.301**	.410**	.400**	.366**	.310**	.355**	.088*	.450**	.244**	.156**

(*, **Σημαντικότητα για P=0,05 και P=0,01 αντίστοιχα).

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι δύο γεωγραφικές περιοχές διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς τα περισσότερα εκ των μορφολογικών γνωρισμάτων που μελετήθηκαν, καθώς επίσης ότι η υψηλή φαινοτυπική ποικιλότητα που καταγράφηκε σε συγκεκριμένα γνωρίσματα οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό σε γενετική διαφοροποίηση. Τα ανωτέρω υποδηλώνουν την ειδική προσαρμογή των πληθυσμών των δύο οριακών περιοχών που μελετήθηκαν στα περιβάλλοντα καταπόνησης που φύονται. Το εύρος της προσαρμοστικής ικανότητας οικολογικά οριακών πληθυσμών ελληνικής ελάτης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την μακροπρόθεσμη σταθερότητα των οικοσυστημάτων καθώς οι συνεχώς μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση ή και απώλεια πολύτιμου γενετικού υλικού. Για όλους του παραπάνω λόγους κρίνεται ιδιαιτέρως σημαντική η εκτίμηση της υπάρχουσας γενετικής ποικιλότητας, της ικανότητας προσαρμογής και του

εξελικτικού δυναμικού των οριακών πληθυσμών του είδους, όπως επίσης και η βιοπαρακολούθηση και προστασία των γενετικών τους πόρων.

Βιβλιογραφία

Alizoti, P.G., Fady, B., Prada, M.A. & Vendramin, G. 2011. Euforgen Technical Guidelines for genetic conservation and use of Mediterranean firs (*Abies* spp.) Bioversity International, Rome, Italy. 6p

Blate, G.M., L.A. Joyce, J.S. Littell, S.G. McNulty, C.I. Millar, S.C. Moser, R.P. Neilson, K. O'Halloran and D.L. Peterson. 2009. Adapting to climate change in United States national forests. Unasylva 231/232. Vol. 60:57–62.

Brousseau L, Postolache D, Lascoux M, Drouzas AD, Källman T, Leonarduzzi C, Liepelt S, Piotti A, Popescu F, Roschanski AM, Zhelev P, Fady B, GG.Vendramin. 2016. Local adaptation in European firs assessed through extensive sampling across altitudinal gradients in southern Europe. PLoS One. 2016 Jul 8;11(7):e0158216. doi: 10.1371/journal.pone.0158216.

Donnelly A., Caffarra A., Kelleher C.T., O'Neill B.F., Diskin E., Pletsers A., Proctor H., Stirnemann R., O'Halloran J., Peñuelas J., Hodkinson T.R., T.H., Sparks. 2012. Surviving in a warmer world: environmental and genetic responses, Climate Research, 53: 245– 262.

Giannakopoulos C., Bindi, M., Moriondo, M., LeSager, P., T. Tin. 2005. Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2ºC global temperature rise. WWF, Gland, Switzerland, p. 54.

Girvetz EH, Zganjar C, Raber GT, Maurer EP, P. Kareiva. 2009. Applied Climate- Change Analysis: The Climate Wizard Tool. PLoS ONE 4(12): e8320.

Kumar, D., S.S. Negi, R. Pandey, I. Pundir, A. Tomar and P. Kumar. 2007. Variation in cone and seed morphology of Pinus roxburghii Sargent: Effect of population and mother tree. Indian Forester, 137(6):1-7.

Luo, J., X. Zhang, and W. Gu. 2005. Biogeographic differences in cone, needle and seed morphology among natural *Picea asperata* populations in Western China. For. Stud. China 7: 1-6.

Parducci L., 2000. Genetics and evolution of the Mediterranean *Abies* species. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences.

Pawlaczyk, E.M., J. Grzebyta, M.A. Bobowicz, and A.F. Korczyk. 2005. Individual differentiation of *Abies alba* Mill. population from the Tisovik Reserve. Variability expressed in morphology and anatomy of needles. Acta Biol. Cracov. 47:137–14.

Şevik, H., Ayan, S., Turna, İ., Yahyaoğlu, Z., 2010a. Genetic diversity among populations in Scotch pine (*Pinus silvestris* L.) seed stands of Western Black Sea Region in Turkey, African Journal of Biotechnology Vol. 9(43), pp. 7266-7272, Swedish University of Agricultural Sciences.

Turna,I., Z. Yahyaoglu, F. Yüksek, F. A. Ayaz ve D. Guney.2006. Morphometric and electrophoretic analysis of 13 populations of Anatolian black pine in Turkey, Journal of Enviromental Biology, Vol. 27 (3), 491-497.

GENETIC VARIATION OF HELLENIC FIR MARGINAL POPULATIONS FOR ADAPTIVE TRAITS

E. Donta*, P.G. Alizoti

Aristotle University of Thessaloniki, School of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Forest Genetics and Tree Improvement, 54124 Thessaloniki, E-mail: donta@for.auth.gr
(* Corresponding author), alizotp@for.auth.gr

Summary

Fir is among the most important ecologically and economically forest tree species in Greece with a distribution spanning from its northern borders to the southernmost areas. It grows in areas characterized by xerothermic summers. From the results of the present study carried out in Hellenic fir populations growing in two marginal for the species areas (geographical/ecological-Mt. Taygetos vs ecological marginality-Mt. Parnassos) it was revealed that the populations differ significantly for almost all the morpholocial and adaptive traits studied, as a result of their long term adaptation to the xerothermic environments they grow. Differentiation was also detected among the three subpopulations within each area, growing at different altitudinal zones, while the subpopulations growing at the highest altitudinal zone differed significantly from the other two subpopulations for almost all the traits studied. The fir populations of the two geographical areas exhibit different levels of genetic control on the traits studied, indicating specific adaptations to the marginal environmental conditions they naturally grow. Further investigation of the genetic variation and adaptive potential, as well as the biomonitoring and conservation of forest genetic resources of the species marginal populations is of outmost importance.

Keywords: climate change, ecologically and geographically marginal populations, altitudinal variation, xerothermic environments.

ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΣΠΟΡΟ ΚΑΙ ΤΟΝ ΣΠΑΔΙΚΑ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΟΠΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ

Β. Γρεβενιώτης[1,3], Β. Γκιουριέβα[2], Ε. Μπουλούμπαση[3], Π. Μητλιάγκα[3]

[1]Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, 682 00 Ορεστιάδα.
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής, 54124, Θεσσαλονίκη.
[3]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 53100, Φλώρινα.

Η εφαρμογή της προγνωστικής μεθοδολογίας στην F2 γενεά του υβριδίου COSTANZA σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα ως προς τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες (Φλώρινα και Τρίκαλα) μετά από πέντε χρόνια πειραματισμού οδήγησε στην δημιουργία υψηλοαποδοτικών σειρών. Τέσσερις υψηλοαποδοτικές σειρές A1, A2, B1 και B2 συνδυάστηκαν μεταξύ τους στις ακόλουθες διασταυρώσεις: A1×A2, A1×B1, A1×B2, A2×B1, A2×B2, and B1×B2. Οι έξι διασταυρώσεις αξιολογήθηκαν εκτενώς μαζί με το αρχικό υβρίδιο, σε πλήρη τυχαιοποιημένα πειράματα στα δύο αντίθετα περιβάλλοντα, τη Φλώρινα και τα Τρίκαλα. Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της παρουσίας παραλλακτικότητας στις πρωτεΐνες, τα λιπαρά, την υγρασία, το pH, την τέφρα που περιέχονταν στους σπόρους, στα χρωματικά χαρακτηριστικά (παράμετροι L, a, b) καθώς επίσης στα χαρακτηριστικά του σπάδικα και των σπόρων στις διασταυρώσεις που αναπτύχθηκαν. Στα αποτελέσματα των μετρήσεων έγινε στατιστική επεξεργασία με μεθόδους στατιστικής ανάλυσης, την ανάλυση κύριων συνιστωσών (Principal Component analysis - PCA) και ανάλυση κατά συστάδες (Cluster Analysis - CA). Από την εφαρμογή της PCA προέκυψε αλληλεπίδραση γενοτύπου-περιβάλλοντος, η οποία επιβεβαιώθηκε από την εφαρμογή της Cluster Analysis. Τη μεγαλύτερη σταθερότητα παρουσίασαν οι διασταυρώσεις που περιλάμβαναν την A2 σειρά.

Ευχαριστίες: *Μέρος της έρευνας έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος ΙΙ. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.*

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ (*Hordeum vulgare* L.) ΜΕ ΠΟΛΥΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Ι.Γ. Μυλωνάς[1,2], Γ. Μενεξές[3], Κ. Μπλαδενόπουλος[4], Μ. Κούτσικα-Σωτηρίου[2]

[1]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ, 541 24 Θεσσαλονίκη
[2]Αμερικανική Γεωργική Σχολή, Μ. Αντύπα 54, Θεσσαλονίκη
[3]Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ, 541 24 Θεσσαλονίκη
[4]Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα» (ΕΛ.Γ.Ο.), Ινστιτούτο Σιτηρών, 570 01 Θέρμη, Θεσσαλονίκη

Η επιλογή ποικιλιών-γονέων είναι ιδιαίτερα σημαντική στη βελτίωση φυτών γιατί θέτει τις βάσεις για ένα επιτυχημένο βελτιωτικό πρόγραμμα. Είναι βασικό οι ποικιλίες-γονείς να έχουν υψηλή παραγωγικότητα, να αλληλοσυμπληρώνονται, να έχουν όσο το δυνατόν λιγότερα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά και να υπάρχει διαθέσιμη παραλλακτικότητα για τα προς βελτίωση χαρακτηριστικά. Με σκοπό, λοιπόν, την επιλογή γονέων αξιολογήθηκαν δώδεκα ελληνικές εμπορικές ποικιλίες κριθαριού. Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ, την καλλιεργητική περίοδο 2006-07, σε κυψελωτή διάταξη R-12 με απόσταση 1 μ. φυτό από φυτό και 0,866 μ. μεταξύ των γραμμών, με 16 γραμμές των 46 φυτών η καθεμία, δηλαδή 736 φυτά συνολικά που αντιστοιχούν σε ~61 επαναλήψεις για την κάθε ποικιλία. Σε δείγμα 10 ατομικών φυτών κάθε ποικιλίας, καταγράφηκαν παρατηρήσεις για 58 χαρακτηριστικά, με βάση τον επίσημο κατάλογο περιγραφής κριθαριού του IPGRI και του Ινστιτούτου Ελέγχου Ποικιλιών Καλλιεργούμενων Φυτών (ΙΕΠΚΦ). Για την μελέτη της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι της Πολυμεταβλητής και Πολυδιάστατης Ανάλυσης Δεδομένων, οι οποίες μπορούν να επεξεργαστούν ταυτόχρονα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε η Μη Γραμμική Ανάλυση σε Κύριες Συνιστώσες με βέλτιστη κλιμακοποίηση και η Ιεραρχική Ανάλυση σε Συστάδες. Η γενετική απόσταση μεταξύ των ποικιλιών κριθαριού υπολογίστηκε με βάση τις σημαντικές συνιστώσες που εξήχθησαν από την εφαρμογή της Μη Γραμμικής Ανάλυσης σε Κύριες Συνιστώσες. Το δενδρόγραμμα της Ιεραρχικής Ανάλυσης σε Συστάδες κατασκευάστηκε με βάση την ευκλείδεια απόσταση και τη μέθοδο ομαδοποίησης UPGMA και έδειξε ότι οι 12 ποικιλίες διαχωρίστηκαν σε 3 ομάδες. Στην 1η ομάδα τοποθετήθηκε η ποικιλία Αθηναΐδα, στη 2η ομάδα οι παλιές ποικιλίες του Ινστιτούτου σιτηρών και στην 3η ομάδα οι νέες ποικιλίες του Ινστιτούτου Σιτηρών.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΓΕΝΟΤΥΠΟΥ ΣΤΗ ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ (*Hordeum vulgare* L.) ΚΑΙ ΒΙΚΟΥ (*Vicia sativa* L.)

Ι.Γ. Μυλωνάς[1,2,3], Δ. Βλαχοστέργιος[1], Κ. Μπλαδενόπουλος[2], Μ. Κούτσικα-Σωτηρίου[4]

[1]Ινστιτούτο Βιομηχανικών & Κτηνοτροφικών Φυτών, Θεοφράστου 1, 41335 Λάρισα
[2]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ, 541 24 Θεσσαλονίκη
[3]Αμερικανική Γεωργική Σχολή, Μ. Αντύπα 54, Θεσσαλονίκη
[4]Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα» (ΕΛ.Γ.Ο.), Ινστιτούτο Σιτηρών, 570 01 Θέρμη, Θεσσαλονίκη

Η συγκαλλιέργεια χειμερινού σιτηρού-χορτοδοτικού ψυχανθές συμβάλει στο "πρασίνισμα" που επιζητά η νέα ΚΑΠ και στην αειφορική γεωργία. Σκοπός των πειραμάτων ήταν: 1) να αξιολογηθούν συνδυασμοί γενοτύπων βίκου-κριθαριού (εμπορικές ποικιλίες, γενότυποι F6 γενεάς, εγχώριες παραδοσιακές ποικιλίες) ως προς την ποσοτική και ποιοτική απόδοση, 2) να εκτιμηθεί η ικανότητα της συγκαλλιέργειας να αξιοποιεί τους περιβαλλοντικούς πόρους. Το πείραμα εγκαταστάθηκε τον Νοέμβριο του 2014 στον πειραματικό αγρό του Ινστιτούτου βιομηχανικών και κτηνοτροφικών φυτών στη Λάρισα. Αναλυτικότερα, εγκαταστάθηκε ένα πείραμα αγρού σε κανονική πυκνότητα σποράς με πειραματικό σχέδιο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με 23 επεμβάσεις [(2 γενότυποι βίκου (Αλέξανδρος, Καλλιρόη) και 7 κριθαριού (Αθηναΐδα, Δήμητρα, Mucho, Κύθνος, Αλογοκρίθαρο, και 2 γενότυποι της F_6 γενεάς), 14 μείγματα συγκαλλιέργειας) με 3 επαναλήψεις σε περιβάλλον χαμηλών εισροών. Καταγράφθηκαν αγροκομικά χαρακτηριστικά όπως, η απόδοση σε ξηρά ουσία και πρωτεΐνη και δείκτες ανταγωνισμού. Βρέθηκε ότι η επίδραση του γενοτύπου ήταν σημαντική στον καθορισμό της απόδοσης του μείγματος συγκαλλιέργειας. Αναλυτικότερα, βρέθηκε ότι ως προς την απόδοση σε ξηρά ουσία, 9 από τα 14 μείγματα αξιοποιούσαν καλύτερα τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, ενώ ως προς την απόδοση σε πρωτεΐνη, τα 12 από τα 14 μείγματα. Εντοπίσθηκαν, παραδοσιακές ποικιλίες ή γενότυποι της F_6 γενεάς με υψηλή απόδοση σε ξηρά ουσία και πρωτεΐνη. Τέλος, για την απόδοση σε ξηρά ουσία ξεχώρισαν τα μείγματα της ποικιλίας Αθηναΐδα με τις δύο ποικιλίες βίκου, ενώ για την απόδοση σε πρωτεΐνη τα μείγματα της ποικιλίας Mucho με τις δύο ποικιλίες βίκου.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΡΠΟΥ

Η. Αυδίκος[1], Α. Αποστολοπούλου[2], Γ. Ντεβέ[2], Ρ. Ταγιάκας[2], Π. Ξανθόπουλος[3], Χ. Γούλας[3], Α. Ζαμαντζάς[3], Σ. Δημητρίου[3], Π. Κουτζιαρής[3], Γ. Μυλωνάς[3], Α. Καλύβας[1], Α. Τράκα[1], Α. Μαυρομάτης[2]

[1]Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων (Ι.Γ.Β.&Φ.Π.), 570 01 Θέρμη-Θεσσαλονίκη
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.), Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 541 24 Θεσσαλονίκη
[3]ΙΕΚ ΞΥΝΗ, Τομέας Αγροτικής Ανάπτυξης, 54626 Θεσσαλονίκη

Στις μέρες μας, η αγορά απαιτεί διαφοροποιημένα προϊόντα υψηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας. Αυτές τις απαιτήσεις ικανοποιούν οι μικρόκαρπες τομάτες, που ξεχωρίζουν από το μέγεθός τους και συνδέονται με χαρακτηριστικά όπως εξαιρετική σύσταση, εμφάνιση και πλούσια γεύση. Η ανώτερη γεύση και ποιότητα των κερασόμορφων τοματών είναι και η κύρια αιτία της ραγδαίας αύξησης της ζήτησής τους στην ευρωπαϊκή αγορά και κατά συνέπεια η αύξηση της συνολικής έκτασης καλλιέργειάς τους, τα τελευταία χρόνια. Το τοματάκι Σαντορίνης είναι παλιά εγχώρια ποικιλία μικρόκαρπης τομάτας που διατηρείται και αναπαράγεται από τους αγρότες της Σαντορίνης και συνίσταται από τους τύπους «Αυθεντική» ή «Καθαρή» και «Καϊσιά» ή «Παραδοσιακή». Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η αξιολόγηση ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας (2 τύποι τοματάκι Σαντορίνης σε σύγκριση με ανασυνδυασμένες σειρές κερασόμορφης τομάτας), όσον αφορά χαρακτηριστικά απόδοσης και ποιότητας του καρπού. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν το έτος 2016, στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά και αναμένεται να δώσουν τη δυνατότητα, αξιοποίησης των μικρόκαρπων ανασυνδυασμένων σειρών ως ελκυστικά εναλλακτικά προϊόντα υψηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας με επακόλουθο την εγγραφή τους στον Εθνικό Κατάλογο Ποικιλιών.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΓΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ

Η. Αυδίκος[1], Ρ. Ταγιάκας[2], Γ. Ντεβέ[2], Α. Αποστολοπούλου[2], Α. Μαυρομάτης[2]

[1]Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων (Ι.Γ.Β.&Φ.Π.), 570 01 Θέρμη-Θεσσαλονίκη
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.), Σχολή Γεωπονίας Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 541 24 Θεσσαλονίκη

Οι παραδοσιακές ποικιλίες χαρακτηρίζονται γενικά από χαμηλές αποδόσεις σε σχέση με τις σύγχρονες εμπορικά καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια τομάτας κάτω από καθεστώς υψηλών εισροών. Η βελτίωση της απόδοσης των παραδοσιακών ποικιλιών επιδιώκεται μέσω ενδοποικιλιακής επιλογής για μεγιστοποίηση του παραγωγικού δυναμικού και σταθερότητα συμπεριφοράς κυρίως για καλλιέργεια σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα. Στόχος του πειράματος ήταν η αξιολόγηση τεσσάρων παραδοσιακών ποικιλιών και της εγχώριας ποικιλίας Μακεδονία, με μάρτυρα το εμπορικό υβρίδιο τομάτας νωπής κατανάλωσης Formula, σε δύο περιβάλλοντα (περιοχές/συστήματα) καλλιέργειας. Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων προέκυψε ότι οι εγχώριες ποικιλίες τομάτας διαθέτουν άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά με διατροφική αξία (λυκοπένιο, συνολικά αντιοξειδωτικά) που μπορεί να τις αναδείξουν ως λειτουργικά τρόφιμα, παραγόμενα σε περιβάλλοντα χαμηλών εισροών.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 22 ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΗΔΙΚΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΞΗΡΟ ΧΟΡΤΟ

Χ. Πάνκου*, Δ. Μπαξεβάνος

Ινστιτούτο Βιομηχανικών & Κτηνοτροφικών Φυτών, ΕΛΓΟ «- ΔΗΜΗΤΡΑ». cpankou@gmail.com

Η μηδική (*Medicago sativa* L.) είναι το σπουδαιότερο χορτοδοτικό φυτό. Έχει υψηλή θρεπτική αξία χρησιμοποιούμενη κυρίως ως σανός, αλλά και ως ενσίρωση, βόσκηση και χλωρά νομή και η καλλιέργειά της, αποτελεί βασικό παράγοντα για την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας στη χώρα μας. Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η πολύπλευρη και ολοκληρωμένη μελέτη των 22 κυριότερων ποικιλιών μηδικής που καλλιεργούνται σε όλη την χώρα (8 ελληνικών, 13 ξένων ποικιλιών και 1 οικότυπου) ως προς την παραλλακτικότητα στο ύψος και την απόδοση σε ξηρό χόρτο. Το πείραμα διεξήχθη στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών της Λάρισας του ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ» και η πειραματική διάταξη που εφαρμόστηκε ήταν αυτή των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη με τρεις επαναλήψεις (το κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε μήκος 5m και πλάτος 1,5m). Οι ποικιλίες που αξιολογήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν οι εξής: Χαιρώνεια, Φλώρινα, Υπάτη, Υλίκη, Πέλλα, Λαμία, Δολίχη, Βέροια, Ultima, Talia, Prosementi, Padana, Maxima, Icon, Gea, Evergreen, Claudia, Blue ace, Almasa, 59N59 και 57Q53, και ένας οικότυπος από την περιοχή των Σερρών. Οι πρώτες οκτώ από τις αξιολογούμενες ποικιλίες είναι δημιουργίες του Ινστιτούτου Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας, ενώ με εξαίρεση τον οικότυπο Σερρών οι υπόλοιπες είναι ξενικές. Στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 5 κοπές και καταγράφηκε η απόδοση σε ξηρό χόρτο προκειμένου να εκτιμηθεί το παραγωγικό δυναμικό των ποικιλιών. Καταγράφηκαν επίσης, το ύψος των φυτών πριν από κάθε κοπή, ως δείκτης της ανάπτυξης των ποικιλιών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις και παρατηρήσεις και τα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων οι αξιολογούμενες ποικιλίες κατατάχθηκαν με βάση το ύψος και το παραγωγικό τους δυναμικό. Όσον αφορά τη μέτρηση του ύψους, τις πρώτες θέσεις κατέλαβαν οι ποικιλίες Φλώρινα, Maxima, Σερρών, Λαμία και Πέλλα, ενώ οι υψηλότερες μέσες αποδόσεις για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου σημειώθηκαν από τις ποικιλίες Maxima, Ultima, 57Q53, Δολίχη και Λαμία. Τέλος, εντοπίστηκαν, χαρακτηρίστηκαν και επιλέχθηκαν συγκεκριμένοι γενότυποι που υπερτερούσαν με στόχο τη δημιουργία μιας νέας συνθετικής ποικιλίας.

Ευχαριστίες: *Η συγκεκριμένη έρευνα εντάσσεται στην Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, (ΕΠΑΝΑΔ, ΕΣΠΑ 2007-2013). Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014).*

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΠΛΟΕΙΔΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ PETERSEN: ΠΡΟΔΡΟΜΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ

Δ. Δικαιοφύλαξ[1], Ι. Ουσουτζόγλου[1], Α. Γ. Μαυρομάτης[1], Θ. Β. Λαζαρίδου[2], Ι. Ν. Ξυνιάς[2*]

[1] Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη.
[2] ΤΕΙ Δ. Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τέρμα Κοντοπούλου, 53 100 Φλώρινα.
*Επικοινωνία ixynias@teiwm.gr; ioannis_xynias@hotmail.com

Η διαπλοειδία αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο για την παραγωγή 100% ομοζύγωτων σειρών σε μια μόνο γενεά. Με τον τρόπο αυτό επιταχύνεται η δημιουργία νέων ποικιλιών μειώνοντας και το αντίστοιχο κόστος. Το πρόβλημα όμως που υπάρχει στις περιπτώσεις αυτές, που η ποσότητα του σπόρου είναι περιορισμένη, είναι η αδυναμία αξιολόγησης του νέου υλικού σε πειράματα με επαναλήψεις. Βεβαίως το ίδιο πρόβλημα υπάρχει και όταν αξιολογούνται γραμμές διαλογής. Για να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα αυτό το 1985 ο Petersen πρότεινε η αξιολόγηση του νέου γενετικού υλικού να βασίζεται στο χωρισμό του σε μπλόκ και η επιλογή στην απόδοση των μαρτύρων. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια πρώτη αξιολόγηση, με τη μέθοδο του Petersen, 37 διαπλοειδών σειρών (ΔΣ), που δημιουργήθηκαν με τη μέθοδο της καλλιέργειας ανθήρων. Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν οι γονείς των Δ. Σ. (οι ποικιλίες Αχελώος και Βεργίνα). Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν 35 στάχυα από κάθε μια Δ. Σ., μετρήθηκε το μήκος καθενός από αυτά, ο αριθμός σταχυδίων, η απόδοση σε σπόρο και το βάρος 1000 σπόρων. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι μόνο μια Δ. Σ. διέφερε από τον μέσο όρο των μαρτύρων ως προς τον αριθμό των σταχυδίων, ενώ όσον αφορά το μήκος των στάχεων δεν παρατηρήθηκαν διαφορές. Ως προς την απόδοση μόνο μια Δ. Σ. ήταν καλύτερη από τον μέσο όρο των δυο μαρτύρων. Τέλος, όσον αφορά το βάρος 1000 κόκκων δυο σειρές ήταν καλύτερες από τον μέσο όρο των μαρτύρων και μια από τον καλύτερο μάρτυρα. Από τα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν προκύπτουν ενδείξεις ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ των Δ. Σ. που προήλθαν από τη διασταύρωση Αχελώος x Βεργίνα. Πρέπει όμως, αφού γίνει πολλαπλασιασμός των Δ. Σ., η όλη διαδικασία να επαναληφθεί χρησιμοποιώντας περισσότερα φυτά για να διασφαλισθεί μεγαλύτερη αξιοπιστία στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στην επιλογή.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ 1BL.1RS ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Χ. Πάνκου[1], Φ. Παπαθανασίου[2], Θ. Β. Λαζαρίδου[2], Ι. Ν. Ξυνιάς[2*]

[1] Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη.
[2.] ΤΕΙ Δ. Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τέρμα Κοντοπούλου, 53 100 Φλώρινα.
[*]Επικοινωνία: ixynias@teiwm.gr; ioannis_xynias@hotmail.com

Σύμφωνα με δεδομένα πολλών εργασιών, οι ποικιλίες σιταριού που φέρουν την 1BL.1RS χρωμοσωματική μετατόπιση, χαρακτηρίζονται, μεταξύ των άλλων, από υψηλό δυναμικό απόδοσης και από ανθεκτικότητα στην ξηρασία. Για να μελετηθούν οι παραπάνω ιδιότητες, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις ποικιλίες (οι Ελληνικές ποικιλίες Αχέρων, Ελισάβετ και Ορφέας και η Ρωσική KVZ/Cgn) που φέρουν τη προαναφερόμενη μετατόπιση και έξι ποικιλίες του Ινστιτούτου Σιτηρών (ΙΣ) χωρίς τη μετατόπιση (Απολλωνία, Αχελώος, Βεργίνα, Δοϊράνη, Νέστος και Στρυμώνας). Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη με τέσσερις επαναλήψεις και ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στον χώρο του αγροκτήματος του ΤΕΙ Δ. Μακεδονίας στη Φλώρινα. Ελήφθησαν παρατηρήσεις για τα φυσιολογικά γνωρίσματα: συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης, φθορισμός χλωροφύλλης, φωτοσυνθετική ικανότητα, στοματική αγωγιμότητα, ενδοκυττάρια συγκέντρωση CO_2 και ρυθμός διαπνοής. Με εξαίρεση τη συγκέντρωση χλωροφύλλης, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών που δοκιμάσθηκαν. Η ποικιλία Αχελώος, που δεν φέρει τη μετατόπιση και χαρακτηρίζεται από υψηλό δυναμικό απόδοσης, διέφερε σημαντικά από τις υπόλοιπες ποικιλίες στο γνώρισμα της συγκέντρωσης ολικής χλωροφύλλης. Όσον αφορά τα υπόλοιπα γνωρίσματα, η ποικιλία Δοϊράνη εμφάνισε την υψηλότερη τιμή όσον αφορά τη στοματική αγωγιμότητα, η ποικιλία Νέστος υπερείχε ως προς την ενδοκυττάρια συγκέντρωση CO_2 και ο Αχελώος στο ρυθμό διαπνοής, οι διαφορές όμως αυτές δεν ήταν σημαντικές. Μια πρώτη εκτίμηση των αποτελεσμάτων αυτών οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η 1BL.1RS χρωμοσωματική μετατόπιση δεν δίνει κάποιο πλεονέκτημα ως προς τα φυσιολογικά γνωρίσματα που μελετήθηκαν. Τα αποτελέσματα όμως αυτά θα πρέπει να συσχετισθούν και με τα αντίστοιχα της απόδοσης των ποικιλιών στο περιβάλλον της Φλώρινας για να βρεθεί ποιά ποικιλία αξιοποιεί καλύτερα τα γνωρίσμα που μελετήθηκαν.

ΦΑΚΗ «*ΕΛΠΙΔΑ*» &ΒΙΚΟΣ «*ΛΕΩΝΙΔΑΣ*». ΔΥΟ ΝΕΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ

Δ. Βλαχοστέργιος

Ινστ. Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, ΕΛΓΟ-«ΔΗΜΗΤΡΑ», vlachostergios@gmail.com

Η ποικιλία φακής (*Lens culinaris* L.) ΕΛΠΙΔΑ δημιουργήθηκε με την κυψελωτή μέθοδο επιλογής από το πρόγραμμα δημιουργίας ποικιλιών οσπρίων του Ινστιτούτου Βιομηχανικών & Κτηνοτροφικών Φυτών (ΙΒΚΦ) σε πληθυσμό πού εισήχθη από το ICARDA. Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία πλατύσπερμων ποικιλιών φακής με υψηλή απόδοση, άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και ικανότητα προσαρμογής σε συνθήκες ξηρασίας. Με την ολοκλήρωση του προγράμματος επιλέχθηκε μια καθαρή σειρά που ανταποκρίνονταν στα ανωτέρω χαρακτηριστικά, η οποία μετά από αξιολόγηση καταχωρήθηκε το 2016 στον Εθνικό και Κοινοτικό Κατάλογο Ποικιλιών με το όνομα ΕΛΠΙΔΑ και θα απελευθερωθεί σύντομα για εμπορική χρήση. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της ποικιλίας είναι η μεγάλη πρωιμότητα. Η άνθισή της ξεκινάει από τα μέσα Μαρτίου, χαρακτηριστικό που της επιτρέπει να αποφεύγει τις περιόδους έντονης ξηρασίας, προσβολής από μυκητολογικές ασθένειες και βρούχο. Η ποικιλία ΕΛΠΙΔΑ έχει άνθος λευκό με ιώδεις νευρώσεις, ενώ ο σπόρος της έχει σχήμα φακού με χρώμα ανοιχτό πράσινο ή υπόξανθο. Ο μ.ο. του ύψους της ποικιλίας είναι 38,9εκ. και το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται μεταξύ 65-70 γρ.Σπέρνεται το φθινόπωρο με 10-11 κιλά σπόρου/στρ. Η στρεμματική απόδοση είναι 140-220 κιλά/στρ σε ξερικά χωράφια. Παρουσιάζει μικρό χρόνο βρασμού, χυλώνει και έχει ευχάριστα γευστικά χαρακτηριστικά. Ηποικιλία βίκου (*Vicia sativa* L.) ΛΕΩΝΙΔΑΣ δημιουργήθηκε με τη μέθοδο της γενεαλογικής επιλογής έπειτα από διασταύρωση των ποικιλιών Armandes X Girlag από το πρόγραμμα δημιουργίας ποικιλιών βίκου του ΙΒΚΦ. Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία νέων ποικιλιών βίκου με υψηλή απόδοση σε σανό και σπόρο και άριστη προσαρμοστικότητα στις Ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Με την ολοκλήρωση του προγράμματος επιλέχθηκαν 3 καθαρές σειρές που ανταποκρίνονταν στα ανωτέρω χαρακτηριστικά. Λόγω της έλλειψης εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων για πλατύφυλλα ζιζάνια οι καθαρές σειρές αξιολογήθηκαν για τρία έτη ως προς την ικανότητα τους να δίνουν υψηλές παραγωγές παρουσία ζιζανίων (weed tolerance) και να καταστέλλουν την ανάπτυξη των ζιζανίων (weed suppressionability). Η καθαρή σειρά που έδωσε τις υψηλότερες τιμές στα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά προωθήθηκε για εγγραφή και μετά από 2/ετή διατοπική αξιολόγηση καταχωρήθηκε στον Εθνικό& Κοινοτικό Κατάλογο Ποικιλιών με το όνομα ΛΕΩΝΙΔΑΣ και θα απελευθερωθεί άμεσα για εμπορική χρήση. Η ποικιλία έχει χρώμα άνθους ανοιχτό βιολετί, ο σπόρος είναι σφαιρικός με βασικό χρώμα περικαρπίου γκρι-πράσινο και πολύ μικρή επέκταση της καφέ διακόσμησης, ενώ η κοτυληδόνα είναι γκρι-καφέ. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 43 έως 51 γρ. Είναι μεσο-πρώιμη ως προς την άνθιση και έχει άριστη προσαρμοστικότητα στις συνθήκες της Ελληνικής υπαίθρου. Σπέρνεται το φθινόπωρο (αρχές-μέσα Νοεμβρίου) με 17-18 κιλά το στρέμμα για παραγωγή σανού και 15-16 κιλά/στρ. για παραγωγή καρπού. Αναπτύσσει πλούσια φυτική μάζα και δίνει μέση στρεμματική απόδοση σε σανό 500-600

κιλά/στρ.ενώ η παραγωγή σε καρπό κυμαίνεται από 150 έως 220 κιλά/στρ. Για παραγωγή σανού μπορεί να καλλιεργηθεί αμιγής ή σε συγκαλλιέργεια με διάφορα σιτηρά.

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Morus alba. Morus alba* VAR. "*PENDULA*": ΠΟΛΥΤΙΜΟ ΔΑΣΙΚΟ ΕΙΔΟΣ ΩΣ ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΟ, ΦΡΟΥΤΟΦΟΡΟ ΚΑΙ ΣΗΡΟΤΡΟΦΙΚΟ ΦΥΤΟ

Μ. Τσακτσίρα

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Πανεπιστημιούπολη, ΤΚ 54124, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η λευκή μουριά (*Morus alba*) είναι φυλλοβόλο δασικό είδος που καλλιεργείται για 5.000 χρόνια σε διάφορες περιοχές του πλανήτη μας εκτός της φυσικής του εξάπλωσης (Βόρειος Κίνα). Η κλαίουσα μουριά (*Morus alba* var. "*pendula*") είναι ποικιλία της *Morus alba*, προφανώς από μετάλλαξη, που καλλιεργείται μέχρι σήμερα, κυρίως στη Βόρεια Αμερική, για την αισθητική της αξία. Ένα άτομο της παραπάνω ποικιλίας εισήχθη στη χώρα μας πριν 100 περίπου χρόνια (περιοχή Πελοποννήσου) και αποτέλεσε το υλικό έρευνας για να χρησιμοποιηθεί ως καλλωπιστικό, φρουτοφόρο και σηροτροφικό φυτό (πολυ-λειτουργικός γενότυπος). Αρχές της άνοιξης του 2014, συλλέχθηκαν μοσχεύματα από το παραπάνω άτομο και δοκιμάστηκαν στα ριζωτήρια του Εργαστηρίου Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών ως προς την ικανότητα ριζοβολίας τους. Μετά από τρεις μεταχειρίσεις ανανέωσης (rejuvenation) του υλικού, το ποσοστό ριζοβολίας των μοσχευμάτων έφτασε το 95-100% επιτυχίας. Επειδή, τα ριζωμένα φυτάρια (κλώνος) παρουσίαζαν, ως αναμενόταν, έρπουσα μορφή, δοκιμάστηκε ο εμβολιασμός σε κανονικά υποκείμενα με την τεχνική της σχισμής και του ενοφθαλμισμού. Και στις δύο περιπτώσεις, ο εμβολιασμός αποδείχτηκε επιτυχής. Τέλος, δοκιμάστηκε η έκπτυξη των κοιμώμενων οφθαλμών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους της τυπικής βλαστικής περιόδου του είδους (αρχές Απριλίου μέχρι αρχές Σεπτεμβρίου). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φυτάρια (μέλη) του κλώνου μπορούν να ξεκινήσουν την εκβλάστησή τους μετά και από τέσσερις μήνες διατήρησής τους σε συνθήκες λήθαργου (5ºC, 8 ώρες φωτισμός). Η πορεία της ανάπτυξης των βλαστών ήταν η τυπική του είδους, μετατοπίζοντας τη βλαστική περίοδο έως και τέλος Οκτωβρίου, γεγονός που μπορεί να αξιοποιηθεί στην επιμήκυνση της περιόδου εκτροφής του μεταξοσκώληκα. Τα παραπάνω πειράματα έδειξαν ότι ο συγκεκριμένος γενότυπος μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί σε παραγωγική κλίμακα ως φρουτοφόρο φυτό, ως καλλωπιστικό υψηλής αισθητικής αξίας και δυνητικά ως σηροτροφικό παρέχοντας για μεγάλο χρονικό διάστημα τροφή αρίστης ποιότητας στους μεταξοσκώληκες.

Λέξεις κλειδιά: Τεχνητή επιλογή, λευκή μουριά, κλωνοποίηση, πολυ-λειτουργικός γενότυπος

Εισαγωγή:

Στο γένος *Morus* ταξινομούνται 30 φυτικά είδη βασισμένα σε μορφολογικά χαρακτηριστικά των οργάνων των λουλουδιών, των φύλλων καθώς και της γεωγραφικής κατανομής (Minamizana, 1976). Τα είδη *Morus alba, M. bombycis* και *M. multicaulis*, θεωρούνται παγκοσμίως ως τα κύρια είδη μουριάς για σηροτροφία (Ohyana and Oka, 1987). Στη χώρα

μας, η *Morus alba* χρησιμοποιείται ως κύρια πηγή εκτροφής του μεταξοσκώληκα (*Bombix mori L.*). Εκτός της παραπάνω χρήσης τους, οι μουριές θεωρούνται και ως μοναδικά δασικά δέντρα για την αισθητικής τους αξία σε αστικά και περιαστικά περιβάλλοντα, καθώς επίσης και για τους εδώδιμους καρπούς (Coombes 1992, Bremness 1994). Η λευκή μουριά (*Morus alba*) είναι φυλλοβόλο δασικό είδος που καλλιεργείται για 5.000 χρόνια σε διάφορες περιοχές του πλανήτη μας εκτός της φυσικής του εξάπλωσης (Βόρειος Κίνα). Η κλαίουσα μουριά (*Morus alba* var. "*pendula*") είναι ποικιλία της *Morus alba*, προφανώς από μετάλλαξη, που καλλιεργείται μέχρι σήμερα, κυρίως στη Βόρεια Αμερική, για την αισθητική της αξία. Η κλαίουσα μουριά φαίνεται ότι ικανοποιεί όλες τις προαναφερθείσες εφαρμογές, ιδιαίτερα αυτής του καλλωπιστικού φυτού.

Μία από τις βασικές μεθόδους γενετικής βελτίωσης των δασικών δέντρων είναι η τεχνητή επιλογή. Όταν η μέθοδος αυτή καλείται να εφαρμοστεί σε άτομα με ιδιαίτερη γενετική συγκρότηση, όπως π.χ. μεταλλάξεις, για να είναι αποτελεσματική πρέπει να συνδυαστεί με μία αξιόπιστη και οικονομική τεχνική βλαστικού πολλαπλασιασμού. Η συμβολή του βλαστικού πολλαπλασιασμού στην αποτελεσματικότητα της γενετικής βελτίωσης είναι σημαντική, αφού με την τεχνική αυτή δεσμεύεται το σύνολο της γενετικής παραλλακτικότητας των επιλεγμένων ατόμων (αθροιστικά και μη αθροιστικά γονίδια).

Μέχρι σήμερα έχουν γίνει πολλές προσπάθειες αναπαραγωγής ειδών *Morus* με συμβατικές και βιοτεχνολογικές τεχνικές βλαστικού πολλαπλασιασμού (Καρανίκας κ.ά. 2005). Οι συνήθεις συμβατικές τεχνικές στη μουριά είναι η ρίζωση μοσχευμάτων και ο εμβολιασμός. Η ρίζωση μοσχευμάτων από επιλεγμένα άτομα έχει το πλεονέκτημα ότι τα φυτάρια προς διάθεση είναι έτοιμα μέσα σε ένα χρόνο περίπου. Εντούτοις, η ριζοβολία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (ενδογενείς και εξωγενείς) που αφορούν στο γενότυπο, στην ηλικία του μητρικού δέντρου, στη φυσιολογική κατάσταση του μοσχεύματος και στις περιβαλλοντικές συνθήκες, με συνέπεια τα αποτελέσματα να είναι ποικίλα (Rauter 1982). Συνήθως τα μοσχεύματα που προέρχονται από ηλικιωμένα άτομα του είδους, μόνο σε ορισμένες ποικιλίες ριζώνουν εύκολα (Ohyama and Oka, 1987). Ο εμβολιασμός είναι μάλλον απλός σε σύγκριση με άλλα καρποφόρα ή δασικά δέντρα. Ως υποκείμενα χρησιμοποιούνται σπορόφυτα ενός έτους, ενώ τα εμβόλια λαμβάνονται από κλαδιά ώριμων δέντρων πριν από την έκπτυξη των οφθαλμών. Τα εμβολιασμένα δεντρύλια διατηρούνται στο φυτώριο ακόμη ένα χρόνο για να 'δέσουν' και να μεγαλώσουν. Συνεπώς, για να είναι έτοιμο ένα εμβολιασμένο άτομο χρειάζονται δυο χρόνια και αυτό συνιστά οικονομικό θέμα. Τόσο η ριζοβόληση μοσχευμάτων, όσο και ο εμβολιασμός της συγκεκριμένης ποικιλίας μουριάς (*M. alba* var. pendula), που ερευνάται στην παρούσα εργασία για μαζική παραγωγή, είναι δύσκολοι λόγω του περιορισμένου υλικού. Επιπλέον, η ριζοβόληση των συγκεκριμένων μοσχευμάτων, είναι αρκετά δύσκολη (Sharma and Thorpe, 1990).

Το μεγαλύτερο μέρος των ερευνών, μέχρι σήμερα, έδειξε ότι τα ώριμα άτομα (ηλικιωμένα) παρουσιάζουν ιδιαίτερες δυσκολίες στην αναπαραγωγή τους με βλαστικό πολλαπλασιασμό που κατά πάσα πιθανότητα οφείλονται στην έντονη διαφοροποίηση των κυττάρων (aging). Ο αποκλειστικός τρόπος για να ξεπεραστεί το παραπάνω πρόβλημα, είναι η εφαρμογή τεχνικών ανανέωσης των ιστών (dedifferentiation - rejuvenation) (Bonga and Durzan 1982).

Σκοπός τη παρούσας εργασίας ήταν η μαζική αναπαραγωγή του είδους *Morus alba* var. "*pendula*" για την αξιοποίηση ενός ή περισσότερων επιθυμητών χαρακτηριστικών. Προς τον

σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε η τεχνητή επιλογή στην ποικιλία *M. alba* var. "*pendula*" και συνδυάστηκε με ένα αποτελεσματικό πρωτόκολλο βλαστικού πολλαπλασιασμού.

Υλικά και μέθοδοι

Ένα άτομο της *M. alba* var. "*pendula*" εισήχθη στη χώρα μας πριν 100 περίπου χρόνια (περιοχή Αλεποχωρίου Πελοποννήσου) και αποτέλεσε το υλικό έρευνας (Φωτ. 1). Αρχές της άνοιξης του 2014, συλλέχθηκαν μοσχεύματα από το άτομο αυτό και δοκιμάστηκαν στα ριζωτήρια του Εργαστηρίου Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών ως προς την ικανότητα ριζοβολίας τους (Φωτ. 2). Επιχειρήθηκαν τρεις μεταχειρίσεις ανανέωσης (rejuvenation) του υλικού, διά του επαναληπτικού πολλαπλασιασμού (serial propagation), σε εδαφικό υπόστρωμα περλίτη και εμβάπτιση σε σκόνη IBA 0,2%, 1% και 2% (12 φυτά για κάθε μεταχείριση). Επειδή, τα ριζωμένα φυτάρια (μέλη κλώνου) παρουσίαζαν, ως αναμενόταν, έρπουσα μορφή, δοκιμάστηκε ο εμβολιασμός σε κανονικά υποκείμενα με την τεχνική της σχισμής (αρχές άνοιξης σε υποκείμενα ύψους 160-170 cm) και του ενοφθαλμισμού (τέλος Αυγούστου σε υποκείμενα ύψους 30-40 cm). Για κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 15 υποκείμενα.

Τέλος, δοκιμάστηκε η έκπτυξη των κοιμώμενων οφθαλμών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους της τυπικής ετήσιας βλαστικής ανάπτυξης του είδους (αρχές Απριλίου μέχρι αρχές Σεπτεμβρίου), με τοποθέτηση φυτών σε συνθήκες λήθαργου (5ºC, 8 ώρες φωτισμός) για διάρκεια δύο και τεσσάρων μηνών και επανατοποθέτησής τους σε συνθήκες περιβάλλοντος (15 φυτά για κάθε μεταχείριση).

Φωτ. 1. Επιλεγμένο άτομο μουριάς (*Morus alba "pendula"*) και καρποί

Φωτ. 2. Μοσχεύματα σε πάγκο ριζοβολίας

Αποτελέσματα και Συζήτηση

α) Αποτελέσματα ριζοβολίας.

Μετά από τρεις μεταχειρίσεις ανανέωσης (rejuvenation) του υλικού, διά του επαναληπτικού πολλαπλασιασμού (serial propagation), το ποσοστό ριζοβολίας των μοσχευμάτων έφτασε το 95-100% σε εδαφικό υπόστρωμα περλίτη και εμβάπτιση σε σκόνη IBA 0,2% (Φωτ. 3, 4). Αντίθετα στις συγκεντρώσεις 1 και 2%, το ποσοστό ριζοβολίας ήταν μηδενικό έως 5% (IBA 1%). Προφανώς, οι μεγάλες συγκεντρώσεις IBA μείωσαν δραστικά το ποσοστό

ριζοβολίας. Η επίδραση των επαναλαμβανόμενων πολλαπλασιασμών στην ανανέωση του φυτικού υλικού (rejuvenation) και η μικρή έως μηδενική ριζοβολία πολλών φυτικών ειδών που οφείλεται στην τοξικότητα της μεγάλης συγκέντρωσης των ρυθμιστών αύξησης, αναφέρεται και από τους Bonga & Durzan 1982, Hartman & Kester 1990 και Ahuja 1993.

β) Αποτελέσματα εμβολιασμού.

Και οι δύο μεταχειρίσεις εμβολιασμού - μέθοδος σχισμής και ενοφθαλμισμού - σε κανονικά υποκείμενα *M. alba*, αποδείχτηκαν επιτυχείς με ποσοστά επιτυχίας 80 και 100% αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν τη συνήθη πρακτική εμβολιασμού που εφαρμόζεται στα οπορωφόρα και καλλωπιστικά δέντρα. Ήδη ο εμβολιασμός σε σχισμή της ποικιλίας *M. alba* var. "*pendula*", ως καλλωπιστικού φυτού, εφαρμόζεται με επιτυχία σε εμπορική κλίμακα στην Αμερική (Φωτ. 5).

γ) Αποτελέσματα έκπτυξης κοιμώμενων οφθαλμών.

Τόσο τα φυτά της πρώτης μεταχείρισης (συνθήκες ληθάργου 2 μηνών), όσο και αυτά της δεύτερης μεταχείρισης (συνθήκες ληθάργου 4 μηνών), ανέλαβαν πλήρως (ποσοστό 100%) και συμπεριφέρθηκαν ως κανονικά φυτά όταν επανήλθαν σε συνθήκες φυσικού περιβάλλοντος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φυτάρια (μέλη) του κλώνου μπορούν να ξεκινήσουν κανονικά την εκβλάστησή τους μετά από δύο και τέσσερις μήνες διατήρησής τους σε συνθήκες λήθαργου (5ºC, 8 ώρες φωτισμός) (Φωτ. 6). Η πορεία της ανάπτυξης των βλαστών ήταν η τυπική του είδους, μετατοπίζοντας τη βλαστική περίοδο έως και τέλος Οκτωβρίου, γεγονός που μπορεί να αξιοποιηθεί στην επιμήκυνση της περιόδου εκτροφής του μεταξοσκώληκα. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι ο συγκεκριμένος επιλεγμένος γενότυπος της *M. alba* μπορεί να αξιοποιηθεί ως καλλωπιστικό, φρουτοφόρο και σηροτροφικό κτλ. φυτό. Δηλαδή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα πολυ-λειτουργικό δέντρο (multipurpose genotype). Η έννοια του πολυ-λειτουργικού δέντρου αναπτύσσεται την τελευταία δεκαετία στη δασική πολιτική ως ένα βασικό εργαλείο της δασοπονίας πολλαπλών σκοπών (περίπτωση ρητινοπαραγωγικών κωνοφόρων – Rodrigues-Correa *et al.* 2012).

Φωτ. 3. Ριζωμένο μόσχευμα και στάδιο του εγκλιματισμού των ριζωμένων μοσχευμάτων

Φωτ. 4. Κλωνοποιημένη *Morus alba* var. *"pendula"* ηλικίας ενός έτους, με φρούτα (σε μπαλκόνι)

Φωτ. 5. Εμβολιασμένα άτομα *Morus alba "pendula"* σε κανονικό υποκείμενο για εμπορική αξιοποίηση

Φωτ. 6. Διαφορετικές φάσεις εκβλάστησης: κανονικό φυτό χωρίς συνθήκες παρατεταμένου ληθάργου (αριστερά), δύο μήνες συνθήκες παρατεταμένου ληθάργου – εξαγωγή φυτού 10 Μαΐου (κέντρο), τέσσερις μήνες παρατεταμένου ληθάργου –και εξέλιξή του μέσα σε ένα μήνα (δεξιά)

Συμπεράσματα

Τα παραπάνω πειράματα έδειξαν ότι ο συγκεκριμένος γενότυπος μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί σε παραγωγική κλίμακα ως φρουτοφόρο φυτό, ως καλλωπιστικό υψηλής

αισθητικής αξίας και δυνητικά ως σηροτροφικό παρέχοντας για μεγάλο χρονικό διάστημα τροφή αρίστης ποιότητας στους μεταξοσκώληκες.

Η *Morus alba var. "pendula"* μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένα πρότυπο φυτό πολλαπλών χρήσεων (multipurpose tree)

Βιβλιογραφία

Ahuja, M.R. 1993. Micropropagation of Woody Plants. MR Ahuja (ed), Kluwer Academic Publishers, 3-9.

Bonga, J.M. and D.J. Durzan (eds). 1982. Tissue culture in forestry. Martinus Nijhoff/ Dr W. Junk Publishers. The Hague. 420 pp.

Bremness 1994. Herbs. A Dorling Kindersley Book: 304 pp.

Coombes, A.J. 1992. Trees. A Dorling Kindersley Book: 320 pp.

Hartmann H., D. Kester, F.T. Davies Jr. and R. Geneve F. 2002. Plant propagation: principles and practices. 7nth ed. Prentice Hall, N. York. p. 646.

Καρανίκας, Χ., Σκαλτσογιάννης, Α., Iliev, I., Τσουλφά, Π. και Μ., Τσακτσίρα. 2005. Μικροπολλαπλασιασμός ώριμων ατόμων μουριάς (Morus alba "pendula") για καλλωπιστική χρήση. Πρακτικά 12ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, Δράμα 2005, Τόμος ΙΙ: 87-94.

Minamizawa, K. 1976. Science of Mulberry Cultivation – Fundamental and Practice, Meiho-Sha Press, Tokyo.

Ohyama, K. and Oka, S. 1987. Mullbery. In: Ahuja M.R. and Durzan D.J. (eds). Cell and Tissue Culture in Forestry vol.3: 272-284.

Rauter M. R. 1982. Recent advances in vegetative propagation including biological and economic considerations and future potentials. Proceedings of IUFRO joint meeting of working parties on genetics about breeding strategies including multiclonal varieties: 33-55.

Rodrigues-Correa, K. C. S., J. C. Lima, and A. G. Fett-Neto. 2012. Pine oleoresin: tapping green chemicals, biofuels, food protection, and carbon sequestration from multipurpose trees. Food and Energy Security 2012; 1(2): 81–93

Sharma, K.K. and T.A., Thorpe. 1990. In vitro propagation of mulberry (Morus alba L.) through nodal segments. Scientia Hortic. 42: 307-320.

GENETIC IMPROVEMENT OF THE SPECIES *Morus alba*. *Morus alba var.* "pendula": VALUABLE FOREST SPECIES WITH ORNAMENTAL, FRUIT PRODUCTION AND SERICULTRE USES

M. Tsaktsira

Aristotle university of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, Dept. Of Forestry and Natural Environment, Lab. Of Forest Genetics and Plant Breeding, Campus AUTh, 54124 Thessaloniki

The white mulberry (*Morus alba*) is a deciduous forest species cultivated for 5000 years in various parts of our planet, out of its natural distribution (Northern China). The weeping mulberry (*Morus alba* var. "pendula"), is a variety of *Morus alba*, apparently by mutation, which is cultivated mostly in North America for its aesthetic value. A plant of the above variety was introduced in our country before approximately 100 years (Peloponnese). This plant

constituted our research material to be used as an ornamental, fruit productive and sericulture plant (multi-functional genotype). Early spring of 2014, cuttings were harvested from the above individual and tested in rooting benches for their rooting ability, at the Laboratory of Forest Genetics and Plant Breeding. After three treatments of rejuvenation of the material, the rooting rate of cuttings reached 95-100% success. Given that the rooted plantlets (clone) were, as expected, weeping form, grafting was tested on normal rootstock with top-grafting and T-budding techniques. In both cases, grafting proved successful. Finally, we tested the growth of dormant buds at different times of the typical cycle of growth of the species (early April to early September). The results showed that the plantlets (ramets) of the clone can start their growth after two and four months when were kept in dormancy conditions (5°C, 8h lighting). The process of development of the shoots was the typical of the species, extending the growing season until the end of October, so that this process can be used to lengthen the period of silkworm rearing. These experiments showed that this genotype may well be used in large scale production as fruit productive plant, as an ornamental with aesthetic value and potentially in sericulture, providing for a long time high quality food for silkworms.

2Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΟΧΙ ΣΤΟ ΠΡΟΪΟΝ.

Α. Πολύδωρος

Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις σε επαρκή και καλής ποιότητας φυτικά προϊόντα σε παγκόσμια κλίμακα κάνουν επιτακτική την ανάγκη υιοθέτησης καινοτόμων προσεγγίσεων στη βελτίωση των φυτών. Η βελτίωση των φυτών είναι μία επιστήμη που βασίζεται και παρακολουθεί τις προόδους της γενετικής και ενσωματώνει όλα τα διαθέσιμα εργαλεία που μπορεί να την κάνουν πιο αποτελεσματική. Οι μεγάλες ανακαλύψεις της γενετικής τον περασμένο αιώνα αποκάλυψαν τη δομή του γενετικού υλικού, δηλαδή του DNA, και μας έδωσαν τη δυνατότητα χειρισμών του στο δοκιμαστικό σωλήνα, αλλαγής των ιδιοτήτων του, και επανατοποθέτησης του σε έναν οργανισμό ώστε να του προσδίδει νέες ιδιότητες. Οι τεχνολογίες αυτές γνωστές σαν τεχνολογίες ανασυνδυασμένου DNA και γενετικής μηχανικής και οι εφαρμογές τους στη γεωργία αντιμετωπίστηκαν με επιφύλαξη από τους καταναλωτές και ο έλεγχος των προϊόντων τους ρυθμίστηκε με διαφορετική βάση σε διάφορες χώρες. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία που θεσμοθετήθηκε το 1990 έχει υποστεί αρκετές τροποποιήσεις αλλά ο ορισμός του «Γενετικά Τροποποιημένου Οργανισμού» παραμένει ο ίδιος. Εν τω μεταξύ νέες τεχνικές που επωφελούνται από την γενετική τροποποίηση αλλά δεν διατηρούν τον ανασυνδυασμό στο τελικό προϊόν έχουν κάνει την εμφάνισή τους τα τελευταία χρόνια και παρουσιάζουν νέες προκλήσεις τόσο για τα νομοθετικά σώματα όσο και για τις βελτιωτικές εταιρίες που προβληματίζονται για την υιοθέτησή τους καθώς το κόστος ανάπτυξης μιας νέας ποικιλίας θα είναι σημαντικά διαφορετικό και η προοπτική καλλιέργειάς της διαφορετική αν χαρακτηριστεί ή όχι ΓΤΟ. Και φυσικά η εξέλιξη αυτή αφορά και τους καταναλωτές που προβληματίζονται για την αποδοχή των προϊόντων αυτών. Στην παρουσίαση αυτή θα αναφερθούμε συνοπτικά και θα κάνουμε μια πρώτη εκτίμηση των επιτευγμάτων, οκτώ τέτοιων τεχνολογιών που είναι γνωστές σαν «Νέες Τεχνικές Βελτίωσης των φυτών». Πρόκειται για τις τεχνικές:

- Τεχνολογίες κατευθυνόμενης νουκλεάσης (Zinc finger nuclease, CRISPR/Cas, Meganuclease technologies)
- Μεταλλαξογένεση κατευθυνόμενη από ολιγονουκλεοτίδιο (Oligonucleotide directed mutagenesis)
- Ιδιο-τροποποίηση και ένδο-τροποποίηση (Cisgenesis and intragenesis)
- Μεθυλίωση του DNA εξαρτώμενη από RNA (RNA-dependent DNA methylation)
- Εμβολιασμός σε ΓΤ υποκείμενο (Grafting on GM rootstock)
- Αντίστροφη βελτίωση (Reverse breeding)
- Αγρο - διήθηση (agro-infiltration)
- Συνθετική γονιδιωματική (Synthetic genomics).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΦΑΚΗΣ «ΕΓΚΛΟΥΒΗ»

Γ. Τσανάκας[1], Α. Κούρα[1], Α. Γλερίδου[1], Φ. Μυλωνά[2], Α. Πολύδωρος[1]

[1]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη
[2]ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, 57001 Θέρμη

Η φακή Εγκλουβής είναι μια παραδοσιακή ποικιλία που σύμφωνα με ιστορικά αρχεία (βιβλιοθήκες, προικοσύμφωνα και διαθήκες) καλλιεργείται στο οροπέδιο Εγκλουβής στη Λευκάδα για πάνω από τετρακόσια χρονιά. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του σπόρου δείχνουν ότι πρόκειται για μίγμα σπόρων που ξεχωρίζουν φαινοτυπικά από την παρουσία ή απουσία μαύρων στιγμάτων ή κηλίδων στο φλοιό, και το χρώμα που ποικίλει από καφέ έως φαιοπράσινο και μια αραιά εμφανιζόμενη σχεδόν μαύρη φακή. Στην εργασία αυτή σε ένα δείγμα 580 σπόρων μελετήθηκε η γενετική παραλλακτικότητα με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ως προς το χρώμα, το μέγεθος, την περίμετρο, τη στρογγυλότητα και τη φωτεινότητα του χρώματος του σπόρου σε διαβαθμίσεις του γκρι. Οι αναλύσεις έγιναν με σάρωση και επεξεργασία εικόνας με το λογισμικό Photoshop. Το μέγεθος ήταν ο κύριος παράγοντας διαχωρισμού των σπόρων και κατηγοριοποίησης τους. Οι σπόροι ήταν μικρόκοκκοι με διάμετρο 3-6 χιλιοστά. Το σχήμα ήταν κυρίως σφαιρικό παρά πεπλατυσμένο ή δισκοειδές και το βάρος 1000 σπόρων ήταν περίπου 30 γραμμάρια. Πραγματοποιήθηκε συσσωρευτική ιεραρχική συσταδοποίηση (Agglomerative Hierarchical Clustering) και κατασκευάστηκε δενδρόγραμμα με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που έδειξε έξι μορφολογικές κατηγορίες ατόμων. Η διερεύνηση των γενετικών σχέσεων με χρήση μοριακών δεικτών SSR έγινε μεταξύ 67 δειγμάτων φακής 'Εγκλουβής' επιλεγμένων ώστε να αντιπροσωπεύουν όλες τις μορφολογικές κατηγορίες. Οι μοριακοί δείκτες SSR παρουσίασαν υψηλό πολυμορφισμό. Η παράλληλη ανάλυση δύο καλλιεργούμενων βελτιωμένων ποικιλιών φακής έδειξε ότι ο πληθυσμός Εγκλουβής έχει σημαντικά υψηλότερη παραλλακτικότητα αλλά ξεχωρίζει από τις βελτιωμένες ποικιλίες. Παράλληλα διερευνήθηκε η δυνατότητα ταυτοποίησης της ποικιλίας με μοριακές τεχνικές και διαφάνηκαν οι δυνατότητες αλλά και οι περιορισμοί που τίθενται λόγω της παραλλακτικότητας που παρουσιάζει. Με βάση τα δεδομένα της εργασίας αυτής συμπεραίνεται ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες τουλάχιστον όσον αφορά τα αυτογονιμοποιούμενα φυτά μπορεί να παρουσιάζουν υψηλό βαθμό γενετικής παραλλακτικότητας και συνεπώς αποτελούν μεγάλη δεξαμενή αλληλομόρφων που μπορεί να αποδειχτούν ιδιαίτερα χρήσιμα στη βελτίωση των ειδών αυτών. Συνεπώς είναι πολύ σημαντική η διατήρηση των ποικιλιών αυτών τόσο με τη συνέχιση της καλλιέργειάς τους όπου αυτό είναι δυνατό, όσο και στην Τράπεζα Γενετικού Υλικού της χώρας μας.

ΘΕΤΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΑ ΓΟΝΙΔΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ

Α. Ζαμπούνης[1], Ι. Γανόπουλος[2], Α. Καλύβας[3], Α.Τσαυτάρης[1,4], Π. Μαδέσης[4]

[1]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
[2]Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
[3]Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
[4]Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών, ΕΚΕΤΑ, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.) είναι ένα σημαντικό είδος που καλλιεργείται κυρίως για την ίνα του. Το βαμβάκι όμως προσβάλλεται από μια πληθώρα φυτοπαθογόνων μυκήτων όπως το *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (*Fov*) που προκαλεί αδρομυκώσεις. Τα ανάλογα των γονιδίων ανθεκτικότητας (*RGAs*) είναι η μεγαλύτερη κλάση πιθανών γονιδίων ανθεκτικότητας και τα οποία παρουσιάζουν υψηλά ομόλογες περιοχές και παρόμοιες δομές στα φυτικά είδη. Στη συγκεκριμένη μελέτη, πραγματοποιήθηκε μια προσέγγιση κλωνοποίησης βασισμένη σε συντηρημένα μοτίβα γνωστών *RGA*s ακολουθιών προκειμένου να ενισχύουν 38 *RGA*s από δύο διαφορετικές ποικιλίες βαμβακιού που διέφεραν ως προς την ευαισθησία τους στον μύκητα *Fov*. Παράλληλα, αξιολογήθηκαν οι φυλογενετικές σχέσεις και οι εξελικτικές πιέσεις που ασκούνται σε 127 *RGA*s ομόλογα του βαμβακιού, τα οποία είχαν προηγουμένως κατατεθεί στην τράπεζα δεδομένων GenBank μαζί με αυτά τα 38 κλωνοποιημένα *RGA*s από αυτή τη μελέτη. Το σύνολο αυτών των 165 *RGA*s ακολουθιών ομαδοποιήθηκε σε δέκα ομάδες παράλογων γονιδίων (PGGs) σύμφωνα με τις BLAST(P) ομοιότητες τους. Βρέθηκε ότι αυτά τα *RGA*s εκτίθενται σε εντατικές πιέσεις θετικής επιλογής (positive selection), όπως αποκαλύφθηκε συνάγοντας και αναλύοντας διάφορα στατιστικά μοντέλα μέγιστης πιθανότητας. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα κατέδειξαν ισχυρά σημάδια θετικής επιλογής, που εμφανίζονταν σε όλες σχεδόν τις δέκα ομάδες παράλογων γονιδίων και σε ολόκληρη σχεδόν την φυλογένεση τους. Η εξελικτική ανάλυση αποκάλυψε επίσης την ύπαρξη 42 αμινοξέων κάτω από θετική επιλογή μέσα στις ομάδες των παράλογων γονιδίων (PGGs) που πιθανώς διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εξειδίκευση των μοριακών υποδοχέων κατά την δέσμευση των μολυσματικών σημάτων από τους τελεστές των φυτοπαθογόνων μυκήτων. Τα *RGA*s αποτελούν τους σημαντικότερους μοριακούς δείκτες για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας των φυτών σε παθογόνα και βρίσκονται σε στενή φυσική σύνδεση με τα γονίδια ανθεκτικότητας (*R*) των φυτών. Επομένως, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας θα μπορούσαν να βρουν τεράστιες εφαρμογές στη γενετική βελτίωση του βάμβακος έναντι φυτοπαθογόνων μυκήτων.

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Γ. Μερκουρόπουλος[1], Ε. Μπατιάνης[2], Φ. Μυλωνά[1]

[1]Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα», Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, Τμήμα Αμπέλου, Λυκόβρυση, Αττική
georgios.merkouropoulos@gmail.com
[2]Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας, Τμήμα Φυτικής & Ζωικής Παραγωγής, Κοζάνη
[3]Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα», Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, 57001 Θέρμη, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Πλήθος τοπικών ποικιλιών αμπέλου καλλιεργούνται στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, πολλές από τις οποίες αποτελούν γηγενές γενετικό υλικό. Στα πλαίσια της γενετικής ταυτοποίησης του ελληνικού αμπελώνα, έχουν συλλεχθεί και αναλυθεί δείγματα από μεμονωμένα και διάσπαρτα πρέμνα ενεργών ή εγκαταλειμμένων αμπελώνων από διάφορες περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας. Κατά τη συλλογή λήφθηκε υπόψη η τοπική ονομασία με την οποία είναι γνωστά τα πρέμνα και πραγματοποιήθηκε σύντομη εμπειρική αμπελογραφική αναγνώριση.

Η εφαρμοζόμενη μεθοδολογία γενετικής ταυτοποίησης περιλαμβάνει τη χρήση δέκα μικροδορυφόρων, στους οποίους περιλαμβάνονται οι έξι μικροδορυφόροι που έχουν προταθεί ως μοριακοί περιγραφείς της αμπέλου από τον Διεθνή Οργανισμό Αμπέλου και Οίνου. Η παρούσα προσέγγιση εναρμονίζει την πειραματική πρακτική που εφαρμόζεται στην Ελλάδα με εκείνη που έχει προταθεί και ακολουθείται από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα της αμπέλου. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται χαρακτηρίζονται ως πρόδρομα καθώς αντιπροσωπεύουν μια αρχική προσέγγιση της γενετικής ταυτοποίησης του συνόλου των τοπικών ποικιλιών. Στο δενδρόγραμμα που προέκυψε, οι ποικιλίες της Δυτικής Ελλάδας ομαδοποιήθηκαν σε διακριτούς κλάδους, έτσι ώστε να εμφανίζονται οι κλάδοι του «Ξινόμαυρου», των «Σενζώ και Βουλγάρικο», των «Σέφκα και Χονδρόμαυρο», ενώ το «Νιγρικιώτικο» δεν ομαδοποιήθηκε σε κάποιον από τους παραπάνω κλάδους. Επίσης, εντοπίστηκαν περιπτώσεις συνωνυμιών και ομωνυμιών.

Λέξεις κλειδιά: Μοριακοί Δείκτες, Μικροδορυφόροι, SSR

Εισαγωγή

Η καλλιέργεια της αμπέλου στο χώρο της Δυτικής Μακεδονίας ανάγεται στην Εποχή του Χαλκού όπως μαρτυρούν τα αρχαιοβοτανικά ευρήματα αμπέλου που βρέθηκαν στις περιοχές Κλείτου και Σερβίων (Valamoti, 2011). Φορολογικές καταγραφές της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας για το έτος 1528 αναφέρονται στην αμπελοκαλλιέργεια και την παραγωγή κρασιού της περιοχής Κοζάνης (ΕΝΟΑΒΕ, 2004), ενώ ταξιδιωτικές εντυπώσεις περιηγητών του 18ου και 19ου αιώνα κάνουν λόγο για τον περίφημο και ονομαστό Σιατιστινό «ηλιαστό» τοπικό οίνο και για τους «βραστούς οίνους» της περιοχής Πελεκάνου-Γαλατινής (Leak 1804; Pouqueville 1806). Η επέλαση της φυλλοξήρας στις αρχές του 20ου αιώνα απείλησε με

ολοκληρωτική καταστροφή την αμπελοκαλλιέργεια της περιοχής (Νικολάου, 2008), η οποία όμως διασώθηκε με τη χρησημοποίηση αμερικανικών υποκειμένων. Στις μέρες μας, μετά από παρατεταμένη περίοδο ύφεσης και συρρίκνωσης, η αμπελοκαλλιέργεια αποκτά νέα προοπτική με την κατασκευή σύγχρονων οινοποιητικών μονάδων που δίδουν δυναμική ώθηση στην οινική παραγωγή.

Ο χώρος της Δυτικής Μακεδονίας αποτελεί μια περιοχή με έντονες διαφοροποιήσεις στο ανάγλυφο του εδάφους, οι οποίες συνοδεύονται από έντονες κλιματικές διαφορές καταλήγοντας στη δημιουργία γειτονικών μικροπεριβαλλόντων που ευνοούν την ανάπτυξη τοπικών ποικιλιών στις γεωργικές καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένης της αμπέλου (Μερκουρόπουλος *et al*., 2013). Αρκετές από τις ποικιλίες αμπέλου που καλλιεργούνται στη Δυτική Μακεδονία αποτελούν γηγενές γενετικό υλικό της περιοχής, το οποίο πολλές φορές είναι γνωστό με ονομασίες που υποδηλώνουν τη μακρόχρονη εντοπιότητά του, όπως για παράδειγμα «Παλιά Λευκά Τούρκικα», «Παλιά Κοκκινέλια», «Παλιά Κόκκινα Τούρκικα» (Μερκουρόπουλος *et al*., 2013). Το υλικό αυτό εμπλουτίστηκε με τοπικές ποικιλίες που προήλθαν από άλλες περιοχές της Ελλάδας, οι οποίες είτε διατήρησαν την αρχική τους ονομασία είτε πλέον είναι γνωστές με ονομασίες που υπενθυμίζουν την περιοχή προέλευσής τους (π.χ. «Βεροιώτικο» από τη Βέροια, «Νιγρικιώτικο» από τη Νιγρίτα Σερρών, «Κοσταρανζό» πιθανότατα από το Κοσταράζι Καστοριάς, «Ζαλοβίτικο» από το Ζάλοβο Γρεβενών- πλέον Τρίκωμο Γρεβενών). Προσθήκες από πρόσφυγες από τις «χαμένες πατρίδες» αύξησαν περαιτέρω τον ποικιλιακό πλούτο της αμπέλου στην περιοχή. Παρότι οι σύγχρονοι καλλιεργητές και οινοπαραγωγοί έχουν επενδύσει στις γνωστές παραγωγικές ξενικές ποικιλίες αμπέλου, σημειώνεται ισχυρή τάση για αναβίωση της καλλιέργειας των τοπικών παραδοσιακών ποικιλιών της περιοχής.

Οι τοπικές ποικιλίες του ελληνικού αμπελώνα διατηρούνται μαζί με αρκετούς κλώνους τους και πολλές διεθνείς ποικιλίες, σε τρεις *ex-situ* αμπελογραφικές συλλογές οι οποίες βρίσκονται στις εγκαταστάσεις του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού (ΕΛΓΟ) «Δήμητρα» στη Λυκόβρυση Αττικής, στην Τράπεζα Διατήρησης Γενετικού Υλικού (ΤΔΓΥ) στη Θέρμη Θεσσαλονίκης, και στον αμπελώνα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Αρκετές από τις ποικιλίες των αμπελογραφικών συλλογών έχουν, κατά το μάλλον ή ήττον, περιγραφεί αμπελογραφικά (Σταύρακας, 2010). Καθίσταται όμως αναγκαίο να ολοκληρωθεί η εμπεριστατωμένη αμπελογραφική περιγραφή όλων των ποικιλιών σύμφωνα με τις σύγχρονες διεθνείς απαιτήσεις ακολουθώντας τον Κώδικα Αμπελογραφικής Περιγραφής του Διεθνή Οργανισμού Αμπέλου και Οίνου (Organisation Internationale de la Vigne et du Vin-OIV, 2009). Είναι επίσης αναγκαίο η αμπελογραφική περιγραφή των τοπικών ποικιλιών να συνοδευτεί με την αντίστοιχη γενετική ταυτοποίηση των ποικιλιών, την αξιολόγηση του οινικού τους δυναμικού, και την παραγωγή και διάθεση υγειούς πολλαπλασιαστικού υλικού ώστε να συμβάλουν στην ανάπτυξη του οινικού τομέα της χώρας.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε γενετική ταυτοποίηση δειγμάτων που συλλέχθηκαν από την περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας και της Βόρειας Ελλάδας γενικότερα, με σκοπό την εξακρίβωση της γενετικής τους ταυτότητας ως πρώτο βήμα για τη διάσωση και αξιολόγησή τους. Ταυτοποιήθηκαν επίσης ποικιλίες των αμπελογραφικών συλλογών της ΤΔΓΥ και του ΑΠΘ. Η παρούσα προσέγγιση διέκρινε περιπτώσεις συνωνυμιών και ομωνυμιών.

Υλικά και Μέθοδοι

Αρχικά εντοπίστηκαν πρέμνα τοπικών ποικιλιών αμπέλου σε ενεργούς και εγκαταλειμμένους αμπελώνες της Δυτικής Μακεδονίας (κυρίως στους Νομούς Κοζάνης, Καστοριάς, Γρεβενών). Κατά τη συλλογή των δειγμάτων, λήφθηκε υπόψη η ονομασία με την οποία τα πρέμνα είναι γνωστά στην περιοχή ενώ πραγματοποιήθηκε σύντομη εμπειρική αμπελογραφική αναγνώρισή τους. Στη συνέχεια συλλέχθηκαν νεαρά (όπου ήταν δυνατόν) φύλλα, τα οποία αποθηκεύτηκαν σε συνθήκες κατάψυξης (-20^{0}C) μέχρι την περαιτέρω επεξεργασία τους. Παρομοίως, συλλέχθηκαν και αποθηκεύτηκαν νεαρά φύλλα από λευκές και ερυθρές οινοποιήσιμες ποικιλίες του αμπελώνα διατήρησης ποικιλιών της ΤΔΓΥ και του αμπελώνα του ΑΠΘ, όπως επίσης και από διάφορες περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Στο τέλος, όλα τα δείγματα, συνολικά περισσότερα από 300, επεξεργάστηκαν με τον ίδιο τρόπο.

Γενωμικό DNA από ένα πρέμνο κάθε ποικιλίας απομονώθηκε με τη χρήση των σχετικών στηλών απομόνωσης (Macherey-Nagel), ακολουθώντας τις οδηγίες της κατασκευάστριας εταιρίας. Ακολούθησε προσδιορισμός της ποιότητας των απομονωμένων γενωμικών DNA σε πηκτώματα αγαρόζης και της συγκέντρωσής τους χρησιμοποιώντας φασματοφωτόμετρο NanoDrop 2000 (Thermo Scientific). Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν αλυσιδωτές αντιδράσεις πολυμεράσης (Polymerase Chain Reaction- PCR) χρησιμοποιώντας δέκα ζεύγη επισημασμένων με FAM, HEX, ROX ή TAMRA μικροδορυφορικών (Simple Sequence Repeat-SSR) δεικτών (VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD27, VrZAG62, VrSZAG79, VrZAG67 VVMD28, VVMD32, VVMD25) όπως παλαιότερα (Merkouropoulos *et al.*, 2015). Τα μεγέθη των προϊόντων των αντιδράσεων προσδιορίστηκαν με τριχοειδή ηλεκτροφήρηση σε 3730xl DNA Analyzer (Applied Biosystems, USA). Η συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε στην πλατφόρμα "GenAlEx 6.501" σε περιβάλλον MicroSoft Excel και στη συνέχεια με το πρόγραμμα MEGA4 προσδιορίστηκε η «Γενετική Απόσταση» μεταξύ των δειγμάτων και κατασκευάστηκε δενδρόγραμμα.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Διαπιστώθηκαν περιπτώσεις συνωνυμιών (synonymy- ένας γενότυπος είναι γνωστός με διαφορετικές ονομασίες) και ομωνυμιών (homonymy- η ίδια ονομασία έχει αποδοθεί σε διαφορετικούς γενότυπους), (The European Vitis Database, 2007). Το φαινόμενο αντικατοπτρίζει την προβληματική κατάσταση που επικρατεί στις αμπελογραφικές συλλογές σε παγκόσμιο επίπεδο και οφείλεται, εν μέρη στους πολλούς αιώνες εκτεταμένης καλλιέργειας της αμπέλου, και στον αγενή τρόπο εξάπλωσής της (This *et al.*, 2004). Η παρούσα εργασία δείχνει ότι η Ελλάδα δεν αποτελεί εξαίρεση όσον αφορά το πρόβλημα συνωνυμιών και ομωνυμιών. Η γενετική ταυτοποίηση των ποικιλιών έχει προταθεί ως το μέσο με το οποίο είναι δυνατή η φερέγγυα διάκριση των ποικιλιών (Maul *et al.*, 2008).

Η γενετική ανάλυση με τη χρήση των δέκα μικροδορυφορικών δεικτών εντόπισε τις παρακάτω σχέσεις συγγένειας:

Εξετάστηκαν τρία δείγματα της ποικιλίας «Παμίδι», συλλεγμένα από την ΤΔΓΥ (ποικιλία αναφοράς «Παμίδι»), την Προσοτσάνη Δράμας («Παμίτι»-1), και τον Ίασμο Κομοτηνής («Παμίτι»-2). Η ονομασία «Παμίτι» αποτελεί συνώνυμο της ποικιλίας αναφοράς «Παμίδι» (Σταύρακας, 2010). Το δείγμα «Παμίτι»-1 έχει ομαδοποιηθεί με το δείγμα αναφοράς «Παμίδι» (Εικόνα 1) επιβεβαιώνοντας την ορθότητα της εμπειρικής ονομασίας με την οποία

είναι γνωστό το πρέμνο, ενώ το δείγμα «Παμίτι»-2 έχει ομαδοποιηθεί σε διαφορετικό κλάδο παραπέμποντας σε περίπτωση ομωνυμίας και λανθασμένης ονοματοδοσίας (βλ. παρακάτω).

Το δείγμα «Παμίτι»-2, συλλεγμένο από τον Ίασμο Κομοτηνής, παρουσιάζεται χωρίς μοριακή διαφοροποίηση με δείγματα της ποικιλίας «Σέφκα» (Εικόνα 1), συλλεγμένα από την περιοχή Γρεβενών, τη Χωριστή Δράμας, την Προσοτσάνη Δράμας, και τον Αμπελουργικό Σταθμό (ΑΣ) Κομοτηνής. Συνυπολογίζοντας ότι το δείγμα της ποικιλίας αναφοράς «Παμίδι» (ΤΔΓΥ), βρίσκεται σε διαφορετικό κλάδο του δενδρογράμματος, συνάγεται το συμπέρασμα ότι το δείγμα που έχει συλλεχθεί ως «Παμίτι»-2 αποτελεί περίπτωση λανθασμένης ονοματοδοσίας της ποικιλίας «Σέφκα».

Οι ποικιλίες «Παμίδι» και «Σέφκα» είναι ερυθρές ποικιλίες που απαντώνται στον ίδιο γεωγραφικό χώρο της Ελλάδας. Η βουλγαρικής προέλευσης ποικιλία «Σέφκα» απαντάται στη Μακεδονία («Σέφκο» στο Νομό Καστοριάς), στη Θράκη («Μαυρούτι» στο Νομό Ροδόπης) και στην Καρδίτσα (Κοτίνης, 1985; Σταύρακας, 2010), ενώ η ποικιλία «Παμίδι» καλλιεργείται από πολύ παλιά (Σταύρακας, 2010) στη Βόρεια Ελλάδα (Κεντρική και Ανατολική Μακεδονία, και Θράκη) όπου είναι γνωστή επίσης ως «Παμίτ» ενώ στο Νομό Κατερίνης είναι γνωστή ως «Παμίτσα» και στο Νομό Ξάνθης ως «Παμέτα» (Κοτίνης, 1985). Πρόσφατα αμπελογραφικά στοιχεία των δύο ποικιλιών παρατίθενται από τον Σταύρακα (2010).

Στην ομάδα με τα δείγματα της ποικιλίας «Σέφκα», ομαδοποιούνται επίσης δύο δείγματα της ποικιλίας «Χονδρόμαυρο», συλλεγμένα από την ΤΔΓΥ και τον Πελεκάνο Σιάτιστας, επαληθεύοντας τη συγγένεια μεταξύ των δύο ποικιλιών. Τα αλληλόμορφα της ποικιλίας αναφοράς «Χονδρόμαυρο» (ΤΔΓΥ) ήταν παρόμοια με τα αντίστοιχα του δείγματος «Χονδρόμαυρο»-2 (Πελεκάνος Σιάτιστας) επιβεβαιώνοντας την ορθότητα της εμπειρικής ονομασίας με την οποία είναι γνωστό το πρέμνο συλλογής «Χονδρόμαυρο»-2.

Η ποικιλία «Χονδρόμαυρο» (ή «Χονδρομαύρο») παράγει μεγάλου μεγέθους ερυθρές και χονδρόφλουδες ράγες, και είναι διπλής χρήσης (ΚΠΕ Σιάτιστας, 2011). Στο πρόσφατο παρελθόν, με βάση στοιχεία της αμπελογραφικής παρατήρησης, διατυπώθηκε η άποψη ότι η ονομασία «Χονδρόμαυρο» είναι συνώνυμο της ποικιλίας «Σέφκα» (Σπινθηροπούλου, 2000; ΚΠΕ Σιάτιστας, 2011). Σημειώνεται επίσης ότι στον γερμανικό κατάλογο Ελληνικών ποικιλιών αμπέλου, η ονομασία «Χονδρόμαυρο» εμφανίζεται ως συνώνυμο για την ποικιλία «Σέφκα» όπως επίσης και για την ποικιλία «Μαύρο Καλαβρυτινό», χωρίς ωστόσο να αναφέρεται σχέση συγγένειας μεταξύ της «Σέφκα» με της «Μαύρο Καλαβρυτινό» όπως επαγωγικά θα αναμενόταν (Zaddach, 2013).

Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε, η παρούσα εργασία παρουσιάζει για πρώτη φορά στοιχεία μοριακής ανάλυσης που φανερώνουν υψηλά επίπεδα γενετικής συγγένειας μεταξύ των ποικιλιών «Σέφκα» και «Χονδρόμαυρο».

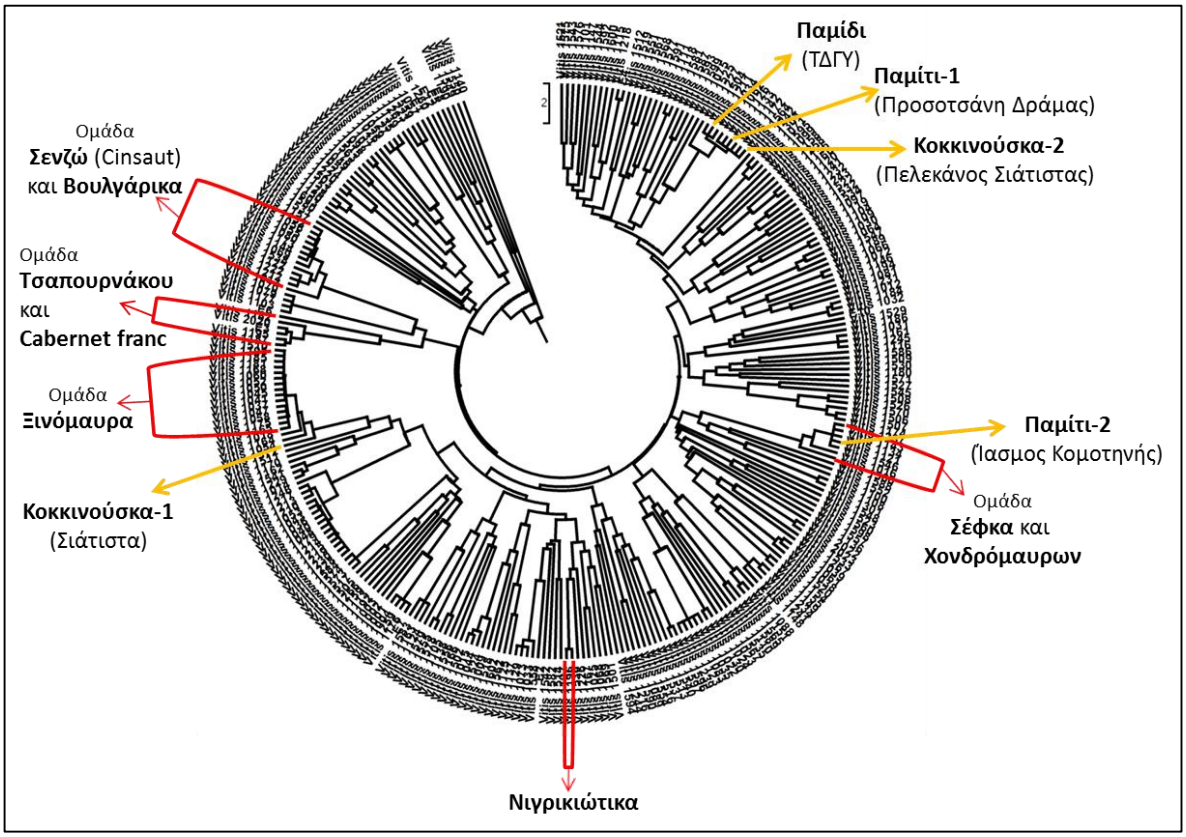
Συνολικά τέσσερα αλληλόμοφα, σε δύο από τα τέσσερα δείγματα της ποικιλίας «Σέφκα», παρουσιάζουν αποκλίσεις από τις τιμές των υπολοίπων (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται), και πιθανότατα αντιπροσωπεύουν κλώνους της ποικιλίας. Προκειμένου να εξαχθούν τελικά αποτελέσματα, είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθεί συγκριτική μελέτη μετά από γενετική ταυτοποίηση της ποικιλίας αναφοράς «Σέφκα».

Αναλύθηκαν δύο δείγματα που φέρουν την ονομασία «Κοκκινούσκα», συλλεγμένα από τη Σιάτιστα («Κοκκινούσκα»-1) και τον Πελεκάνο Σιάτιστας («Κοκκινούσκα»-2). Τα δείγματα ομαδοποιήθηκαν σε απομακρυσμένους κλάδους στο δενδρόγραμμα (Εικόνα 1), αναδεικνύοντας περίπτωση ομωνυμίας. Με δεδομένο ότι δεν έχει συμπεριληφθεί στην

παρούσα ανάλυση ποικιλία αναφοράς για την ποικιλία «Κοκκινούσκα», δεν μπορεί να θεωρηθεί με βεβαιότητα ποιό από τα δύο δείγματα («Κοκκινούσκα»-1 ή «Κοκκινούσκα»-2) αντιπροσωπεύει την ποικιλία «Κοκκινούσκα».

Δείγματα της ποικιλίας «Ξινόμαυρο», μία από τις ευγενέστερες ελληνικές ποικιλίες αμπέλου και ορόσημο του αμπελώνα της Δυτικής Μακεδονίας, ομαδοποιήθηκαν στον ίδιο κλάδο του δενδρογράμματος (Εικόνα 1). Τα δείγματα είχαν συλλεχθεί από τη Σιάτιστα, τον Πελεκάνο Σιάτιστας, το Βελβενδό, και τα Γρεβενά.

Τρία δείγματα της ποικιλίας «Σενζώ» (Cinsaut) ομαδοποιήθηκαν στον ίδιο κλάδο του δενδρογράμματος με δύο δείγματα της ποικιλίας «Βουλγάρικο» (Εικόνα 1). Πρόκειται για δύο ερυθρές ποικιλίες («Σενζώ» και «Βουλγάρικο») που απαντώνται στη Δυτική Μακεδονία. Η ποικιλία «Βουλγάρικο», η οποία διακρίνεται σε «Βουλγάρικο Πελεκάνου» και σε «Βουλγάρικο Σιάτιστας», παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με την ποικιλία «Σενζώ» (ΕΝΟΑΒΕ, 2004).



Εικόνα 1: Δενδρόγραμμα περισσοτέρων από 300 γενοτύπων τοπικών ποικιλιών αμπέλου, συλλεγμένων από τη Δυτική Μακεδονία, τη Βόρεια Ελλάδα, την Τράπεζα Διατήρησης Γενετικού Υλικού (ΤΔΓΥ), και την αμπελογραφική συλλογή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σημειώνονται με κόκκινη αγκύλη οι κλάδοι στους οποίους ομαδοποιούνται συγγενείς τοπικές ποικιλίες της Δυτικής Μακεδονίας, ενώ σε παρένθεση αναγράφεται ο τόπος από όπου συλλέχθηκε το κάθε δείγμα. Κίτρινα βέλη δηλώνουν τη θέση συγκεκριμένων δειγμάτων.

Δύο δείγματα της ποικιλίας «Τσαπουρνάκος», συλλεγμένα από διαφορετικούς αμπελώνες της περιοχής Βελβενδού Κοζάνης, ομαδοποιήθηκαν στον ίδιο κλάδο με τρία δείγματα της ποικιλίας «Cabernet franc» –συλλεγμένα από την περιοχή Βελβενδού Κοζάνης, και την αμπελογραφική συλλογή διατήρησης του ΑΠΘ, ενώ το τρίτο αποτελεί δωρεά από την

Ευρωπαϊκή Τράπεζα Αμπέλου, (Εικόνα1)–, επιβεβαιώνοντας τη στενή γενετική σχέση μεταξύ των δύο ποικιλιών.

Η ποικιλία «Τσαπουρνάκος» είναι ερυθρή ποικιλία με «άριστα οινολογικά χαρακτηριστικά» (ΕΝΟΑΒΕ, 2004) της οποίας η καλλιέργεια αναβιώνει τα τελευταία χρόνια στην περιοχή Βελβενδού Κοζάνης καταλήγοντας στην παραγωγή μονοποικιλιακού οίνου.

Δύο δείγματα της ποικιλίας «Νιγρικιώτικο», συλλεγμένα από εγκαταλειμμένο αμπελώνα στην περιοχή Σιάτιστας, δεν έχουν ομαδοποιηθεί σε κάποιον από τους κλάδους στους οποίους έχουν ομαδοποιηθεί οι ποικιλίες της Δυτικής Μακεδονίας που αναφέθηκαν παραπάνω (Εικόνα 1).

Συμπεράσματα

Εφαρμογή των μεθόδων γενετικής ταυτοποίησης οδήγησε στην ανίχνευση γενετικών σχέσεων μεταξύ των εξεταζομένων τοπικών ποικιλιών και στην κατασκευή δενδρογράμματος όπου διακρίνονται οι κλάδοι «Σενζώ και Βουλγάρικο», «Τσαπουρνάκος και Cabernet franc», «Ξινόμαυρο», «Σέφκα και Χονδρόμαυρο». Η ποικιλία «Νιγρικιώτικο» δεν ομαδοποιήθηκε σε κάποιον από τους παραπάνω κλάδους. Επίσης, διακρίθηκαν περιπτώσεις συνωνυμιών και των ομωνυμιών.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε όλους τους αμπελοκαλλιεργητές και οινοποιούς για τη διάθεση φυτικού υλικού από τους αμπελώνες τους. Ευχαριστούμε την Dr Erica Maul από το Julius Kühn-Institut της Γερμανίας για τη δωρεά γενωμικού DNA από διάφορες διεθνείς ποικιλίες αμπέλου. Το Έργο χρηματοδοτήθηκε στο πλαίσιο των Πράξεων «Εκπόνηση Σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» (MIS 453350) και «Ανάπτυξη ανθρωπίνου δυναμικού» (ΕΠΑΝΑΔ, ΕΣΠΑ 2007-2013), με ταυτόχρονη συγχρηματοδότηση από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), και συντονισμό από τον ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ.

Βιβλιογραφία

ΕΝΟΑΒΕ (Ένωση Οινοπαραγωγών του Αμπελώνα της Βορείου Ελλάδος Α.Ε.). 2004. Μελέτη ανάπτυξης της αμπελοκαλλιέργειας στο Ν. Κοζάνης (Σιάτιστα, Γαλατινή, Εράτυρα, Πελεκάνος, Αιανή, Κοζάνη, Μεσιανή, Ροδίτης, Βελβενδός). Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Κοζάνης.

ΚΠΕ (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης) Σιάτιστας. 2011. Η αμπελοκαλλιέργεια στη Σιάτιστα- από το χθες στο σήμερα. Σιάτιστα.

Κοτίνης, Χ. 1985. Ελληνικός Αμπελογραφικός Χάρτης. Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.

Μερκουρόπουλος, Γ., Μπατιάνης, Ε., και Αργυρίου, Α. 2013. Βιοποικιλότητα αμπέλου στη Δυτική Μακεδονία. Πρακτικά Άμπελος 2013, 3rd International Symposium, Trends in world Vitiviniculture development. Σαντορίνη.

Νικολάου, Ν. 2008. Αμπελουργία. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

Σπινθηροπούλου, Χ. 2000. Οινοποιήσιμες ποικιλίες του ελληνικού αμπελώνα. Olive Press Publications.

Σταύρακας, Δ.Ε. 2010. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Ζήτη, Περαία Θεσσαλονίκης.

Maul, E., Eiras Dias J.E., Kaserer H., Lacombe T., Ortiz J.M., Schneider A., Maggioni L., and Lipman E. 2008. Discussion and Recommendations. In Report of a Working Group on Vitis. First Meeting, 12-14 June 2003, Palić, Serbia and Montenegro. Bioversity International. Rome, Italy: 1-10.

Leake, M.W. 1804. Travels in Northern Greece, Εκδ. A. Hakkert, Amsterdam 1967, σελ. 316-317.

Merkouropoulos, G., Michailidou, S., Alifragkis, A., Zioziou, E., Koundouras, S., Argiriou, A., and Nicolaou, N. 2015. A combined approach involving ampelographic description, berry oenological

traits and molecular analysis to study native grapevine varieties of Greece. VITIS-Journal. Grapevine Research. 54: 99-103.

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). 2009. OIV descriptor list for grape varieties and Vitis species (2nd ed.).

Pouqueville, F. 1806. Ταξίδι στη Δυτική Μακεδονία (Voyage dans la Greece), Άνοιξη 1806. Paris 1820.

The European Vitis Database (2007) What is "trueness to type" and how the concept is developed inside the European Vitis Database? http://www.eu-vitis.de/docs/truenesstotype/What_is_true_to_type_anna_erika_OK_20_june%20_2011.pdf (Μάρτιος 2017).

This, P., Jung, A., Boccacci, P., Borrego, J., Botta, R., Constantini, L., Crespan, M., Dangl, G. S., Eisenheld, C., Ferreira-Monteiro, F., Grando, S., Ibanez, S. G., Lacombe, T., Laucou, V., Magalhaes, R., Meredith, C. P., Milani, N., Peterlunger, E., Regner, L., Zulini, L., and Maul, E. 2004. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape varieties. Theoretical & Applied Genetics 109: 1448-1458.

Valamoti, S. M. 2011. Flax in Neolithic and Bronze Age Greece: archaeobotanical evidence. Vegetation History & Archaeobototany 20: 549-560.

Zaddach, M. 2013. Die weissen & roten rebsorten Griechelands. Hans & Lundig Tornesch.

GENOTYPING LOCAL GRAPEVINE VARIETES FROM WESTERN MACEDONIA, GREECE

G. Merkouropoulos[1], E. Mpatianis[2], P. Mylona[3]

[1]Hellenic Agricultural Organization DEMETER, Institute of Olive trees, Subtropical crops and Viticulture, Department of Grapevine, Lykovrysi, Attiki, Greece
[2]Regional Administration of Western Macedonia, Kozani, Greece
[3]Hellenic Agricultural Organization DEMETER, Institute of Plant Breeding & Genetic Resources, 57001 Thermi, Greece

Abstract

The area of Western Macedonia, Greece, is a mountainous region with severe climatic differences between neighboring areas resulting in adjacent microenvironments that favor the development of local varieties, including vines, which represent part of the genetic legacy of the region. Genetic identification of the Greek vineyard is an urgent necessity; it includes genotyping the grapevines that are conserved in the ampelographic collections of the country, and also samples of local grapevine varieties (single grapevines either from active or abandoned grape yards) collected from different parts of the country.

In the current study, ten microsatellites (Simple Sequence Repeat- SSR) have been used, including those proposed by the International Organization of Vine and Wine (OIV) as molecular descriptors, on local grapevine varieties mainly from the region of Western Macedonia, Greece. Analysis of the results showed genetic affinity between the bulgarian variety "Sefko" and the local variety "Chondromavro", the local variety "Tsapournakos" and the international variety "Cabernet franc", as well as between "Cinsaut" and "Voulgariko". In addition, samples of "Xinomavro" and "Nigrikiotiko" have been classified on distinctive clades of the dendrogram. Synonyms and homonyms have been identified.

ΜΙΚΡΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΑΣΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Pyrus spinosa* Forskk.

Σ. Αλεξανδρή, Π. Τσουλφά, Μ. Τσακτσίρα

Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τ.Θ.: 238, 52124, Θεσσαλονίκη, e-mail: thena@for.auth.gr. Τηλ: 2310 992709

Περίληψη

Νέοι βλαστοί (2-3 εκ.) μετά την επιτυχημένη επιφανειακή τους απολύμανση χρησιμοποιήθηκαν ως έκφυτα για τον μικροπολλαπλασιασμό ενός νεανικού γενοτύπου του είδους Pyrus spinosa. Στο στάδιο του πολλαπλασιασμού, τα έκφυτα τοποθετήθηκαν στο θρεπτικό υπόστρωμα Pear Medium 1 εμπλουτισμένο με 10 μM BA. Για την καλύτερη αναπαραγωγή των καλλιεργειών διερευνήθηκε η επίδραση της έντασης του φωτισμού. Η καλύτερη μεταχείριση από τις τρεις που δοκιμάστηκαν ήταν η έκθεση των εκφύτων σε 10 μmol.m-2s-1 κατά τις 2 πρώτες εβδομάδες και ακολούθως σε 35 μmol.m-2s-1 για άλλες δύο εβδομάδες. Για την αύξηση της παραγωγής νέων μασχαλιαίων βλαστών και την επιμήκυνσή τους από τους πέντε συνδυασμούς ρυθμιστών αύξησης (κυτοκινίνη BA, αυξίνη IBA) που δοκιμάστηκαν, ο συνδυασμός 5 μM BA+0,0246 μM IBA αποδείχθηκε ο πλέον αποδοτικός (4,67±0,40 νέοι βλαστοί/έκφυτο και επιμήκυνση 1,28±0,13 εκ.). Για την περαιτέρω βελτιστοποίηση της αναπαραγωγής νέων βλαστών διερευνήθηκε ο τρόπος τοποθέτησης των εκφύτων στο υπόστρωμα. Διαπιστώθηκε ότι η τοποθέτηση του εκφύτου σε οριζόντια θέση και η αποκοπή περίπου 0,2 εκ. του κορυφαίου τμήματος, τριπλασίασε σχεδόν την παραγωγή νέων βλαστών. Στο στάδιο ριζοβολίας η πλέον επιτυχημένη διαδικασία (ποσοστό: 83,33±5,89%, αριθμός ριζών: 6,20±0,49 ρίζες/φυτάριο, μήκος ριζών: 0,56±0,05 εκ.) περιλάμβανε δύο στάδια: α) στάδιο έναρξης ριζοβολίας με διατήρηση των μικροβλαστών σε πλήρες σκοτάδι για 7 ημέρες και β) στάδιο ανάπτυξης ριζικού συστήματος, όπου οι μικροβλαστοί μεταφέρθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς αυξίνη και εκτέθηκαν σε 10 μmol.m-2s-1 για άλλες τέσσερεις εβδομάδες. Στο στάδιο σκληραγώγησης μετά από 4 εβδομάδες τοποθέτησης των ριζωμένων φυταρίων σε περλίτη, η επιβίωση ήταν ικανοποιητική.

Λέξεις κλειδιά: γκορτσιά, γενότυπος, *in vitro* πολλαπλασιασμός, μαζική αναπαραγωγή

Εισαγωγή

Το είδος *Pyrus spinosa* Forskk. (γκορτσιά) είναι ένα αυτοφυές δασικό είδος της χώρας μας, της οικογένειας *Rosaceae*. Χαρακτηρίζεται από το αμυγδαλόμορφο σχήμα των φύλλων γι᾽αυτό παλαιότερα ήταν γνωστό με το όνομα *Pyrus amygdaliformis* Vill. (www.emplantbase.org). Το είδος, εκτός από τη χρήση του ως εδώδιμου φρούτου σε διάφορες παρασκευές, ερευνάται σήμερα και για την περιεκτικότητά του σε αντιοξειδωτικές ουσίες με φαρμακευτική και καλλυντική δράση (Tzanakis et al., 2006; Hu et al., 2009; Kundaković et al., 2014). Γνωστή είναι, επίσης, η χρήση της γκορτσιάς ως υποκειμένου για τον εμβολιασμό εδώδιμων ποικιλιών αχλαδιάς και άλλων οπωροφόρων δέντρων (Procopiou and Wallace, 2000). Λόγω των σημαντικών ιδιοτήτων που συγκεντρώνει το *Pyrus spinosa* υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη τεχνικών μαζικής αναπαραγωγής (μικροπολλαπλασιασμός) επιλεγμένων γενοτύπων του για εξειδικευμένες χρήσεις.

Γενικά, το γένος *Pyrus* λόγω και του οικονομικού του ενδιαφέροντος (εδώδιμοι καρποί) έχει μελετηθεί διεξοδικά ως προς την αντίδρασή του σε *in vitro* συνθήκες καλλιέργειας (Thakur et al., 2008; Reed et al., 2013). Ειδικότερα για τον μικροπολλαπλασιασμό του είδους *Pyrus spinosa* υπάρχει μία μόνο βιβλιογραφική αναφορά διεθνώς από τους Dolcet-Sanjuan κ.ά. (1990), οι οποίοι μελέτησαν in vitro την ικανότητα του είδους να αναπτύσσεται σε συνθήκες έλλειψης σιδήρου.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού πρωτοκόλλου μικροπολλαπλασιασμού ενός νεανικού γενοτύπου του είδους *Pyrus spinosa* Forskk.

Υλικά και μέθοδοι

Το φυτικό υλικό προερχόταν από σπορόφυτο ηλικίας περίπου 3 ετών σε γλάστρα. Τα καθαρά έκφυτα μετά την επιτυχημένη επιφανειακή τους απολύμανση (Αλεξανδρή κ.ά., 2015) εγκαταστάθηκαν σε Pear Medium 1 (Reed et al., 2013) εμπλουτισμένο με 10 μM BA σε θάλαμο ανάπτυξης φυτών με ελεγχόμενες συνθήκες (16 ώρες φωτοπερίοδο, θερμοκρασία 24±1°C και ένταση φωτισμού 35 μmol.m-2s-1). Επανακαλλιέργειες γίνονταν κάθε τέσσερις εβδομάδες μέχρι να συγκεντρωθεί ικανοποιητικός αριθμός εκφύτων για τα πειράματα. Η αναπαραγωγή νέων βλαστών βασιζόταν αποκλειστικά στην έκπτυξη μασχαλιαίων βλαστών. Το ίδιο θρεπτικό υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε και σε όλα τα ακόλουθα πειράματα του σταδίου του πολλαπλασιασμού και της ρίζωσης, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά.

Πείραμα 1: Επίδραση της έντασης φωτισμού στην αύξηση και τον πολλαπλασιασμό των εκφύτων.

Για την καλύτερη ανάπτυξη των καλλιεργειών δοκιμάστηκαν τρεις διαφορετικές εντάσεις φωτισμού: α) 10 μmol.m-2s-1 κατά τις 2 πρώτες εβδομάδες και ακολούθως έκθεση σε 35 μmol.m-2s-1 για άλλες δύο εβδομάδες, β) 35 μmol.m-2s-1 και γ) 100 μmol.m-2s-1, για τέσσερις εβδομάδες και στις δυο περιπτώσεις.

Πείραμα 2: Επίδραση ρυθμιστών αύξησης στην ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των εκφύτων.

Δοκιμάστηκαν διαφορετικές συγκεντρώσεις κυτοκινίνης BA (0, 5, 10 μM) και συνδυασμοί κυτοκινίνης BA (5, 10 μM) με 0,0246 μM αυξίνης IBA.

Πείραμα 3: Επίδραση του τρόπου τοποθέτησης των εκφύτων στο θρεπτικό υπόστρωμα για τη βελτιστοποίηση της αναπαραγωγής νέων μασχαλιαίων βλαστών.

Έκφυτα μήκους 3-4 εκ. τοποθετήθηκαν στο θρεπτικό υπόστρωμα ως ακολούθως: α) κάθετη θέση του εκφύτου (μάρτυρας), β) και γ) οριζόντια θέση κατόπιν αποκοπής περίπου 1 ή 0,2 εκ. του κορυφαίου τμήματος, αντίστοιχα. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Pear Medium 1 εμπλουτισμένο με 5 μM BA.

Επιμηκυσμένοι μικροβλαστοί (3-4 εκ.) χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα του σταδίου της ρίζωσης. Η διαδικασία περιλάμβανε δύο στάδια, όπως αυτά περιγράφονται στον Πίνακα 1, α) στάδιο έναρξης ριζοβολίας σε συνθήκες πλήρους απουσίας φωτός και β) στάδιο ανάπτυξης ριζικού συστήματος σε υπόστρωμα ρίζωσης χωρίς αυξίνη με έκθεση των καλλιεργειών σε 10 μmol.m-2s-1 για τις 2 πρώτες εβδομάδες και σε 35 μmol.m-2s-1 για άλλες 2 εβδομάδες, εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά.

Στο στάδιο σκληραγώγησης τα ριζωμένα φυτάρια τοποθετήθηκαν σε σκεύη Magenta (Sigma) με αποστειρωμένο περλίτη σε μικρά θερμοκήπια σε ελεγχόμενες συνθήκες θαλάμου

ανάπτυξης φυτών. Κάθε είκοσι μέρες προστίθετο υγρό διάλυμα μακροστοιχείων του πλήρους MS (Murashige and Skoog, 1962), εκτός των NH_4NO_3 και KNO_3 που χρησιμοποιήθηκαν στην μισή συγκέντρωση.

Σε όλα τα πειράματα του σταδίου του πολλαπλασιασμού χρησιμοποιήθηκαν 30 έκφυτα, ενώ στα πειράματα της ρίζωσης in vitro 20 έκφυτα σε κάθε μεταχείριση. Τα πειράματα επαναλήφθηκαν δύο φορές. Τα δεδομένα όλων των πειραμάτων υποβλήθηκαν σε αναλύσεις διακύμανσης (ANOVA) με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS V22. Για ομαλοποίηση της διακύμανσης, έγινε μετατροπή των ποσοστιαίων δεδομένων (arscin transformation) πριν την στατιστική τους ανάλυση. Οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με το κριτήριο Duncan για επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Πίνακας 1:Περιγραφή των διαφορετικών μεταχειρίσεων που δοκιμάστηκαν στο στάδιο ρίζωσης

Μεταχ.	**Στάδιο έναρξης ριζοβολίας**	**Στάδιο ανάπτυξης ριζικού συστήματος**
R1	-	Pear Medium 1
R2	Pear Medium 1 + 32 μM IBA. Διατήρηση για 7 ημέρες	Pear Medium 1
R3	Pear Medium 1 + 32 μM IBA. Διατήρηση για 24 ώρες	**α)** ½ Pear Medium 1
		β) ½ Pear Medium 1+ 3 $g.l^{-1}$ ενεργό άνθρακα
R4	Τροποποιημένο MS ρίζωσης (½ NH_4NO_3, ½ KNO_3) + 24,6 μM IBA. Διατήρηση για 3 ημέρες	Μεταφορά σε Magenta GA-7 (Sigma) με περλίτη με προσθήκη των μακροστοιχείων του MS (εκτός από ½ NH_4NO_3 και ½ KNO_3) + 2,5 $g.l^{-1}$ Phytagel™ (Sigma)
R5	**α)** Τροποποιημένο MS ρίζωσης (½ NH_4NO_3, ½ KNO_3) χωρίς αυξίνη Διατήρηση για 7 ημέρες	Ένταση φωτισμού 10 $\mu mol.m^{-2}s^{-1}$ για 4 εβδομάδες στο ίδιο υπόστρωμα ρίζωσης
	β) Τροποποιημένο MS ρίζωσης (½ NH_4NO_3, ½ KNO_3) + 24,6 μM IBA Διατήρηση για 7 ημέρες	Τροποποιημένο MS ρίζωσης (½ NH_4NO_3, ½ KNO_3) και παραμονή τους σε ένταση φωτισμού 10 $\mu mol.m^{-2}s^{-1}$ για 4 εβδομάδες

Αποτελέσματα και συζήτηση

Γενικά, τα είδη του γένους Pyrus παρουσιάζουν δυσκολίες ως προς την αντίδρασή τους σε in vitro συνθήκες (Thakur et al., 2008; Reed et al., 2013). Βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη ενός επιτυχημένου πρωτοκόλλου μικροπολλαπλασιασμού είναι το κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα. Πρόσφατα, από τους Reed κ.ά. (2013) σχεδιάστηκε το θρεπτικό υπόστρωμα Pear Medium 1 με υψηλότερες συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων $MgSO_4.7H_2O$, KH_2PO_4 και $CaCl_2.2H_2O$, σε σύγκριση με εκείνες του πλήρους MS. Το υπόστρωμα αυτό αποδείχθηκε το πλέον κατάλληλο για τις θρεπτικές απαιτήσεις πολλών διαφορετικών ειδών του γένους *Pyrus*. Σε προηγούμενη έρευνά μας το υπόστρωμα αυτό χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία, για πρώτη φορά, στην *in vitro* καλλιέργεια δύο γενοτύπων του *P. spinosa* (Αλεξανδρή κ.ά., 2015).

Η γκορτσιά, επιπλέον, παρουσιάζει ιδιαιτερότητα και στις απαιτήσεις της σε φως, γι'αυτό το λόγο διερευνήθηκε η επίδραση της έντασης του φωτισμού στην αναπαραγωγή και την αύξηση των καλλιεργειών. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1 α, β η μεταχείριση σε μειωμένη ένταση φωτισμού των εκφύτων κατά τις δύο πρώτες εβδομάδες, ήταν η πλέον ευεργετική τόσο για την επιμήκυνσή τους όσο και για την αναπαραγωγή και ποιότητα των

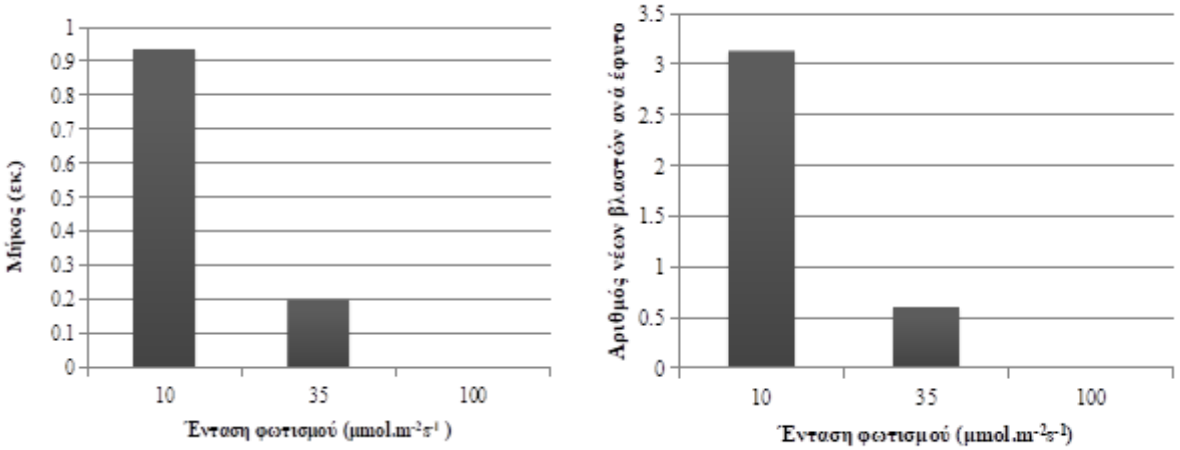
νέων βλαστών. Η παραπάνω πρακτική χρησιμοποιήθηκε και για όλες τις ακόλουθες πειραματικές διαδικασίες του σταδίου αυτού.

Τα μοναδικά παρόμοια αποτελέσματα με αυτά της παρούσας εργασίας είναι αυτά των Yeo και Reed (1995), για τρία διαφορετικά είδη Pyrus, οι οποίοι αναφέρουν αυξημένη παραγωγή νέων βλαστών ανά έκφυτο με χαμηλή ένταση φωτισμού 25 μmol.m^{-2}s^{-1}. Αντίθετα, οι Dolcet-Sanjuan κ.ά. (1990) ειδικά για το *P. amygdaliformis* Vill. (γκορτσιά) αναφέρουν αυξημένη παραγωγή νέων βλαστών ανά έκφυτο με υψηλή ένταση φωτισμού 135 μE m^{2}s^{-1}.

Και σε άλλο δασικό είδος παρατηρήθηκαν μειωμένες απαιτήσεις σε φως, όπως καταγράφηκε σε προηγούμενη έρευνα του εργαστηρίου, για δυο κλώνους ώριμων ατόμων του *Prunus avium* L., κατά τον in vitro πολλαπλασιασμό τους (Scaltsoyiannes et al., 2009).

Αναφορικά με την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων ρυθμιστών αύξησης στον πολλαπλασιασμό της γκορτσιάς, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 2, καλύτερη ήταν η τελευταία μεταχείριση κατά την οποία όμως αναπτύχθηκαν σε μεγάλη συχνότητα βλαστοί με δυσμορφίες, κυρίως υδαρότητα. Γι΄αυτό ως ο καταλληλότερος συνδυασμός ρυθμιστών αύξησης για τον πολλαπλασιασμό νέων βλαστών επιλέχθηκε ο ακόλουθος: 5 μM BA με 0,0246 μM IBA.

Διάγραμμα 1 α, β: Επίδραση έντασης φωτισμού α) στην αύξηση και β) στον πολλαπλασιασμό των εκφύτων



Πίνακας 2: Επίδραση ρυθμιστών αύξησης στην επιμήκυνση και την παραγωγή νέων βλαστών

Μεταχειρίσεις	Μήκος (εκ.)±SE	Αριθμός νέων βλαστών±SE
0μM BA	0,756±0,061 d	0,366±0,091 e
5 μM BA	1,220±0,116 bc	2,133±0,258 d
10 μM BA	0,936±0,117 cd	3,133±0,384 c
5 μM BA+ 0,0246 μM IBA	**1,280±0,133 b**	**4,666±0,406 b**
10 μM BA+ 0,0246 μM IBA	1,620±0,132 a	7,766±0,634 a

Μέσος όρος ±SE. Αριθμός δείγματος 30. Οι τιμές των μέσων όρων που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικώς σημαντικές για P<0.05 (test Duncan).

Ομοίως, οι Thakur και Kanwar (2008 a, b) για το είδος *Pyrus pyrifolia* παρόλο που διαπίστωσαν καλύτερη αναπαραγωγή νέων βλαστών με την προσθήκη 2 mg/l^{-1} BA στο θρεπτικό υπόστρωμα, τελικά πρότειναν χαμηλότερη συγκέντρωση 1,5 mg/l^{-1} BA λόγω προβλημάτων ανάπτυξης των καλλιεργειών.

Παρόμοιες συγκεντρώσεις ρυθμιστών αύξησης με αυτές της παρούσας εργασίας αναφέρονται και από άλλους ερευνητές για τον μικροπολλαπλασιασμό διαφόρων ειδών Pyrus, όπως οι Berardi κ.ά. (1993) για το *P. calleryana* Dcn, οι Shibli κ.ά (1997) για το είδος *P. syrica* και οι Caboni κ.ά. (1999) για το *P. communis* var. *pyraster*. Ειδικά για την γκορτσιά οι Dolcet-Sanjuan κ.ά. (1990) αναφέρουν αυξημένη παραγωγή βλαστών ανά έκφυτο, με ανάλογη αύξηση της συγκέντρωσης της κυτοκινίνης ΒΑ από τα 5 μΜ στα 10 μΜ και 20 μΜ σε συνδυασμό με υψηλή ένταση φωτισμού.

Όσον αφορά στον τρόπο τοποθέτησης των εκφύτων ως προς το θρεπτικό υπόστρωμα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παραγωγή νέων βλαστών ανά έκφυτο σχεδόν τριπλασιάστηκε (13,67±0,24 a) όταν τα έκφυτα τοποθετήθηκαν σε οριζόντια θέση με αποκοπή 0,2 εκ. του κορυφαίου τμήματος συγκριτικά με τον μάρτυρα (4,66±0,40 c). Η παραγωγή νέων βλαστών ανά έκφυτο ήταν αυξημένη και στην περίπτωση που αποκόπτονταν 1 εκ. του κορυφαίου τμήματος (8,40±0,40 b). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με εκείνα του Lane (1979), ο οποίος για ώριμο γενότυπο του είδους *Pyrus communis* L. Bartlett διαπίστωσε μεγάλη αύξηση στην παραγωγή νέων μασχαλιαίων βλαστών με την ίδια διαδικασία, καθώς με αυτό τον τρόπο περιορίζεται η κυριαρχία της κορυφής.

Όσον αφορά στο πείραμα της ριζοβολίας, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4, η μεταχείριση R5β απέδωσε τα καλύτερα ποσοστά ριζοβολίας και ανάπτυξης του ριζικού συστήματος (αριθμός ριζών, μήκος ριζών).

Πίνακας 4: Επίδραση διαφορετικών μεταχειρίσεων στις παραμέτρους ριζοβολίας στην *in vitro* ριζοβολία του *P. spinosa* Forssk.

Μεταχείριση		Ποσοστό ρίζωσης (%)	Αριθμός ριζών	Μήκος ριζών (cm)	Καλλογένεση	Παρατηρήσεις
R1		18,75±6,17d	2,65±0,076d	1±0,067b	καθόλου	-
R2		41,2±7,78b	8,85±1,04a	0,83±0,051c	πολύ	-
R3	**α)**	0±0e	-	-	πολύ	-
	β)	0±0e	-	-	καθόλου	Νέκρωση
R4		20,0±6,32d	4,5±0,08c	1,20±0,018a	λίγο	Νέκρωση
R5	**α)**	33,3±7,45c	5±0,16bc	0,65±0,072d	καθόλου	-
	β)	**83,33±5,89a**	**6,2±0,49b**	0,56±0,055d	πολύ	

Μέσος όρος±SE. Αριθμός δείγματος 20. Οι τιμές των μέσων όρων που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικώς σημαντικές για P<0.05 (test Duncan).

Οι Dolcet-Sanjuan κ.ά. (1990) με την ίδια διαδικασία ριζοβολίας για το ίδιο είδος αναφέρουν υψηλά ποσοστά ρίζωσης (90%) και ανάπτυξη καλού ριζικού συστήματος, καθώς και άφθονη καλλογένεση στη βάση των φυταρίων. Ακολουθώντας παρόμοια διαδικασία ριζοβολίας *in vitro* και άλλοι ερευνητές αναφέρουν επιτυχημένα αποτελέσματα για διαφορετικά είδη *Pyrus*: οι Haq και Kaloo (2010) για το *Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai., οι Hassanen και Gabr (2012) για το *P. betulaefolia* και οι Saadat κ.ά (2012) για το *P. glabra* Boiss. Μετά από 4 εβδομάδες σε περλίτη τα φυτάρια παρουσίασαν ικανοποιητική επιβίωση (60%).

Συμπεράσματα

Για πρώτη φορά αναπτύχθηκε ένα αποτελεσματικό πρωτόκολλο μικροπολλαπλασιασμού ενός νεανικού γενοτύπου (3 ετών περίπου) του είδους *Pyrus spinosa*.

Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου σε επιλεγμένους ώριμους γενοτύπους του είδους με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Βιβλιογραφία

Αλεξανδρή Σ. Τσουλφά Π., Τσακτσίρα Μ., Σκαλτσογιάννης Α., 2015. Αντίδραση δυο γενοτύπων του είδους *Pyrus spinosa* Forssk. σε συνθήκες in vitro καλλιέργειας. Πρακτικά του 17ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, Κεφαλλονιά:874-885

Berardi G., Infante R., Neri D., 1993. Micropropagation of *Pyrus calleryana* Dcn. from seedlings. Scientia Horticulturae. 53:157-165

Caboni E., Tonelli M.G., Lauri P., D'Angeli S., Damiano C., 1999. In vitro shoot regeneration from leaves of wild pear. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 59: 1–7.

Dolcet-Sanjuan R., Mok D.W.S, Mok M.C., 1990. Micropropagation of *Pyrus* and *Cydonia* and their responses to Fe-limiting conditions. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 21:191-199

Haq Z. and Kaloo Z. A., 2010. In vitro micropropagation of "sand pear" *Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai. Front. Agric. China, 4(3): 358–361

Hassanen S.A. and Gabr M.F., 2012. In vitro propagation of Pear *Pyrus betulaefolia* rootstrock. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (4): 484-489

Hu Z., Zhou Q., Lei T., Ding S., Xu S., 2009. Effects of hydroquinone and its derivatives on melanogenesis and antioxidation: Biosafety as skin whitening agents. J Dermatol Sci 55:179-184.

Kundaković T., Ćirić A., Stanojković T., Soković M., Kovačević N, 2014. Cytotoxicity and antimicrobial activity of *Pyrus pyraster* Burgsd. and Pyrus spinosa Forssk. (Rosaceae). African Journal of Microbiology Research. Vol. 8(6):511-518.

Lane W.D., 1979. Regeneration of pear plants from shoot meristem-tips. Plant Sci. Lett.16:337-342.

Murashige T. and Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15: 473-497.

Procopiou J. and Wallace A., 2000. A Wild Pear Native to Calcareous Soils that has a Possible Application as a Pear Rootstock. Journal of Plant Nutrition, 23(11&12):1969-1972

Reed, B. M., DeNoma, J., Wada, S., & Postman, J., 2013. Micropropagation of Pear (*Pyrus* sp.). In Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants. Lombardi M., Ozudogru E.A., Jain S.M.(Eds.). Humana Press, Vol 994: 3-18.

Saadat Y.A., Jokar L., Jahromi L.S., 2012. In vitro rooting of *Pyrus glabra* Boiss. Microshoots. Iranian Journal of Natural Resources Research IJNRR. Volume 1:46-51.

Scaltsoyiannes A., Tsoulpha P., Iliev I., Theriou K., Tzouvara A., Mitras D., Karanikas C., Mahmout S., Christopoulos V., Tsaktsira M., 2009. Vegetative Propagation of *Punus avium* L. Genotypes Selected for Wood Production. Forest Genetics 12(3): 145-154.

Shibli R. A., Ajlouni M. M., Jaradat A., Aljanabi S., Shatnawi M., 1997. Micropropagation in wild pear (*Pyrus syrica*). Scientia Horticulturae, 68(1): 237-242.

Thakur A., R.P.S. Dalal and Navjot, 2008. Micropropagation of Pear (*Pyrus* spp.): A Review. Agric. Rev., 29(4) : 260 - 270

Thakur A. and Kanwar J.S., 2008a. Micropropagation of 'Wild Pear' *Pyrus pyrifolia* (Burm F.) Nakai.I. Explant Establishment and Shoot Multiplication. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj 36(1): 103-108

Thakur A. and Kanwar J.S., 2008b. Micropropagation of wild pear' *Pyrus pyrifolia* (Burm F.) Nakai. II. Induction of rooting. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 36: 104-111.

Tzanakis E., Kalogeropoulos T., Tzimas S., Chatzilazarou A., Katsoyannos E., 2006. Phenols and antioxidant activity of apple, quince, pomegranate, bitter orange and almond-leaved pear methanolic extracts. e-Περιοδικό Επιστήμης και Τεχνολογίας (e-JST) 1(3):16-28.

Yeo D. and Reed B., 1995. Micropropagation of Three Pyrus Rootstocks. Hortscience 30(3):620-623. www.emplantbase.org

MICROPROPAGATION OF THE FOREST SPECIES *Pyrus spinosa* Forskk.

S. Alexandri, P. Tsoulpha, M. Tsaktsira

Abstract

Newly immerged shoots (2-3 cm) of Pyrus spinosa after their surface sterilization were used as explants for their micropropagation. In the multiplication stage, the explants were placed on Pear Medium 1 nutrient medium supplemented with 10 μM BA. The effect of light intensity on the regeneration of new shoots was studied. The best treatment of the three tested was the exposure of explants at 10 μmol.m-2s-1 for the first two weeks followed by exposure at 35 μmol.m-2s-1 for another two weeks. For the enhancement of shoot production and development, of the five different combinations of growth regulators tested (BA, IBA) in the same nutrient medium, the best was the combination of 5 μM BA+0,0246 μM IBA (4,67±0,40 new shoots/explant, elongation 1,28±0,13 cm). In order to further enhance the production of new axillary shoots, the position of the explants in relation to the medium was investigated. The best results were obtained when the explants were placed horizontally after the removal of 0,2 cm of the apical part, treatment that almost tripled shoot production. The most successful rooting procedure (rooting percentage: 83,33±5,89%, root number: 6,20±0,49 roots/plantlet, root length: 0,56±0,05 cm) consisted of: a) an initial stage of root induction maintaining microshoots in complete darkness followed by b) a root development stage where microshoots were transferred in a medium without auxin, exposured at 10 μmol.m-2s-1 for another four weeks. In the final stage of acclimatization after four weeks on perlite, plantlets presented adequate survival.

2Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (*Pinus nigra* Arn.) ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΚΗΠΟΥ ΚΟΥΜΑΝΙ ΓΙΑ ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΤΙΛΒΕΝΙΑ ΕΓΚΑΡΔΙΟΥ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ qNMR

Κ. Ιωαννίδης[1,2,3], Ε. Μέλλιου[3], Π. Μαγιάτης[3], Π. Αλιζώτη[1]

[1] Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124 Θεσσαλονίκη, Ηλεκτρ.ταχυδρ.: ioannike@for.auth.gr, alizotp@for.auth.gr
[2] ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων, Ιλίσια, 11528, Αθήνα, Ηλεκτρ. ταχυδρ.: ioko@fria.gr
[3]Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φαρμακευτικής, Ζωγράφου, Αθήνα 15771, Ηλεκτρ. ταχυδρ.:emelliou@pharm.uoa.gr, magiatis@pharm.uoa.gr

Περίληψη

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες των εκχυλισμάτων εγκαρδίου ξύλου δασικής πεύκης, εξαιτίας της περιεκτικότητάς τους σε στιλβένια. Κρίθηκε λοιπόν αναγκαία η διερεύνηση του επιπέδου της περιεκτικότητας σε στιλβένια που απαντάται στο εγκάρδιο ξύλο και άλλων ειδών πεύκης. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η περιεκτικότητα στιλβενίων σε εγκάρδιο ξύλο μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arn.),η οποία, όπως προέκυψε, μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλή. Για τον παραπάνω σκοπό εφαρμόστηκε η νέα μέθοδος υψηλής απόδοσης με χρήση qNMR επί 260 ατόμων μαύρης πεύκης, τα οποία αντιστοιχούν σε πέντε αντίγραφα καθενός από τους 52 κλώνους (αρίστους φαινοτύπους) που φύονται στον σποροπαραγωγό κήπο Κούμανι του Νομού Ηλείας, και προέρχονται από 4 πληθυσμούς της Πελοποννήσου. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι τα συνολικά στιλβένια ανά ξηρό βάρος εγκαρδίου κυμάνθηκαν από 1,09% έως 12,82%. Το κύριο στιλβένιο ήταν ο μονομεθυλαιθέρας της πινοσυλβίνης, ακολουθούμενο από την πινοσυλβίνη και τον διμεθυλαιθέρα της. Οι 4 πληθυσμοί της Πελοποννήσου διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$) ως προς τις συγκεντρώσεις των ολικών εκχυλισμάτων ακετόνης, πινοσυλβίνης και του διμεθυλαιθέρα της, ενώ οι διαφορές τους ως προς τις συγκεντρώσεις του μονομεθυλαιθέρα της πινοσυλβίνης και των ολικών στιλβενίων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Η περιεκτικότητα στιλβενίων στους αρίστους φαινοτύπους μαύρης πεύκης που μελετήθηκαν προέκυψε ότι είναι κατά μέσο όρο μέχρι και 5 φορές υψηλότερη από εκείνη που αναφέρεται για τη δασική πεύκη, ενισχύοντας την άποψη ότι το εγκάρδιο ξύλο επιλεγμένων γενοτύπων μαύρης πεύκης μπορεί είναι ο πλουσιότερος φυσικός πόρος πινοσυλβίνης και αιθερικών παραγώγων, που έχει εντοπιστεί μέχρι σήμερα.

Λέξεις κλειδιά: εκχυλίσματα εγκαρδίου, πινοσυλβίνη, κλώνοι, πληθυσμοί, επιλογή.

Εισαγωγή

Η πινοσυλβίνη είναι φαινολική ουσία με αντιμικροβιακή (Lindberg et al. 2004, Harju et al. 2003, Lee et al. 2005), αντιοξειδωτική (Wilför et al. 2003a) και αντιμεταστατική δραστικότητα (Park et al. 2012) καθώς και πιθανή καρκινική χημειοπροληπτική δράση (Park et al. 2013). Οι Jeong et al. (2013) της αποδίδουν εκτός από αντιαποπτωτική δράση επί βόειων αορτικών ενδοθηλιακών κυττάρων και δυνατότητα χρήσης ως καρδιαγγειακού

προστατευτικού παράγοντα. Επιπλέον, τα εκχυλίσματα του εγκαρδίου έχουν μεγάλη σημασία για την φυσική αντοχή του ξύλου λόγω της δράσης τους ως μυκητοτοξικών και απωθητικών παραγόντων του νερού (Hart 1981, Gref et al. 2000).

Αν και εκτεταμένη έρευνα πραγματοποιείται σε διάφορα ευρωπαϊκά κωνοφόρα π.χ. *Pinus* sp., *Picea* sp., ως κύριων φυσικών πόρων πινοσυλβίνης, η βιβλιογραφία είναι περιορισμένη για αντίστοιχες μελέτες στη μαύρη πεύκη. Η μαύρη πεύκη είναι ένα σημαντικό οικονομικά και οικολογικά είδος της νότιας Ευρώπης, λόγω των εκτεταμένων δασών του, της καλής απόδοσης του σε ξύλο υψηλής ποιότητας, και της φυσικής ανθεκτικότητας του ξύλου. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η μελέτη τεσσάρων ελληνικών πληθυσμών του είδους ως την περιεκτικότητά τους σε στιλβένια. Για τον προσδιορισμό και την ταυτοποίηση των στιλβενίων εφαρμόστηκε η νέα μέθοδος του Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (qNMR).

Υλικά και μέθοδοι

Τρυπανίδια ξύλου ελήφθησαν από τον 100 στρεμμάτων σποροπαραγωγό κήπο κλώνων μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) που είναι εγκατεστημένος στο Κούμανι του Νομού Ηλείας. Για περισσότερες πληροφορίες ανατρέξτε στη δημοσίευση του Ματζίρη (1978). Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο και Νοέμβριο του 2013. Επιλέχθηκαν πέντε δειγματοληπτικές θέσεις στον σποροπαραγωγό κήπο και σε κάθε θέση ελήφθη δείγμα από ένα αντίγραφο για καθένα από τους 52 κλώνους (αρίστους φαινοτύπους) που μετέχουν στον κήπο και προέρχονται από 4 φυσικούς πληθυσμούς της Πελοποννήσου (Πάρνωνας, Ζαρούχλα, Φενεός, Ταΰγετος). Συνολικά ελήφθησαν τρυπανίδια ξύλου, διαμέτρου 12mm, διερχόμενα από την εντεριώνη, από 260 υγιή άτομα ανεξάρτητα από τη μορφή του κορμού και της κόμης τους. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε για κάθε άτομο σε ύψος 30 εκατοστών επάνω από την επιφάνεια του εδάφους και με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο. Τα δείγματα τρυπανιδίων αποθηκεύτηκαν σε βαθεία κατάψυξη (-76°C) μέχρι την ανάλυσή τους. Η διάκριση σομφού-εγκαρδίου, η εκχύλιση του τελευταίου, καθώς και η ποσοτικοποίηση των στιλβενίων, πινοσυλβίνη (P), αιθερικά παράγωγα πινοσυλβίνης (μονομεθυλαιθέρας-PMME και διμεθυλαιθέρας- PDME), συνολικά στιλβένια (TS) και συνολικά εκχυλίσματα ακετόνης (TAE)) πραγματοποιήθηκαν κατά τους Ioannidis et al.(2016).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα ολικά εκχυλίσματα ακετόνης από τα δείγματα εγκαρδίου ήταν 30,42% (w/w$_{\text{ξηρού ξύλου}}$, μέσος όρος±τυπική απόκλιση= 304,15mg/g$_{\text{ξηρού ξύλου}}$±96,02mg/g$_{\text{ξηρού ξύλου}}$), γεγονός που αποδεικνύει ότι το εγκάρδιο ξύλο ήταν εξαιρετικά πλούσιο σε εκχυλίσματα (**Πίνακας 1**). Τα ανωτέρω είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Alvarez-Novoa et al. (1950) που αναφέρουν εκχυλίσματα 31% επί μάζας ξύλου ξηραμένης στον αέρα, ενώ οι ίδιοι συγγραφείς αναφέρουν αυξημένα εκχυλίσματα για την *Pinus pinea* και την *P. halepensis* (37% και 42% αντίστοιχα), αλλά μόνο 10% στην *P. pinaster*. Ο Cown (1972), στη Νέα Ζηλανδία, βρήκε ότι η *P. nigra* αποδίδει εκχυλίσματα εγκαρδίου από 16,1 έως 19,7%. Οι Uçar and Fengel (1995) αναφέρουν ότι τα εκχυλίσματα ακετόνης βρέθηκαν να είναι 4,47 και 4,73% στην *P. nigra*var. *pallasiana* και var. *pyramidata* αντίστοιχα. Οι Yildirim and Holmbom (1977a) αναφέρουν ότι σε δείγματα *P.nigra*, τα εκχυλίσματα κυμάνθηκαν από 3,19 έως 3,30% (% λυοφιλοποιημένου ξύλου).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαφέρουν από τα αποτελέσματα άλλων ερευνητών για διαφορετικά είδη πεύκης, όπως π.χ. στη *P.sylvestris, P. brutia* και *P. ponderosa*. Σε προηγούμενες μελέτες, τα εκχυλίσματα βρέθηκε να κυμαίνονται από 1,14% έως 10,94% (Yildirim and Holmbom 1977a, 1977b, Hakkila 1968, Holmbom and Ekman 1978, Yildirim and Holmbom 1978a, Harju et al. 2003,Nuopponen et al. 2004a, 2004b), ανάλογα με το είδος και τη διαδικασία εκχύλισης.

Οι ποσότητες στιλβενίων στο εγκάρδιο ξύλο των ελληνικών πληθυσμών μαύρης πεύκης που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία είναι μέχρι και 5 φορές μεγαλύτερες από εκείνες που άλλοι ερευνητές έχουν ανιχνεύσει για το είδος, αν και πρέπει να αναφερθεί ότι δεν είναι σε γνώση μας έως σήμερα μεγάλος αριθμός σχετικών δημοσιεύσεων. Στον **Πίνακα 1** παρατίθενται οι βασικές στατιστικές παράμετροι, που αφορούν το σύνολο των δειγμάτων, ως προς την περιεκτικότητα σε πινοσυλβίνη και τα αιθερικά της παράγωγα, σε συνολικά στιλβένια και συνολικά εκχυλίσματα ακετόνης. Σε όλες τις περιπτώσεις, η κυρίαρχη ουσία των στιλβενίων ήταν ο μονομεθυλαιθέρας της, ενώ ακολουθούσαν η πινοσυλβίνη και ο διμεθυλαιθέρας της.

Οι Wilför et al. (2007) βρήκαν μικρότερες ποσότητες πινοσυλβίνης στο εγκάρδιο ξύλο (11mg/$g_{\text{ξηρού ξύλου}}$) του είδους, με τον μονομεθυλαιθέρα της πινοσυλβίνης και την πινοσυλβίνη ως τις πιο άφθονες ουσίες, αναφέροντας επίσης μεγάλες ποσότητες στιλβενίων στους ρόζους (2,9%-7,7% w/$w_{\text{ξηρού ξύλου}}$). Ο Hafizoğlu (1983) αναφέρει ότι το κύριο συστατικό των παραγώγων της πινοσυλβίνης είναι ο διμεθυλαιθέρας της πινοσυλβίνης (<3%w/w), αποτέλεσμα που δεν βρίσκεται σε συμφωνία τόσο με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, όσο και σε καμία άλλη έρευνα έως σήμερα, από όσο μπορούμε να γνωρίζουμε. Οι Alvarez-Novoa et al. (1950) σε εγκάρδιο ξύλο μαύρης πεύκης ανίχνευσαν μόνο τον μονομεθυλαιθέρα (0,4% w/w), σε ποσοστό πολύ μικρότερο από αυτό της παρούσας έρευνας. Οι Yildirim and Holmbom (1977a) ανίχνευσαν τον διμεθυλαιθέρα της πινοσυλβίνης να κυμαίνεται στη μαύρη πεύκη από 1,2 έως 1,3% του ασαπωνοποίητου κλάσματος του εκχυλίσματος, το οποίο ήταν το 7,7-10,07% των εκχυλισμάτων πετρελαϊκού αιθέρα, ενώ στην δασική πεύκη να κυμαίνεται 2,2-2,9% (το ασαπωνοποίητο κλάσμα ήταν το 11,6-12,7% των εκχυλισμάτων πετρελαϊκού αιθέρα).

Πίνακας 1. Στατιστικές παράμετροι για περιεκτικότητα ως προς την πινοσυλβίνη και τα αιθερικά της παράγωγα, τα συνολικά στιλβένια και τα συνολικά εκχυλίσματα ακετόνης σε (mg/g_{drywood}).

Στατιστική παράμετρος(mg/g_{drywood})	**P**	**PMME**	**PDME**	**Ολικά στιλβένια**	**Εκχυλίσματα ακετόνης**
Μέσος όρος	17,07	40,32	2,54	59,92	304,15
Τυπική απόκλιση	6,76	15,55	1,22	21,79	96,02
CV %	39,60	38,57	48,03	36,37	31,57
Ελάχιστη τιμή	1,19	8,94	0,21	10,99	81,79
Μέγιστη τιμή	40,23	94,28	7,91	128,22	480,28

Τα συνολικά στιλβένια στα είδη *P. sylvestris*, *P. halepensis* και *P. pinea,* όπως διαπιστώθηκε από προηγούμενες μελέτες, παρουσίασαν μεγάλη διακύμανση και κυμαίνονταν από 0,01-1,3 $w \cdot w^{-1}$ σε ξηρό ή χλωρό ξύλο, ανάλογα με το είδος, το δείγμα του ξύλου, το πρωτόκολλο εκχύλισης και την αναλυτική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε (Alvarez-Novoa et al. 1950, Gref et al. 2000, Harju et al. 2003). Επίσης, η P κυμαίνεται από 0,03% έως 0,98%, ο PMME από

0,2% έως 1,2% ($w \cdot w^{-1}$ σε ξηρό ή χλωρό ξύλο) (Alvarez-Novoa et al. 1950, Venäläinen et al. 2003, Wilför et al. 2003a,b, Nuopponen et al. 2004a, Venäläinen et al. 2004, Ekeberg et al. 2006, Hovelstad et al. 2006) και ο PDME από 0,005% έως 0,11% ($w \cdot w^{-1}$), λαμβάνοντας βέβαια υπόψη τις διαφορετικές συνθήκες πειραματισμού (Alvarez-Novoa et al. 1950, Wilför et al. 2003b, Venäläinen et al. 2004, Hovelstad et al. 2006). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε όλες τις περιπτώσεις, με μία εξαίρεση (Hafizoğlu 1983), ο PMME είναι το αφθονότερο στιλβένιο.

Οι πληθυσμοί μαύρης πεύκης που μελετήθηκαν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ως προς τις συγκεντρώσεις των ολικών εκχυλισμάτων ακετόνης (P=0,05), της πινοσυλβίνης (P=0,05) και του διμεθυλαιθέρα της (P=0,05) (**Πίνακας 2**).

Διαπιστώθηκε ότι: α) οι ανατολικοί πληθυσμοί της Πελοποννήσου που φύονται στον σποροπαραγωγό κήπο είναι περιεκτικότεροι σε στιλβένια από τους δυτικούς, β) ο πληθυσμός Φενεού (ΒΑ προέλευση) έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα στιλβενίων, ακολουθούμενος από αυτόν του Πάρνωνα (ΝΑ προέλευση) και γ) ο πληθυσμός με τη μικρότερη περιεκτικότητα είναι αυτός της Ζαρούχλας (ΒΔ προέλευση).

Πίνακας 2. Έλεγχος σημαντικότητας διαφορών των μέσων αποδόσεων των πληθυσμών για τα γνωρίσματα που μελετήθηκαν με τη βοήθεια του ελέγχου πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan (μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για P=0,05 - Οι τιμές σε $mg/g_{\text{ξηρού εγκαρδίου}}$).

TAE		P		PMME		PDME		TS	
Προελ	*	**Προελ**		**Προελ**		**Προελ**		**Προελ**	
Πάρν.	313,62^{a}	**Φεν.**	18,59 ^{a}	**Φεν.**	42,95^{a}	**Πάρν.**	2,72 ^{a}	**Φεν.**	62,98 ^{a}
Ζαρ.	312,70 ^{ab}	**Πάρν.**	17,61 ^{ab}	**Πάρν.**	41,29 ^{a}	**Ταϋγ.**	2,61^{ab}	**Πάρν.**	62,53 ^{a}
Φεν.	301,73^{ab}	**Ζαρ.**	16,23 ^{b}	**Ζαρ.**	39,26 ^{a}	**Φεν.**	2,42^{ab}	**Ταϋγ.**	57,66 ^{a}
Ταϋγ.	284,89^{b}	**Ταϋγ.**	15,78 ^{b}	**Ταϋγ.**	38,42 ^{a}	**Ζαρ.**	2,29 ^{b}	**Ζαρ.**	56,94 ^{a}

(*Παρν.=Πάρνωνας, Ζαρ.= Ζαρούχλα, Φεν.=Φενεός, Ταϋγ.= Ταϋγετος)

Είναι η πρώτη φορά που η μαύρη πεύκη γίνεται αντικείμενο εκτεταμένης μελέτης ως προς την περιεκτικότητά της σε στιλβένια. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το εγκάρδιο της είναι η πλουσιότερη πηγή πινοσυλβίνης και μονομεθυλαιθέρα της πινοσυλβίνης που έχει εντοπιστεί μέχρι σήμερα σε κωνοφόρα και μπορεί να θεωρηθεί η πλουσιότερη πηγή φυσικών βιοδραστικών εκχυλισμάτων. Από τους πληθυσμούς που μελετήθηκαν, οι περιεκτικότεροι σε στιλβένια βρέθηκε να είναι οι αυτοί της ανατολικής Πελοποννήσου. Οι μεγάλες διαφορές στα περιεχόμενα στιλβένια μεταξύ των ελληνικών πληθυσμών *P. nigra* που μελετήθηκαν μπορούν να εξηγηθούν ως αποτέλεσμα ενός γενετικά ελεγχόμενου προσαρμοστικού μηχανισμού των συγκεκριμένων πληθυσμών στις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές συνθήκες των δασικών οικοσυστημάτων της Πελοποννήσου στους οποίους φύονται. Η διαφοροποίηση κυρίως των κλιματικών συνθηκών και της ξηροθερμικότητας των περιβαλλόντων όπου φύονται οι ανωτέρω πληθυσμοί έχει ως συνέπεια την διαφορετική ένταση πίεσης που αυτοί υφίστανται από αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες, με αποτέλεσμα να διαφοροποιούν την παραγωγή και έκκριση, ποσοτικά και ποιοτικά, τόσο των στιλβενίων, όσο και των συνολικών εκχυλισμάτων.

Βιβλιογραφία

Alvarez-Nóvoa, J.C., Erdtman H. and G. Lindstedt. 1950.Constituents of Pine Heartwood. XIX. The Heartwood of *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster*Aiton, *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus nigra* Arnold var. *calabrica* (Loudon) Schneider.

Cown, D. J. 1972. Physical properties of Corsican pine grown in New Zealand. *NZ J. Forestry Scienc e*4(1): 76-93.

Ekeberg, D., P.O. Flæte, M. Eikenes, M. Fongen, C.F. Naess-Andresen. 2006. Qualitative and quantitative determination of extractives in heartwood of Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) by gas chromatography. *J. Chromatogr. A*1109:267-272.

Fries, A., T. Ericsson and R. Gref. 2000.High heritability of wood extractives in *Pinus sylvestris* progeny tests. *Canadian Journal of Forest Research* 30:1707-1713.

Gref, R., C. Hakansson, B. Henningsson, and J. Hemming. 2000. Influence of wood extractives on brown and white rot decay in Scots pine heart-, light- and sapwood. *Material Org.* 33: 1 19-128.

Hafizoğlu, H. 1983. Wood Extractives of *P. sylvestris* L., *P. nigra* Arn. And *P. brutia* Ten. with special reference to nonpolar components. *Holzforschung* 37, 321–326.

Hakkila, P. 1968.Geographical variation of some properties of pine and spruce pulpwood in Finland.*Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 66(8):1-60.

Harju, A.M., M. Venäläinen, S. Anttonen, H. Viitanen, P. Kainulainen, P. Saranpää, and E. Vapaavuori. 2003. Chemical factors affecting the brown-rot decay resistance of Scots pine heartwood. *Trees* 17:263-268.

Hart, J. H. 1981. Role of phytostilbenes in decay and disease resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19: 437458.

Holmbom, B. and R. Ekman. 1978. Tall oil precursors of Scots pine and common spruce and their change during sulphate pulping. *Ac. Acad. Aboensis* B38 (3), 1-10.

Hovelstad, H., I. Leirset, K. Oyaas and A. Fiksdahl. 2006. Screening analysis of pinosylvin stilbenes, resin acids and lignans in Norwegian conifers. *Molecules* 11:103-114.

Ioannidis, K., E. Melliou, P. Alizoti, and P. Magiatis. 2016. Identification of black pine (*Pinus nigra* Arn.) heartwood as a rich source of bioactive stilbenes by qNMR. *J. Sci. Food Agric.*(doi:10.1002/jsfa.8090).

Jeong, E., H.R. Lee, J. Pyee, and H. Park. 2013. Pinosylvin Induces Cell Survival, Migration and Anti-Adhesiveness of Endothelial Cells via Nitric Oxide Production *Phytother. Res.* 27: 610–617.

Lee, S.K., H. J. Lee, H.Y. Min, E.J. Park, K.M. Lee, Y.H. Ahn, Y.J. Cho and J.H. Pyee. 2005.Antibacterial and antifungal activity of pinosylvin, a constituent of pine. *Fitoterapia* 76: 258-260.

Lindberg, L.E., S. Willför and B.R. Holmbom. 2004. Antibacterial effects of knotwood extractives on paper mill bacteria. *J. Ind Microbiol Biotechnol* 31: 137–147.

Ματζίρης, Δ. 1978. Ο σποροπαραγωγός κήπος μαύρης πεύκης στο Κούμανι Ηλείας για παραγωγή γενετικά βελτιωμένου δασικού σπόρου. *ΤοΔάσος.* 80-81:34-45.

Nuopponen, M., S. Willfor, A.S. Jaaskelainen, A. Sundberg and T. Vuorinen. 2004a. A UV resonance Raman (UVRR) spectroscopic study on the extractable compounds of Scots pine (*Pinus sylvestris*) wood.Part I: Lipophilic compounds. *SpectrochimicaActa* Part A 60 2963–2968.

Nuopponen, M., S. Willfor, A.S. Jaaskelainen and T. Vuorinen. 2004b. A UV resonance Raman spectroscopic study on the extractable compounds in Scots pine wood. Part II. Hydrophilic compounds. *Spectroch. Acta* Part A 60 2963-2968.

Park, E.J., H.J. Park, H.J. Chung, Y. Shin, H.Y. Min, J.Y. Hong, Y.J. Kang, Y.H. Ahn, J.H. Pyee and S.K. Lee. 2012. Antimetastatic activity of pinosylvin, a natural stilbenoid, is associated with the suppression of matrix metalloproteinases, *The Journal of Nutritional Biochemistry.* Volume 23, Issue 8, 946-952,

Park, E. J., H.J. Chung, H.J. Park, G.D. Kim, Y.H. Ahn, S.K. Lee. 2013. Suppression of Src/ERK and GSK-3/β-catenin signaling by pinosylvin inhibits the growth of human colorectal cancer cells, *Food and Chemical Toxicology* 55:424-433.

Uçar, G. and D. Fengel. 1995.Variation in composition of extractives from wood of *Pinus nigra* varieties. *Phytochemistry* 38 (4): 877-880.

Venäläinen, M., A.M. Harju, P. Kainulainen, H. Viitanen and H. Nikulainen. 2003. Variation in the decay resistance and its relationship with other wood characteristics in old Scots pines. *Ann. For. Sci.* 60: 409–417.

Venäläinen, M., A.M. Harju, P. Saranpää, P. Kainulainen, M. Tiitta and P. Velling. 2004. The concentration of phenolics in brown-rot decay resistant and susceptible Scots pine heartwood *Wood Sci Technol* 38:109–118.

Willför S.M., M.O. Ahotupa, J.E. Hemming, M.H. Reunanen, P.C. Eklund, R.E. Sjöholm et al. 2003a. Antioxidant activity of knotwood extractives and phenolic compounds of selected tree species.*J. Agric Food Chem.* 51(26):7600-6.

Willför S., J.E. Hemming, M.H. Reunanen and B.R. Holmbom. 2003b. Phenolic and lipophilic extractives in Scots pine knots and stemwoood. *Holzforschung* 57:359-372.

Willför S., H. Hafizoglu, I. Tumen, H. Yazici, M. Arfan, M. Ali and B. Holmbom. 2007. Extractives of Turkish and Pakistani tree species. *HolzRohWerkst* 65: 215-221.

Yildirim H. and B. Holmbom. 1977a.Investigations on the wood extractives of pine species from Turkey. I. Unsaponifiable, nonpolar components in *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra*. *Acta Academiae Aboensis* B37 (3), 1-9.

Yildirim H. and B. Holmbom. 1977b.Investigations on the wood extractives of pine species from Turkey. Part III. Nonvolatile, nonpolar components in *Pinus brutia* (Henry). *Acta Academiae Aboensis*B37 (5), 1-9.

EARLY EVALUATION OF THE BLACK PINE (*Pinus nigra* Arn.) GENETIC MATERIAL GROWING IN THE KOUMANI SEED ORCHARD FOR HEARTWOOD BIOACTIVE STILBENES: HIGH THROUGHPUT SCREENING USING qNMR

K. Ioannidis[123], E. Melliou[3], P. Magiatis[3]and P. Alizoti[1]

[1]Aristotle University of Thessaloniki, School of Forestry and Natural Environment, 54124 Thessaloniki, E-mail.: ioannike@for.auth.gr, alizotp@for.auth.gr
[2]Hellenic Agricultural Organization "Demeter", Institute of Mediterranean And Forest Ecosystems, Ilissia,11528 Athens, Greece, E-mail.: ioko@fria.gr
[3]University of Athens, Faculty of Pharmacy, PanepistimiopolisZografou, 15771 Athens, E-mail: emelliou@pharm.uoa.gr, magiatis@pharm.uoa.gr

Abstract

Recent studies have demonstrated the strong anti-inflammatory properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) heartwood extracts, related to its stilbene content. Thus, it was considered necessary to investigate the level of stilbenes content that can be found in the heartwood of other pine species. In the present study the Hellenic genetic material, growing in a black pine seed orchard, was investigated for its heartwood stilbene content. For the above purpose a

newly developed high-throughput screening method, based on quantitative nuclear magnetic resonance was applied. In total, 260 trees were sampled from the 10ha black pine (*Pinus nigra* Arn.) clonal seed orchard, which includes 52 clones originating from four provenances of Peloponnese. The clonal seed orchard was established in Koumani area of western Peloponnese. The results revealed that the total stilbenoids per dry heartwood weight varied greatly, ranging from 1.09% to 12.82%. The major stilbene in all cases was the pinosylvin monomethylether, followed by pinosylvin and pinosylvin dimethylether. The four provenances of the species differed significantly (P=0.05) for the concentrations of total acetone extractives, pinosylvin and its dimethylether, while their differences were not significant for the concentrations of the pinosylvin monomethylether and total stilbenes. The application of the newly developed methodology, led to the identification of the Hellenic black pine (*Pinus nigra* Arn.) genetic material and its heartwood, as the richest natural source of pinosylvin and its derivatives, with concentrations up to five times higher than those reported in the literature for other European pine species.

Keywords: heartwood extracts, pinosylvin, clones, provenances, selection.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΥΚΙΑΣ (*Ficus carica L.)* ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ISSR ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ.

Μ. Βασιλέ, Ε. Μπασδέκη, Α. Λίνος, Μ. Χατζηδημητρίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργ. Δενδροκομίας, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Η συκιά είναι φυτικό είδος με ευρεία εξάπλωση τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως. Πρόκειται για είδος προσαρμοσμένο στην ηπειρωτική και στη νησιωτική Ελλάδα από τα αρχαία χρόνια και παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν 16 ποικιλίες με προέλευση από την Αττική, την Κόρινθο και την Καλαμάτα καθώς και 7 τοπικοί γονότυποι από το νησί Τήνος, των Κυκλάδων. Για την απομόνωση του γενετικού υλικού χρησιμοποιήθηκαν νεαρά, υγιή φύλλα με την χρήση του Power Plant Pro DNA Isolation KIT. Για τη γενετική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν εκκινητές ISSR (Inter Simple Sequence Repeat). Ο διαχωρισμός των προϊόντων της PCR έγινε σε πηκτή αγαρόζης 2,5% w/v με τη χρωστική Gel RED. Η στατιστική επεξεργασία έγινε με το λογισμικό NTSYSPC2.1x. Χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής ομοιότητας του Jaccard και τα δενδρογράμματα δημιουργήθηκαν με τη μέθοδο UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic means) και NJ (Neighbor-Joining). Τέλος, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος PCOORDA (Principal Coordinate Analysis) για την επιπλέον στατιστική επεξεργασία. Ο έλεγχος της αξιοπιστίας των δενδρογραμμάτων και η σύγκριση των μεθόδων, έγινε με τον συντελεστή του Mantel. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης υποδεικνύουν υψηλή γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ ποικιλιών και γονοτύπων. Υπήρξε διαχωρισμός και σαφής ομαδοποίηση των δειγμάτων και με τις δυο μεθόδους δημιουργίας δενδρογραμμάτων (UPGMA, NJ). Η ανάλυση PCOORDA επιβεβαίωσε την ομαδοποίηση με τις προηγούμενες μεθόδους. Ο συντελεστής του Mantel ήταν υψηλός σε όλες τις δυνατές συγκρίσεις.

Λέξεις- Κλειδιά: DNA, γενετικός πολυμορφισμός, γενετική ομοιότητα, δενδρόγραμμα.

Εισαγωγή

Η συκιά (*Ficus carica* L.) είναι ένα δένδρο που καλλιεργείται στον ελλαδικό χώρο από την εποχή του Ομήρου για τον καρπό της ο οποίος καταναλώνεται νωπός ή αποξηραμένος. Η προέλευση της συκιάς δεν έχει εξακριβωθεί ακόμα, κατά κάποιους κέντρο καταγωγής θεωρείται η Αραβία ενώ κατά άλλους οι ανατολικές μεσογειακές χώρες. Η καλλιέργεια της συκιάς εξαπλώθηκε από νωρίς στις χώρες γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου, της Ερυθράς και της Αραβικής θάλασσας και από τότε αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των λαών που κατοικούν σε αυτές. Οι κυριότερες χώρες συστηματικής καλλιέργειας της συκιάς είναι η Τουρκία, η Αίγυπτος, η Αλγερία, το Μαρόκο, το Ιράν, η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Πορτογαλία, η Τυνησία, οι Η.Π.Α (Καλιφόρνια) και η Αυστραλία. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του FAO για την δεκαετία 2004-2014 η πέμπτη χώρα σε παραγωγή ξηρών σύκων ήταν η Ελλάδα με 7.047,80 τόνους.Η συκιά είναι είδος διπλοειδές (2n=2x=26) το οποίο ανήκει στην οικογένεια *Moraceae*. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι συκιάς: η αρρενοσυκιά (Caprifig) και η θηλυκή συκιά που διακρίνεται σε τρεις τύπους (Commonfig, Smyrnafig & San Pedro). Οι

θηλυκές συκιές μπορεί να είναι είτε δίφορες είτε μονόφορες. Η δίφορη συκιά καρποφορεί πλάγια σε βλαστούς του προηγούμενου έτους και δίνει παρθενοκαρπικά σύκα ή αγριόσυκα (1η εσοδεία). Η κύρια εσοδεία παράγεται αργότερα πλάγια σε βλαστούς του ίδιου έτους. Η μονόφορη συκιά καρποφορεί σε βλαστούς του ίδιου έτους και δίνει μια κύρια σοδιά. Για την ταυτοποίηση ποικιλιών συκιάς με στόχο την διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων, την πιστοποίηση της προέλευσής τους και την μελέτη των γενετικών τους σχέσεων έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μοριακές τεχνικές όπως RAPDs (Random Amplified Polymorphic DNA), SSRs (Simple Sequence Repeats) και ISSRs (Inter Simple Sequence Repeats) (Papadopoulos et al., 2002, Baraket et al., 2010, Ferrara et al., 2016). Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε με τη χρήση μοριακών δεικτών ISSR η γενετική ποικιλότητα 34 δειγμάτων συκιάς, 17 ποικιλιών και 6 γονοτύπων, που προήλθαν από συλλογές συκιάς της Τήνου, της Καλαμάτας, τα φυτώρια Σαλή στην Κορινθίακαι από τη δενδροκομική συλλογή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η χρήση των μοριακών δεικτών ISSR είναι μία απλή και γρήγορη τεχνική που συνδυάζει ολοκληρωμένη κάλυψη του γονιδιώματος και επαναληψιμότητα με την ικανότητα ανάλυσης ενός μεγαλύτερου αριθμού τόπων ανά δοκιμή. Οι ISSR δείκτες χρησιμοποιούν αλληλουχίες που είναι ανεξάρτητες από τα είδη υπό μελέτη, καθιστώντας με αυτό τον τρόπο την τεχνική αυτή κατάλληλη για μελέτες που εμπεριέχουν την ανάλυση ποικίλων ειδών. Στη γενετική βελτίωση φυτών οι ISSR δείκτες χρησιμοποιούνται ευρέως στη γενετική ποικιλότητα (genetic diversity), στη χαρτογράφηση (mapping) και στις μελέτες υποβοηθούμενης επιλογής (assisted selection studies).

Υλικά & Μέθοδοι

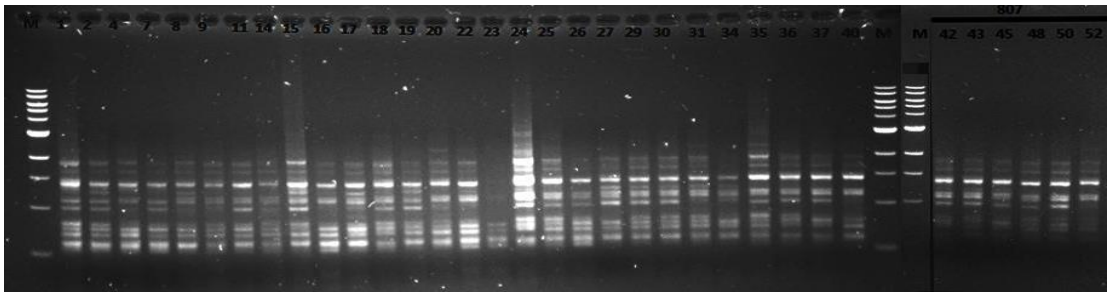
Από νεαρά φύλλα συκιάς απομονώθηκε DNA με τη χρήση του Power Plant kit και η καθαρότητά του ελέγχθηκε φασματοφωτομετρικά. Η γενετική ποικιλότητα μελετήθηκε με τη χρήση 4 δεικτών ISSR (UBC-810, UBC-807, UBC-812, UBC-818 (Khadarietal. 2003). Η ενίσχυση του DNA έγινε σε θερμοκυκλικό μηχάνημα PCR. Η αναδιάταξη του DNA έγινε στους 94^0C για 5 min, ακολούθησαν 35 κύκλοι (94^0C για 30sec, 43^0C για 1 min, 72^0C για 1 min), ενώ η τελική επιμήκυνση των προϊόντων έγινε στους 72^0C για 5 min. Κάθε αντίδραση αποτελούνταν από 30ng DNA, 1 UTaq Polymerase, 1 XPCR Buffer, 1mM dNTPs και 0,5μM ISSR Primer σε τελικό όγκο 20μl. Τα προϊόντα της PCR διαχωρίστηκαν σε πηκτή αγαρόζης 2,5% w/v και ακολούθησε φωτογράφηση σε τράπεζα UV μετά από χρώση με τη χρωστική gelred (*Εικόνα 1)*. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του συντελεστή ομοιότητας Jaccard και δημιουργήθηκε δενδρόγραμμα με τη μέθοδο N.J. (Neighbor- Joining). Για περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ανάλυσης Κυρίων Συνιστωσών (PCOORDA). Ο έλεγχος της αξιοπιστίας του δενδρογράμματος και η σύγκριση των μεθόδων έγινε με τον συντελεστή του Mantel.

Αποτελέσματα & Συζήτηση

Ο συνολικός αριθμός ενισχυμένων ζωνών DNA που έδωσαν οι ISSR εκκινητές ήταν 44, εκ των οποίων οι 43 ήταν πολυμορφικές (*Πίνακας 2)* και το ποσοστό του πολυμορφισμού ανήλθε στο 97,73%. Ο αριθμός των ενισχυμένων ζωνών και των πολυμορφικών ζωνών που αντιστοιχεί σε κάθε εκκινητή κυμάνθηκε από 8 έως 12.

Πίνακας 1: Αριθμός δείγματος, περιοχή συλλογής, τύπος ποικιλιών – γονοτύπων.

Αριθμός Δείγματος	Ποικιλία Γονότυπος	Περιοχή	Τύπος	Αριθμός Δείγματος	Ποικιλία Γονότυπος	Περιοχή	Τύπος
1	Γονότυπος 1	Τήνος	Μονόφορη	**25**	Κύμης	Γ.Π.Α.	Μονόφορη
2	Γονότυπος 2	Τήνος	Μονόφορη	**26**	Κύμης	Γ.Π.Α.	Μονόφορη
4	Γονότυπος 4/Αρκούνα	Τήνος	Δίφορη	**27**	Fracasana	Γ.Π.Α.	Δίφορη
7	Γονότυπος 7	Τήνος	Μονόφορη	**29**	San Piedro	Γ.Π.Α.	Δίφορη
8	Γονότυπος 8/ Βασιλικά Τήνου	Τήνος	Μονόφορη	**30**	San Piedro	Γ.Π.Α.	Δίφορη
9	Γονότυπος 9 /Φρατζέσκα	Τήνος	Μονόφορη	**31**	Βασιλικά Μελιά	Γ.Π.Α.	Μονόφορη
11	Γονότυπος 11	Τήνος	Μονόφορη	**34**	Βασιλικά Μαύρα	Γ.Π.Α.	Μονόφορη
14	Πράσινο Λέσβου	Κορινθία	Μονόφορη	**35**	Πολίτικο	Γ.Π.Α.	Μονόφορη
15	Diuri	Κορινθία	Δίφορη	**36**	Mission	Γ.Π.Α.	Μονόφορη
16	Evgenia	Κορινθία	-	**37**	Mission	Γ.Π.Α.	Μονόφορη
17	Άσπρο Δίφορο	Κορινθία	Δίφορη	**40**	Βασιλικά Μαύρα	Κορινθία	Μονόφορη
18	Mission	Κορινθία	Μονόφορη	**42**	Mission	Κορινθία	Μονόφορη
19	Gentile Bianco	Κορινθία	Δίφορη	**43**	Gentile Bianco	Καλαμάτα	Δίφορη
20	Βασιλικά μαύρα	Κορινθία	Μονόφορη	**45**	Σμυρνέικη	Καλαμάτα	Μονόφορη
22	Μαύρο Δίφορο	Κορινθία	Δίφορη	**48**	Κύμης	Καλαμάτα	Μονόφορη
23	Κύμης	Κορινθία	Μονόφορη	**50**	Καλαμών	Καλαμάτα	Μονόφορη
24	Καλλιφόρνιας	Κορινθία	-	**52**	Βασιλικά Μαύρα	Καλαμάτα	Μονόφορη



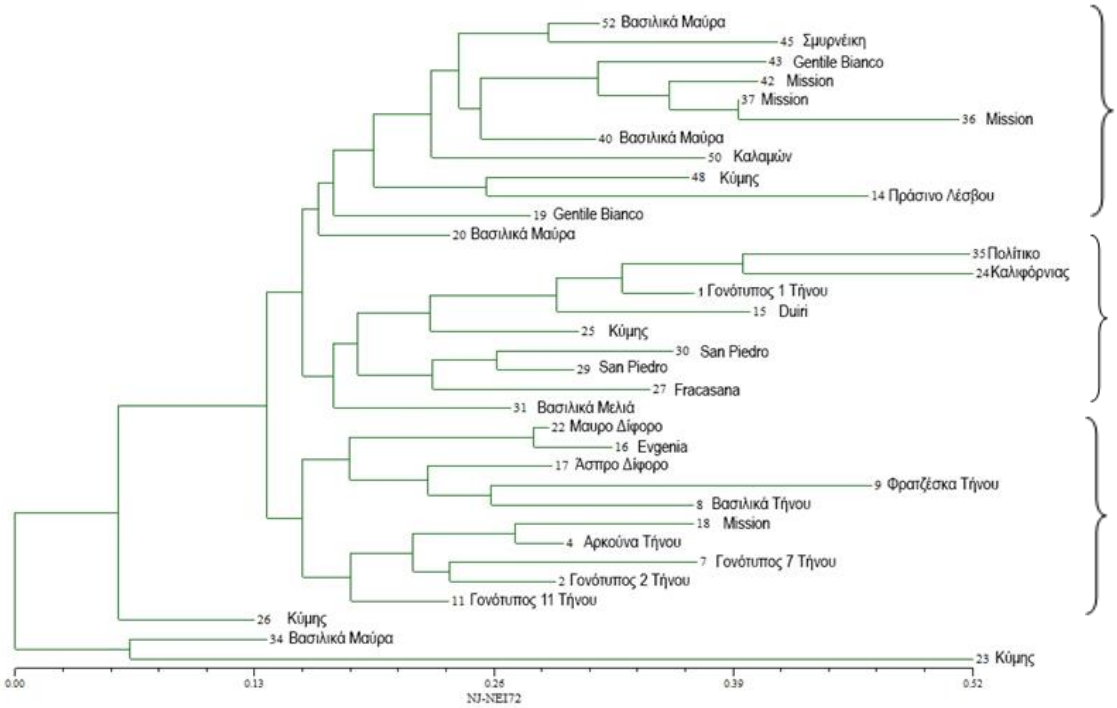
Εικόνα 1: Ηλεκτρογράφημα ISSR προϊόντων του εκκινητή UBC807.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, παρατηρήθηκε υψηλή γενετική ποικιλότητα μεταξύ ποικιλιών και γονοτύπων που κυμάνθηκε από 0.17 έως 0.90. Ποσοστό γενετικής ομοιότητας 0,90 παρατηρήθηκε μεταξύ των δειγμάτων 'Evgenia' και 'Μαύρο Δίφορο' που προήλθαν από την Κορινθία. Μεταξύ των δύο δειγμάτων 'Mission' που προήλθαν από το Γ.Π.Α. και του δείγματος που προήλθε από την Κορινθία παρατηρήθηκε ποσοστό ομοιότητας 0,79. Το μικρότερο ποσοστό ομοιότητας (0,17) παρατηρήθηκε μεταξύ του δείγματος 'Κύμης' που προήλθε από την Κορινθία και των δειγμάτων'Καλαμών' από τη Καλαμάτα και 'Fracasana' από το Γ.Π.Α.

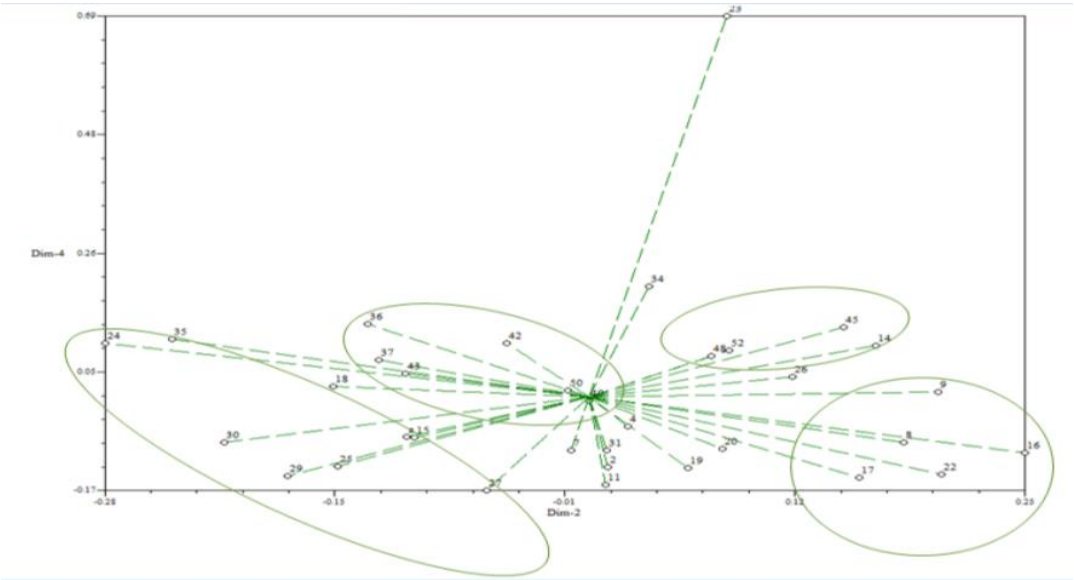
Πίνακας 2:Εκκινητές, αλληλουχίαβάσεων, αριθμός ενισχυμένων και πολυμορφικών ζωνών.

ISSR Primers	Αλληλουχία Εκκινητών 5′→ 3′	Σύνολο Ζωνών	Πολυμορφικές Ζώνες
UBC-807	$(AG)_8T$	12	12
UBC-810	$(GA)_8T$	12	12
UBC-812	$(GA)_8A$	12	11
UBC-818	$(CA)_8G$	8	8

Από το δενδρόγραμμα (*Εικόνα 2)* προκύπτει διαχωρισμός των δειγμάτων σε τρεις ομάδες. Οι ποικιλίες που ομαδοποιήθηκαν στην πρώτηομάδα είναι όλες μονόφορες, με εξαίρεση την ποικιλία 'GentileBianco' και προέρχονται κατά κύριο λόγο από την Καλαμάτα. Στην 2η ομάδα παρατηρείται τάση ομαδοποίησης των δίφορων ποικιλιών, με το μεγαλύτερο ποσοστό να προέρχεται από το Γ.Π.Α.Στην 3η ομάδα ομαδοποιήθηκαν όλοι οι γονότυποι με προέλευση την Τήνο με εξαίρεση τον γονότυπο 1, που ομαδοποιήθηκε στην 2η ομάδα κοντά στις ποικιλίες 'Πολίτικο' και 'Καλιφόρνια' με τις οποίες έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά. Τα δείγματα της ποικιλίας 'Κύμης' βρίσκονται διάσπαρτα σε όλες τις ομάδες του δενδρογράμματος όπως συμβαίνει και με τα δείγματα που προήλθαν από την Κορινθία. Η μέθοδος PCOORDA επιβεβαίωσε την ομαδοποίηση όπως αυτή προέκυψε από τη μέθοδο N.J. (*Εικόνα 3*). Σύμφωνα με το δενδρόγραμμα, υπάρχει τάση ομαδοποίησης των δειγμάτων βάσει γεωγραφικής προέλευσης καθώς και τάση ομαδοποίησης μονόφορων και δίφορων συκιών ξεχωριστά. Τα δεδομένα αυτά έρχονται σε συμφωνία με μελέτες που έχουν διεξαχθεί από τους Papadopoulou et. al. (2002) και τους Feraraet. al. (2016). Οι Papadopoulou et. al., (2002) μελέτησαν δείγματα συκιάς διαφορετικών χωρών και παρατηρήθηκε ομαδοποίηση των δειγμάτων βάσει της γεωγραφικής τους προέλευσής. Κατά τους Ferara et. al,. (20016) υπάρχει τάση να ομαδοποιούνται ξεχωριστά οι μονόφορες από τις δίφορες ποικιλίες. Υπάρχουν όμως επικαλύψεις ανάμεσα σε αυτές τις δύο ομάδες και η διάκρισή τους δεν ήταν ξεκάθαρη, γεγονός που υποδηλώνει κάποια σύνδεση μεταξύ των τύπων συκιάς.



Εικόνα 2: Δενδρόγραμμα ISSR με τη μέθοδο N.J



Εικόνα 3: Διάγραμμα δύο διαστάσεων της PCOORDA

Συμπεράσματα

Οι εκκινητές ISSR διαχώρισαν τα δείγματα μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τις γνωστές σχέσεις των δειγμάτων καθώς και τα αποτελέσματα άλλων ερευνών. Παρατηρήθηκε υψηλή γενετική ποικιλότητα μεταξύ ποικιλιών και γονοτύπων που κυμάνθηκε από 0.17 έως 0.90. Στο δενδρόγραμμα διαχωρίστηκαν τα δείγματα σε τρεις ομάδες. Υπήρξε τάση ομαδοποίησης βάσει γεωγραφικής προέλευσης αλλά και τάση ομαδοποίησης βάσει του τύπου καρποφορίας των δειγμάτων. Στην 1η ομάδα ομαδοποιούνται κυρίως μονόφορες ποικιλίες από την Καλαμάτα, στην 2η ομάδα κυρίως δίφορες ποικιλίες που προέρχονται κατάκυριο λόγο από τη συλλογή του Γ.Π.Α. και η 3η ομάδα απαρτίζεται κυρίως από τους γονότυπους της Τήνου. Όσον αφορά την ποικιλία 'Κύμης' τα δείγματα βρέθηκαν διάσπαρτα σε όλες τις ομάδες. Η παρατηρηθείσα αυτή διασπορά των δειγμάτων της ποικιλίας 'Κύμης' υποδεικνύει μία πιθανώς λανθασμένη ταυτοποίηση και χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.

Βιβλιογραφία

Abou-Ellail, M., Mahouze, S.A., El-Enany, M. A.M., MustafaN.S.A., 2014. Using Biochemical and Simple Sequence Repeats (SSR) Markers to Characterize (Ficus carica L.) Cultivars. World Applied Sciences Journal 29 (3): 313-321.

Condit, I.J., 1955. Fig varieties: a monograph. Hilgardia 23: 1-219

Ferrara, G., Mazzeo, A., Pacucci, C., Matarrese, A.M.S., Tarantino, A., Crisosto, C., Incerti, O., Marcotuli, I., Nigro, D., Blanco, A., Gadaleta, A., June 2016. Characterization of edible fig germplasm from Puglia, southeastern Italy: is the distinction of three fig types (Smyrna, San Pedro and Common) still valid?. Scientia Horticulturae 205:52-58

Ikedami, H., Nogata, H., Hirashima, K., Awamura, M., Nakahara, T., 2008. Analysis of genetic diversity among European and Asian fig varieties (Ficus carica L.) using ISSR, RAPD, and SSR markers. Genet Resour Crop Evol 56:201-209.

Khadari B., I. Hochu, S. Santoni, A. Oukabli, M. Ater, J.P. Roger and F. Kjellberg, 2003. Whichmolecular markers are best suited to identify fig cultivars: A comparison of RAPD, ISSR and microsatellite markers. Acta Horticulture, 605: 69-75.

Papadopoulou, K., Ehaliotis, C., Tourna, M., Katsanis, P., Karydis I., Zervakis, G., 2002. Genetic relatedness among dioecious Ficus carica L. cultivars by random amplified polymorphic DNA analysis and evaluation of agronomic and morphological characters. Genetica 114: 183-194.

Rakoczy-Trojanowska M. and Bolibok H., 2004. Characteristics and a comparison of three classes of microsatellite-based markers and their application in plants. Cell. Mol. Biol. Lett. 9:221-238.

Rohlf, M., 1998. NTSYS-PC. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.02i. Department og Ecology and Evolution. StateUniversityofNew York, Setauket, NY.

Seddoud, O., G. Baraket, K. Chatti, M. Trifi, M. Marrakchi, M. Mars and A. Salhi-Hannachi, 2011. Using morphological characters and simple sequence repeat (SSR) markers to characterize Tunisian fig (Ficus carica L.) cultivars. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 53(2): 7-14.

Sneath, P.H.A., Sokal, R.R., 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

STUDYING THE GENETIC VARIATION OF FIG TREE VARIETIES AND GENOTYPES (*Ficus carica* L.) BY USING ISSR MOLECULAR MARKERS

M. Vasile, E. Basdeki, A. Linos, M. Hagidimitriou

Agricultural University of Athens, Pomology Laboratory, Iera Odos 75, 118 55, Athens

Abstract

The fig tree (*Ficus carica* L.) is a plant species with wide spread in Greece as well as in the entire world. In the present study 16 varieties from Attica, Corinth and Kalamata were studied, as well as 7 local genotypes from the island of Tinos, Cyclades. Young, healthy leaves were collected from all these areas and DNA extraction was performed. During the molecular analysis a total of seven primers ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) were tested, four of which were chosen to be used in this research. According to the results, there was a broad genetic variation among the varieties and the genotypes. There was a tendency for the entries to be clustered according to their geographical origin, as the varieties originating from Kalamata were grouped together and the genotypes from Tinos were also grouped together, except one. Entries of the variety 'Kimis' were spread across the dendrogram suggesting a mislabeling problem and thus further investigation is needed.

Keywords: DNA, genetic polymorphism, genetic similarity, dendrogram.

ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΕΡΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟΥΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (*Pinus nigra* Arn.) ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΚΟΖΑΝΗΣ – ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ.

Ε. Χ. Κατσίδη[1], Ε. Β. Αβραμίδου[1], Α. Γ. Ντούλης[2], Α. Γ. Τριανταφύλλου[3], Φ. Α. Αραβανόπουλος[1]

[1]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Γενετικής Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Θεσσαλονίκη, ΤΚ 54124, ekatsidi@gmail.com
[2]Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ, Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας Φυτών, Ινστιτούτο Αμπέλου, Λαχανοκομίας & Ανθοκομίας, Ηράκλειο, ΤΚ 71003
[3] Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Περιβαλλοντικής Φυσικής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Κοίλα Κοζάνης, ΤΚ 50100

Ο τρόπος με τον οποίο η γενετική ποικιλότητα επηρεάζεται από το περιβάλλον αποτελεί ένα από τα βασικά προβλήματα της γενετικής επιστήμης. Σε αυτό προστίθενται πλέον και οι σαφείς αποδείξεις της συνεισφοράς επιγενετικών μηχανισμών ως απόκριση σε περιβαλλοντικές καταπονήσεις. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η γενετική και επιγενετική ποικιλότητα φυσικών πληθυσμών μέγιστης και ελάχιστης επιβάρυνσης από την αέρια ρύπανση στο λεκανοπέδιο Κοζάνης – Πτολεμαΐδας. Η έρευνα, πραγματοποιήθηκε στη μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*) και η γενετική ποικιλότητα μελετήθηκε σε 283 f-AFLP γονιδιακές θέσεις, ενώ η επιγενετική ποικιλότητα σε 606 σταθερές και επαναλήψιμες επιγενετικές θέσεις MSAP. Έγιναν επίσης συγκρίσεις επιπέδων μεθυλίωσης μεταξύ βελονών και εμβρύων και στατιστικές αναλύσεις συσχέτισης γενετικής και επιγενετικής ποικιλότητας. Τα αποτελέσματα των γενετικών αναλύσεων, έδειξαν ότι η μακροχρόνια επιβάρυνση εξαιτίας της αέριας ρύπανσης δεν φαίνεται να οδηγεί σε γενετική διαφοροποίηση των πληθυσμών μαύρης πεύκης, ενώ η επιγενετική ποικιλότητα παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στους φυσικούς πληθυσμούς της μαύρης πεύκης που μελετήθηκαν.

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ ΣΕ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΟΞΥΑΣ (*Fagus sylvatica*) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ (f-SSR)

Β. Μ. Κοτινά[1], Ι. Β.Κορομπόκη[1], Ε. Μαλλιαρού[1], Ε. Β.Αβραμίδου[1], Φ. Α. Αραβανόπουλος[1]

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Γενετικής Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Θεσσαλονίκη, GR54124
aravanop@for.auth.gr

Η οξυά (*Fagus sylvatica*) είναι σημαντικό είδος της χλωρίδας της Ελλάδος και της Ευρώπης με ποικίλες χρήσεις στην ξυλεία, στην επιπλοποιία και ως καύσιμη ύλη. Η οξυά είναι φυλλοβόλο δέντρο που απαντάται στα ορεινά, από τα 1000 μέχρι τα 1800 μέτρα. Δημιουργεί είτε αμιγή, είτε, μαζί με άλλα φυλλοβόλα ή κωνοφόρα δέντρα, μικτά δάση. Καλύπτει το 5% των δασών της χώρας. Από τα 10 είδη οξιάς που εμφανίζονται στη βόρεια εύκρατη ζώνη, στην Ελλάδα συναντάμε την *Fagus sylvatika var. sylvatica* και την *F.sylvatica var. orientalis*. Η οξυά έχει ευρεία εξάπλωση που χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία σε μορφολογικά γνωρίσματα. Κάτω από το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής η εκτίμηση, η διατήρηση και η προστασία της γενετικής ποικιλότητας του είδους κρίνεται ιδιαίτερα αναγκαίας σημασίας. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα μελέτης της γενετικής ποικιλότητας πληθυσμού 50 ατόμων φυσικής αναγέννησης του είδους *Fagus sylvatica* που φύονται στην Αρναία Χαλκιδικής με τη χρήση πέντε φθοριζόντων γενετικών δεικτών μικροδορυφόρων (f-SSR). Η εκχύλιση του DNA πραγματοποιήθηκε με το κυτίο της Macherey Nagel σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, η γενοτύπηση πραγματοποιήθηκε σε αλληλουχητή ABI3730xl με χρήση του λογισμικού Gene Mapper και η ανάλυση των αποτελεσμάτων με το πρόγραμμα Gen Alex. Το ποσοστό πολυμορφισμού (P) βρέθηκε 100% για όλους τους εξεταζόμενους δείκτες. Η αναμενόμενη (H_o) και η παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (H_e) κυμάνθηκαν από 0,72 έως 0,89 και από 0,66 έως 0,91 με μια μέση τιμή 0,77 και 0,81 αντίστοιχα. Οι γενότυποι εμφάνισαν μεγάλη γενετική ποικιλότητα, γεγονός που επιβεβαιώθηκε και από την ανάλυση κυρίων συντεταγμένων (PCoA). Η μέση τιμή του πλούτου των αλληλομόρφων (AR) βρέθηκε υψηλή με τιμή 9,67. Τέλος ο αριθμός των δραστικών αλληλομόρφων (N_e) κυμάνθηκε από 3,6 μέχρι 9,4 με μία μέση τιμή 5,8 γεγονός που αποδεικνύει τον πλούτο γενετικής ποικιλότητας του είδους στην Ελλάδα. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά που αφορούν την ώριμη συστάδα και με αποτελέσματα ανάλυσης σε μεταγενέστερο χρόνο (γενετική παρακολούθηση), αναμένεται να υποβοηθήσουν σημαντικά τόσο θέματα προστασίας των γενετικών πόρων όσο και διαχείρισης των δασών οξυάς της ευρύτερης περιοχής.

ΠΡΩΤΕΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΤΟΜΩΝ ΕΛΑΤΗΣ (*Abies borisii-regis*) ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΩΝ SSR

Ν. Τουρβάς, Ε. Μαλλιαρού, Ε. Β. Αβραμίδου, Φ. Α. Αραβανόπουλος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος,
Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Γενετικής Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Θεσσαλονίκη, GR54124
aravanop@for.auth.gr

Η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii-regis*) (Pinaceae), αποτελεί υβρίδιο μεταξύ της λευκής ελάτης (*A. alba*) και της κεφαλληνιακής ελάτης (*A. cephalonica*) και απαντάται σε μεγάλο τμήμα της χώρας. Όντας οικολογικά κύριο ή/και κυρίαρχο είδος, η διαφύλαξη των γενετικών πόρων της ελάτης μπορεί να εξασφαλίσει την επιβίωση ολόκληρων οικοσυστημάτων από τις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η γενετική ποικιλότητα και συγκρότηση της *A. borisii-regis* δύο πληθυσμών που βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή, αλλά ανήκουν σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης. Η αρχική επιλογή (με κριτήριο την ηλικία), περιελάβανε 40 ενήλικα άτομα και 40 νεαρά φυτάρια από την περιοχή της Καλλιπεύκης Κατερίνης. Η εκχύλιση και η απομόνωση του DNA διεξήχθη με κυτίο της Macherey-Nagel σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η πολλαπλή αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (multiplex PCR) πραγματοποιήθηκε με τη χρήση πέντε φθοριζόντων εκκινητών μοριακών δεικτών μικροδορυφορικού DNA (SSR), οι οποίοι ήταν πολυμορφικοί (100%). Η γενοτύπηση διενεργήθηκε στον αλληλουχητή ABI3730xl με χρήση του προγράμματος Gene Mapper v4. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με το στατιστικό λογισμικό GenAlEx v6.502. Οι τιμές των γενετικών παραμέτρων ήταν γενικά υψηλότερες στον πληθυσμό της αναγέννησης αν και οι διαφορές στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Για παράδειγμα, για τον ώριμο πληθυσμό η μέση αναμενόμενη ετεροζυγωτία βρέθηκε 0,59 και η μέση παρατηρούμενη ετεροζυγωτία 0,60 ενώ για τον πληθυσμό της αναγέννησης οι ευρεθείσες τιμές ήταν 0,62 και 0,59 αντίστοιχα. Συγκριτικά η μέση αναμενόμενη ετεροζυγωτία (0,59) είχε υψηλότερη τιμή σε σχέση με αντίστοιχες τιμές που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Η ανάλυση μοριακής διακύμανσης (AMOVA) έδειξε ότι το μεγαλύτερο μέρος της γενετικής ποικιλότητας κατανέμεται εντός των πληθυσμών (μεταξύ πληθυσμών 9% και εντός πληθυσμών 91%). Η γνώση των επιπέδων γενετικής ποικιλότητας και η χρονική εξέλιξη τους, αναμένεται να βοηθήσει το έργο της προστασίας των γενετικών πόρων, αλλά και διαχείρισης των δασών ελάτης της ευρύτερης περιοχής.

Ευχαριστίες
Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του προγράμματος LIFE 13 ENV/SI/000148 "LIFE for European Forest Genetic Monitoring System"

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΟΝΙΔΙΑΚΩΝ ΤΟΠΩΝ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ (QTLs) ΓΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ (*Curpessus sempervirens* L.) ΣΤΟ ΜΥΚΗΤΑ *Seiridium cardinale*

Ε. Β. Αβραμίδου[1], Ν. Σουλιώτη[2], Π. Τσόπελας[2], Α. Γ. Ντούλης[3], Φ. Α. Αραβανόπουλος[1].

[1]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Γενετικής Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, 54124, Θεσσαλονίκη, aravanop@for.auth.gr
[2]ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Τέρμα Αλκμάνος, 11528 Ιλίσια, Αθήνα.
[3]ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Ελαίας, Υποτροπικών Φυτών & Αμπέλου (ΙΕΛΥΑ), Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας Φυτών & Γενωμικών Πόρων (ΕΒΦ), Καστοριάς 32Α, 71307, Ηράκλειο.

Περίληψη

Το κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens* L.) αποτελεί σημαντικό είδος της Μεσογειακής χλωρίδας, παρουσιάζει ευρεία αντοχή σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες και αποτελεί ένα από τα κύρια είδη των ευαίσθητων μεσογειακών οικοσυστημάτων. Το έλκος του κυπαρισσιού προκαλείται από το μύκητα *Seiridium cardinale* και είναι μια από τις πιο καταστρεπτικές ασθένειες για την οικογένεια των *Cupressaceae* και σημαντικότερη ασθένεια του είδους *C. sempervirens*. Στην Ελλάδα παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 1991 και έκτοτε έχει αφανίσει σε πολύ μεγάλη έκταση φυσικούς και τεχνητούς πληθυσμούς (κυπαρισσώνες, ανεμοφράκτες και κυπαρίσσια του αστικού και περιαστικού πρασίνου). Με σκοπό τη μελέτη των περιοχών του γονιδιώματος που ελέγχουν την αντοχή στο μύκητα *S.cardinale* ανιχνεύθηκαν γονίδια ποσοτικών γνωρισμάτων (QTL) σε γενετικό χάρτη ομοθαλούς οικογένειας που δημιουργήθηκε με δείκτες f-AFLP και f-SSR. Η χαρτογραφική οικογένεια που χρησιμοποιήθηκε, προήλθε από διασταύρωση ενός ευπαθούς και ενός ανθεκτικού γονέα και αποτελείται από 382 απογόνους. Η αντοχή της χαρτογραφικής οικογένειας στο μύκητα εξετάστηκε κατόπιν τεχνητής μόλυνσης, χρησιμοποιώντας την τεχνική του εμβολιασμού με το πιστοποιημένο στέλεχος του μύκητα ATCC 38654. Μετά από την πάροδο έξι μηνών καταγράφηκαν τα ποσοστά ανθεκτικών, μερικώς ανθεκτικών και ευαίσθητων στο μύκητα ατόμων που ήταν 22.64%, 70.94% και 6.42% αντίστοιχα, ενώ βρέθηκε και ένας γενότυπος με 100% ανθεκτικότητα. Στην περαιτέρω διερεύνηση, μέσω γενετικής χαρτογράφησης βρέθηκαν δύο QTL που σχετίζονται με το γενετικό έλεγχο της ανθεκτικότητας στο έλκος του κυπαρισσιού και βρίσκονται στο 3ο και στο 10ο χρωμόσωμα και παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα στη σύνδεση τους με δύο εκατέρωθεν δείκτες f-AFLP το καθένα ($0.01<p<0.04$ και $0.01<p<0.04$) στα αντίστοιχα χρωμοσώματα, αν και οι τιμές LOD ήταν σχετικά χαμηλές (1.78 και 1.48στο 3ο και 10ο χρωμόσωμα αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν μια πρώτη προσέγγιση για τον εντοπισμότων γονιδίων που ελέγχουν την ανθεκτικότητα του γενετικού υλικού στην ασθένεια και το πρώτο βήμα για τη μελλοντική εφαρμογή τεχνητής επιλογήςπου θα βασίζεται σε γονίδια δείκτες για το συγκεκριμένο γνώρισμα.

Λέξεις κλειδιά: έλκος κυπαρισσιού, QTL, χαρτογράφηση γονιδίων

Εισαγωγή

Το κυπαρίσσι αποτελεί χαρακτηριστικό είδος της λεκάνης της Μεσογείου. Είναι δέντρο ξηρανθεκτικό με μειωμένες εδαφικές απαιτήσεις. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούταν από τα αρχαία χρόνια σε ιερούς χώρους για προστασία από τους ανέμους ως φυσικός ανεμοφράκτης (Xenopoulos, 1991). Το κυπαρίσσι θεωρείται αναπόσπαστο είδος του μεσογειακού τοπίου και ιδιαίτερα του ελληνικού τοπίου και της ελληνικής παράδοσης. Η σημαντικότερη ασθένεια, το έλκος του κυπαρισσιού, προκαλείται από το μύκητα *Seiridium cardinale* και είναι μια από τις πιο καταστρεπτικές ασθένειες για την οικογένεια των *Cupressaceae*. Η ασθένεια του έλκους του κυπαρισσιού εντοπίστηκε αρχικά στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. το 1928, όπου προσέβαλε και κατέστρεψε φυτείες του είδους *Cupressus macrocarpa*. Στη συνέχεια αναφέρθηκε στην Νέα Ζηλανδία (1933), στη Νότιο Αφρική (1944), στην Αυστραλία (1949) και στην Ευρώπη (1944) όπου προκάλεσε μεγάλες καταστροφές σε δάση κυπαρισσιού, φυτώρια και καλλωπιστικές φυτείες. Έκτοτε η ασθένεια που προκαλείται από τον μύκητα *S. cardinale* (έλκος του κυπαρισσιού) με τη συνεχή εξάπλωση της θεωρείται η πλέον καταστροφική ασθένεια του κυπαρισσιού *C. sempervirens* και άλλων κυπαρισσοειδών και έχει λάβει σήμερα τα χαρακτηριστικά πανδημίας (Graniti 1998; Τσόπελας και Ξενόπουλος, 2002). Προσβολές έχουν πιστοποιηθεί και σε άλλα γένη της οικογένειας π.χ. στο γένος *Juniperus* και συγκεκριμένα στα είδη *J. foetidissima*, *J. excelsa*, *J.oxycedrus* και *J. phoenicea* (Tsopelas et al., 2007). Στην Ελλάδα πρώτη φορά παρατηρήθηκε στην Εύβοια το 1961 (Αναστασιάδης, 1963). Έχει αφανίσει κυπαρισσώνες, ανεμοφράκτες και κυπαρίσσια του αστικού και περιαστικού πρασίνου. Ιδιαίτερες καταστροφές έχει υποστεί η νότια και κεντρική Ελλάδα, ενώ παρουσιάζουν αύξηση οι προσβολές στη Θεσσαλία και Μακεδονία (Τσόπελας και Ξενόπουλος, 2002; Τσόπελας, 2009). Προς το παρόν το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με τη φύτευση σχετικώς «ανθεκτικών» ατόμων που έχουν εντοπιστεί (Dantietal., 2013, Santini and Di Lonardo, 2000) τα οποία πολλαπλασιάζονται αγενώς, και τη συστηματική κοπή και καύση των προσβεβλημένων ατόμων.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανίχνευση στο γονιδίωμα του κυπαρρισιού γονιδίων ανθεκτικότητας στον μύκητα *Seiridium cardinale,* μέσω χαρτογράφησης σε γενετικό χάρτη του είδους.

Υλικά και Μέθοδοι

Επιλέχτηκε ως χαρτογραφική η F_1 οικογένεια (Σ8-22xΣ1-22) *x* (R9-31x30M9), που προήλθε από διασταύρωση οριζοντιόκλαδου ευπαθούς θηλυκού γονέα και ορθόκλαδου ανθεκτικού αρσενικού γονέα. Η χαρτογραφική οικογένεια αποτελείται από 382 απογόνους.

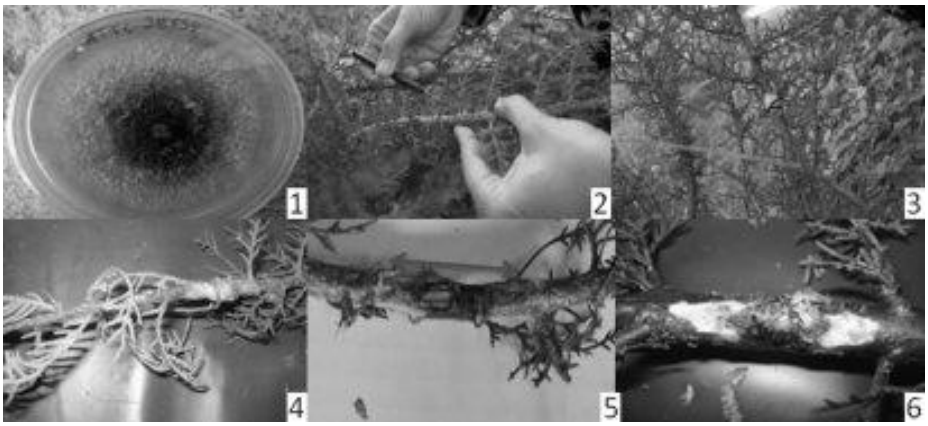
Για τη κατασκευή του χάρτη σύνδεσης χρησιμοποιήθηκαν 24 συνδυασμοί f-AFLP και 8 μικροδορυφορικοί δείκτες f-SSR. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό χαρτογραφικής ανάλυσης Onemap (Margarido et al., 2007) που επιτρέπει την ταυτόχρονη ανάλυση κυρίαρχων και συγκυρίαρχων δεικτών.

Για την ανίχνευση της ανθεκτικότητας της χαρτογραφικής οικογένειας στην ασθένεια που προκαλείται από τον μύκητα *S. cardinale* πραγματοποιήθηκε (τεχνητή) μόλυνση με τον μύκητα, σε 300 δενδρύλλια της οικογένειας, ηλικίας τεσσάρων ετών, τον Δεκέμβριο του 2013. Χρησιμοποιήθηκε η πιστοποιημένη απομόνωση ATCC 38654του μύκητα, προέλευσης Ιταλίας, (από τη συλλογή μυκήτων του Εργαστηρίου Δασικής Παθολογίας Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων). Ο μύκητας αναπτύχθηκε σε τρυβλία Petri (90mm) με θρεπτικό

υπόστρωμα εκχυλίσματος πατάτας δεξτρόζης με άγαρ (potato dextrose agar-PDA, Oxoid Ltd.) για διάστημα 3 εβδομάδων σε θερμοκρασία 25°C.

Με ειδικό εργαλείο (σγρόμπια) αφαιρέθηκε τμήμα φλοιού, διαμέτρου 3mm από δύο πλάγιους κλάδους σε κάθε δενδρύλλιο και σε απόσταση 8-12 cm από τον κορμό. Συνολικά μολύνθηκαν τεχνητά 300 δενδρύλλια της χαρτογραφικής οικογένειας. Η διάμετρος των κλάδων ήταν 3-11mm. Σε κάθε οπή που δημιουργήθηκε στο φλοιό, τοποθετήθηκε ένας δίσκος θρεπτικού υποστρώματος με μυκήλιο του μύκητα (μόλυσμα) της ίδιας διαμέτρου, με το επιφανειακό μυκήλιο σε επαφή με το ξύλωμα (Xenopoulos 1991; Santini and Di Lonardo, 2000). Τα τεχνητά μολύσματα καλύφθηκαν με μεμβράνη Parafilm για να αποφευχθεί η ξήρανση τους. Παράλληλα, σε 10 φυτά κυπαρισσιού, τα οποία είχαν επίσης εμβολιαστεί με το μύκητα, τοποθετήθηκαν κύλινδροι με αποστειρωμένο θρεπτικό υπόστρωμα PDA (Potato Dextrose Agar), με τον ίδιο τρόπο και χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες.

Έξι μήνες μετά τον εμβολιασμό των φυτών με το μύκητα, οι κλάδοι που τεχνητά μολύνθηκαν κόπηκαν για να αποφευχθεί η επέκταση του μυκηλίου στον κορμό των φυτών. Το μήκος του έλκους μετρήθηκε σε κάθε κλάδο, αφού προηγουμένως είχε γίνει ελαφρά απόξεση του εξωτερικού φλοιού στην περιφέρεια του έλκους, ούτως ώστε να αποκαλυφθεί ο νεκρωτικός ιστός. Παράλληλα, εκτιμήθηκε ο βαθμός ανθεκτικότητας χρησιμοποιώντας κλίμακα από το 1,00 έως το 3,00 με διαβαθμίσεις της τάξης του 0,33 (1, 1.33, 1.66, 2, 2.33, 2.66 και 3) που είχε χρησιμοποιηθεί και στις αρχικές εκτιμήσεις ανθεκτικότητας των γονέων (Raddi and Panconesi 1984, Δρ. Σ. Ξενόπουλος, προσωπική επικοινωνία). Ο βαθμός 1,00 αντιπροσώπευε πλήρη επούλωση του έλκους, ο βαθμός 2,00 μικρά έλκη με περιορισμένη εκροή ρητίνης (μέτρια ανθεκτικότητα) και ο βαθμός 3,00 φυτά με μεγάλη ευπάθεια στο παθογόνο, με εκτεταμένα έλκη και άφθονη εκροή ρητίνης (Danti et al. 2013).

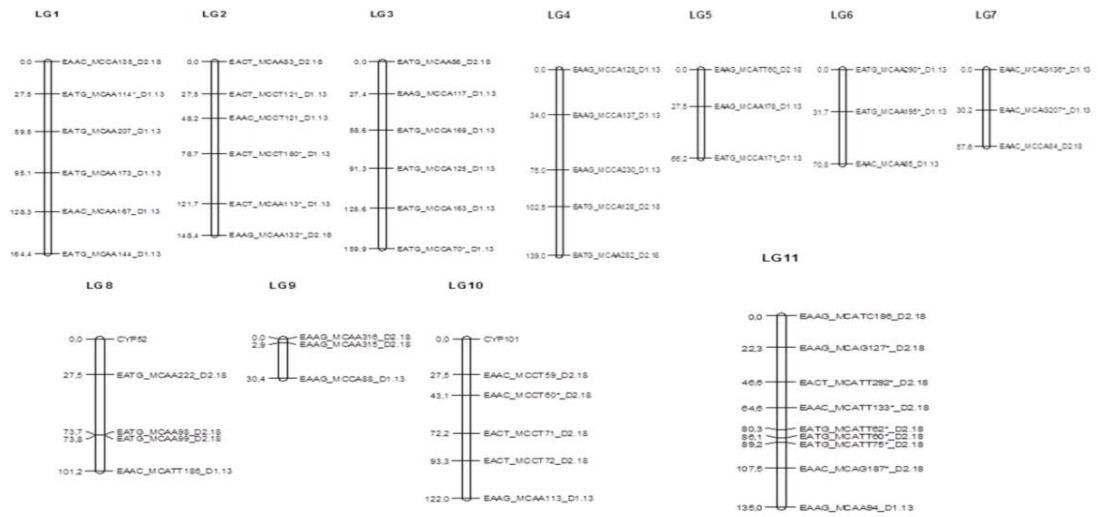


Εικόνα 1. Τεχνητή μόλυνση σε πλευρικά κλαδιά του*Cupressus sempervirens*. Πιστοποιημένο στέλεχος του μύκητα *Seiridium cardinale*σε καλλιέργεια *in vitro* (1), αφαίρεση τμήματος του φλοιού και εφαρμογή του μύκητα (2), κάλυψη της τεχνητής μόλυνσης με Parafilm (3), ολική νέκρωση πλάγιου κλαδίσκου (4), επούλωση των μολύνσεων στα δύο πλευρικά κλαδιά στο γενότυπο 270, ανθεκτικότητα 100% (6) και εμφάνιση των ορίων του έλκους μετά από αφαίρεση του φλοιού (5).

Αποτελέσματα

Για την κατασκευή του ενιαίου χάρτη πλαισίου του κυπαρισσιού χρησιμοποιήθηκαν 294 γονιδιακές θέσεις AFLP που ακολουθούσαν 1:1 αναλογία διαχωρισμού, επτά SSR δείκτες (με

διαχωρισμό 1:1, 1:2:1 και 1:1:1:1), και το γνώρισμα της μορφής της κόμης. Με το λογισμικό χαρτογραφικής ανάλυσης Onemap (Margarido et al., 2007) καιμε χρήση τιμών κατωφλίου LOD=6,0 και θ=0,3 προέκυψαν έντεκα ομάδες σύνδεσης, όσες και τα χρωμοσώματα του είδους. Χαρτογραφήθηκαν 93 δείκτες οι οποίοι κατανεμήθηκαν σε 11 χρωμοσώματα. Ο χάρτης που δημιουργήθηκε είχε συνολικό μήκος 2.105,65 cM με μέση απόσταση μεταξύ δεικτών 22,6 cMκαι μέσο μήκος χρωμοσώματος 191.4 Cm (Avramidou et al. 2017, Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Ενιαίος χάρτης πλαισίου που περιλαμβάνει τις 11 ομάδες σύνδεσης, τους δείκτες και τις αποστάσεις σε cM.

Μετά από την πάροδο έξι μηνών καταγράφηκαν τα ποσοστά ανθεκτικών, μερικώς ανθεκτικών και ευαίσθητων στο μύκητα ατόμων που ήταν 22.64%, 70.94% και 6.42% αντίστοιχα, ενώ βρέθηκε και ένας γενότυπος (γενότυπος No. 270, Εικόνα 1) με 100% ανθεκτικότητα.Τα δεδομένα που προέκυψαν από τον ενιαίο χάρτη πλαισίου του κυπαρισσιού εισήχθησαν στο ειδικό λογισμικό ανάλυσης RQTL (Broman et al., 2003) με σκοπό την εύρεση των χρωμοσωμικών περιοχών και των δεικτών που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα στο έλκος. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Ανιχνεύθηκαν τουλάχιστον δύο QTL που συνδέονται με δύο δείκτες AFLP με τιμές LOD=1.78 ($0.001<p<0.004$) και LOD=1.48 ($0.001<p<0.004$) στα χρωμοσώματα 10 και 3 αντίστοιχα.

Πίνακας 1. Χρωμόσωμα, δείκτες, θέση τους στο χάρτη και τιμές LOD για το γνώρισμα της ανθεκτικότητας.

Χρωμόσωμα	Δείκτης	Θέση στο χάρτη	LOD
3	EATG_MCCA70*_D1.13	160.4	**1.48**
10	EAAC_MCCT60*_D2.18	36.0	**1.78**

<u>Συζήτηση</u>

Η χαρτογράφηση QTL γνωρισμάτων στα δασικά δέντρα και ιδιαίτερα στα κωνοφόρα έχει προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τον εντοπισμό γονιδιακών θέσεων που ελέγχουν ποιοτικά και ποσοτικά γνωρίσματα οικονομικής σημασίας (Aravanopoulos, 2014). Στην παρούσα εργασία με τα δεδομένα που προέκυψαν από τη χαρτογράφηση, ερευνήθηκαν QTL

που συνδέονται με την ανθεκτικότητα στο έλκος του κυπαρισσιού. Βρέθηκαν δύο QTL που είναι ασθενώς συνδεδεμένα με δύο δείκτες με τιμές LOD =1.78 (0.001<p<0.004) και LOD=1.48 (0.001<p<0.004) στα χρωμοσώματα 10 και 3 αντίστοιχα. Παρόλο που η πιθανότητα σύνδεσης είναι στατιστικά σημαντική, η τιμή LOD δεν είναι υψηλή. Ωστόσο σημειώνεται ότι τα παραπάνω αποτελέσματα είναι μεταξύ των ελαχίστων που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία και είναι η πρώτη φορά που ανιχνεύονται QTL ανθεκτικότητας σε μέλος της ταξινομικής οικογένειας *Cupressaceae* και μια από τις λίγες φορές που παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται για ένα κωνοφόρο είδος. Γενικά, καθώς οι περισσότερες αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία για τα κωνοφόρα έχουν εστιάσει στην ανίχνευση QTL που σχετίζονται με την αύξηση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ξύλου (Plomion et al., 2011), η βιβλιογραφία που σχετίζεται με την ανίχνευση QTL για ανθεκτικότητα σε παθογόνα είναι πολύ περιορισμένη. Μια από τις λίγες αναφορές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία αφορά την ανθεκτικότητα του είδους *Pinus taeda* στο μύκητα *Cronartium quercuum* (Li et al., 2006) και αναφέρει την ύπαρξη 1-2 κυρίων γονιδίων που την ελέγχουν. Στο είδος *Pinus radiata* (Devey et al., 2004) επίσης ανιχνεύθηκαν τέσσερα QTL *που* σχετίζονται με την ανθεκτικότητα στο *Dothistroma septospora*. Παρόμοιες έρευνες διερεύνησης γονιδιακών τόπων ποσοτικών γνωρισμάτων (QTLs) που αφορούν ανθεκτικότητα σε παθογόνα έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως σε γεωργικά είδη, όπως στο αμπέλι (*Vitis vinifera*) (Fischer et al., 2004; Welter et al., 2007) όπου ανιχνεύθηκαν QTLs για ανθεκτικότητα σε μύκητες, στο ρύζι (*Oryza sativa*) (Sallaud et al., 2003) όπου ανιχνεύθηκαν πέντε QTLs που ελέγχουν την ανθεκτικότητα του κριθαριού στον παθογόνο μύκητα *Magnaporte grisea*, (Toojinda et al., 2000) κ.α. Η σημασία των αποτελεσμάτων έγκειται στο ότι αποτελούν την πρώτη σχετική αναφορά στη διεθνή βιβλιογραφία για την οικογένεια *Cupressaceae*, καθώς επίσης την πρώτη προσέγγιση για τον εντοπισμό των γονιδίων που ελέγχουν την ανθεκτικότητα του γενετικού υλικού στην ασθένεια και το πρώτο βήμα για τη μελλοντική εφαρμογή τεχνητής επιλογής βασιζόμενης σε γονίδια δείκτες (MAS) ως προς το γνώρισμα της ανθεκτικότητας στο συγκεκριμένο παθογόνο.

Βιβλιογραφία

Aravanopoulos, F.A. 2014. Genomics of Trees. In: Ramawat KG, Merillon JM, Ahuja MR (eds). Tree Biot., CRC Press, Boca Raton, USA, 656 pp., ISBN 9781466597143.

Avramidou, E.V., Doulis, A.G.,andF.AAravanopoulos. 2017. Linkage and QTL mapping in *Cupressus sempervirens* L. provides the first detailed genetic map of the species and identifies a QTL associated with crown form. Tree Gen. and Gen.13(1): 1-14.

Broman, K.W., Wu, H., Sen, S. and G.A., Churchill. 2003. R/qtl: QTL mapping in experimental crosses. Bioinformatics 19: 889 – 890.

Danti, R., Di Lonardo, V., Pecchioli, A. and G. Della Rocca. 2013. 'Le Crete 1' and 'Le Crete 2': two new *Seiridium cardinale* canker-resistant cultivars of *Cupressus sempervirens*. For. Pat. 43: 204-210

Devey, M.E., Groom, K.A., Nolan, M.F., Bell, J.C., Dudzinski, M.J., Old, K.M., Matheson, A.C., and G.F. Moran. 2004. Detection and verification of quantitative trait loci for resistance to *Dothistroma* needle blight in *Pinus radiata*. Theor. and App. Gen. 108: 1056-063.

Fischer, B.M., Salakhutdinov, I., Akkurt, M., Eibach, R., Edwards, K.J., Topfer, R., and E. Graniti. 2014. Empowering farmers, powering research – delivering improved food security. www.plantwise.org.

Li, H., Ghosh, S., Amerson, H., and B. Li. 2006. Major gene detection for fusiform rust resistance using Bayesian complex segregation analysis in loblolly pine. Theor. and App. Gen. 113: 921-929.

Margarido, G.R.A., Souza, A.P., and A.A.F Garcia. 2007. OneMap: software for genetic mapping in outcrossing species. Her.144: 78 – 79.

Ritter, E., Aragones, A., Markussen, T., Achere, V., Espinel, S., Fladung, M., Wrobel, S., Faivre – Rampant, P., Jeandroz, S., and J.M. Favre. 2002. Towards construction of an ultra high density linkage map for *Pinus pinaster*. Ann. of For. Sc. 59: 637–643.

Plomion, C., Bousquet, J., and C. Kole. (2011) Genetics, genomics and breeding of conifers. Science Publishers, Jersey, British Isles.

Raddi, P., and A. Panconesi. 1984. Pathogenicity of some isolates of *Seiridium* (*Coryneum*) *cardinale*, agent of cypress canker disease. Eur. Jour. of For. Pat. 14: 348-354.

Santini, A., and V.Di Lonardo. 2000. Genetic variability if the bark canker resistance character in several natural provenances of *Cupressus sempervirens*. For. Pat.30: 87- 96.

Sallaud, C., Lorieux, M., Roumen, E., Tharreau, D., Berruyer, R., Svestasrani, P., Garsmeur, O., Ghesquiere, A., and J.-LNotteghem. 2003. Identification of five new blast resistance genes in the highly blast-resistant rice variety IR64 using a QTL mapping strategy. Theor. App. Gen. 106:794-803.

Toojinda, T., Broers, L.H., Chen, X.M., Hayes, P.M., Kleinhofs, A., Korte, J., Kudrna, D., Leung, H., Line, R.F., Powell, W., Ramsay, L., Vivar, H., and R. Waugh.2000. Mapping quantitative and qualitative disease resistance genes in a doubled haploid population of barley (*Hordeum vulgare*). Theor. Appl. Gen. 101:580–589.

Tsopelas, P., Barnes, I., Wingfield, M. J., and S. Xenopoulos. 2007. *Seiridium cardinale* on *Juniperus* species in Greece. Forest Pat. 37: 338-347. (Welter L.G., Baydar N.G., Akkurt M., Maul E., Eibach R., Topfer R. and Eva M.)

Xenopoulos, G.S. 1991. Pathogenic variability of various isolates of *Seiridium cardinale*, *S. cupressi* and *S. unicorne* inoculated on selected *Cupressus* clones and seedlings. Eur. Jour. of For. Pat. 21: 129-135.

Zyprian, M. 2004. Quantitative trait locus analysis of fungal disease resistance factors on a molecular map of grapevine. Theor. App. Gen. 108: 501-515.

Zyprian, M.2007.Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L.). Mol.Breed.20: 359-374.

Αναστασιάδης Β. 1963. Μιανέα δια την Ελλάδα ασθένεια της κυπάρισσου. Χρον. Μπενακείου Φυτοπαθ. Ινστ. Ν,Σ., 5: 168-171.

Τσόπελας Π. 2009. Μια καταστρεπτική ασθένεια των κυπαρισσιών. Διαθέσιμο από: www.ellinikietairia.gr.

Τσόπελας Π. και Ξενόπουλος Σ. 2002. Το έλκος του φλοιού του κυπαρισσιού. Γεωργία – Κτηνοτροφία 8: 31-34.

QTL MAPPING IN *CUPRESSUS SEMPERVIRENS* L. FOR RESISTANCE TO *SEIRIDIUM CARDINALE*

E. V. Avramidou[1,3], N. Soulioti[2], P. Tsopelas[2], A.G. Doulis[3]& F.A. Aravanopoulos[1].

[1]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, Department of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Forest Genetics and Tree Breeding, 54124, Thessaloniki.
[2]ELGO-DEMETER, Institute of Mediterranean Forest Ecosystems, Terma Alkmanos,11528 Athens, B. O. 14180, Athens.
[3]ELGO-DEMETER, Institute of Olive Tree, Subtropical Plants and Viticulture, Laboratory of Plant Biotechnology & Genomic Resources, Kastorias 32A, 71307, Heraklion.

Abstract

Cypress (*Cupressus sempervirens* L.) is a key species for Mediterranean ecosystems showing high tolerance in extreme environmental conditions. Resistance to cypress canker caused by *Seiridium cardinale* is of paramount importance, as this is the most damaging disease for most *Cupressus* species worldwide. In Greece, the disease was first detected in 1963 and since then has spread throughout the country causing extensive tree mortality, especially in areas with humid climate. The objective of this research was to detect genomic regions (QTL) which are associated with resistance to cypress canker by using a genetic map which was constructed with f-AFLP and f-SSR markers. The progenies used consisted of 382 full sibs derived from a cross between a tolerant and a susceptible parent. Canker resistance in the mapping family was evaluated by applying artificial inoculations with the *S. cardinale* isolate ATCC 38654 on two branches of each genotype. After six months, branches were cut and the canker area was evaluated. The percentage of resistant, tolerant and susceptible to *S. cardinale* genotypes, was 22.64%, 70.94% and 6.42% respectively, and a genotype with 100% complete healing was found. Further investigation with genetic mapping revealed two QTLs associated with the genetic resistance to *S. cardinale*. The two QTLs that were mapped in the 3rd and the 10th chromosome had a statistically significant association with one upstream and one downstream f-AFLP marker in the respective chromosomes ($0.01<p<0.04$ and $0.01<p<0.04$), even though LOD scores were relatively low (1.78 and 1.48 respectively). The QTLs identified, present a first step towards identifying underlying genes controlling resistance to *S. cardinale* and towards the future employment of marker assisted selection in cypress breedingfor the trait under investigation.

Key words: cypress, canker, quantitative trait loci

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΟΞΥΑΣ (*Fagus sylvatica*) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΩΝ SSR ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

Ε. Μαλλιαρού, Ε. Αβραμίδου, Ι. Γανόπουλος, Φ. Αραβανόπουλος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Τ.Θ. 238, Θεσσαλονίκη, Τ.Κ. 54124, aravanop@for.auth.gr

Η γενετική παρακολούθηση είναι η ποσοτικοποίηση των χρονικών μεταβολών σε γονιδιωματικές και δημογραφικές παραμέτρους των πληθυσμών. Είναι ένα εργαλείο μελέτης και έρευνας με προγνωστική αξία, το οποίο διασφαλίζει την προστασία των διαδικασιών που διατηρούν τη γενετική ποικιλότητα στους πληθυσμούς. Χρησιμοποιείται επίσης στην αξιολόγηση των πληθυσμών για χρήση σε προγράμματα βελτίωσης. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα από τη μελέτη δύο πληθυσμών οξυάς (*Fagus sylvatica*) ενός ώριμου και ενός νεανικού από την Αρναία Χαλκιδικής (αποτελούμενος ο καθένας από 50 άτομα), στα πλαίσια προγράμματος γενετικής παρακολούθησης. Οι πληθυσμοί μελετήθηκαν με τη χρήση πέντε φθοριζόντων εκκινητών μοριακών δεικτών μικροδορυφορικού DNA (SSR).Οι γονιδιακές θέσεις που προέκυψαν ήταν πολυμορφικές (100%) και στους δύο πληθυσμούς. Παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές στις παραμέτρους μοριακής γενετικής ποικιλότητας και στους δύο πληθυσμούς, αποτελέσματα που είναι σε συμφωνία με τη διεθνή βιβλιογραφία, η οποία ωστόσο αναφέρεται μόνο στην ανάλυση του χλωροπλαστικού γονιδιώματος. Η γενετική ποικιλότητα που βρέθηκε με ανάλυση μοριακής διακύμανσης (AMOVA), κατανέμεται σε ποσοστό 1% μεταξύ των πληθυσμών και σε ποσοστό 99% εντός των πληθυσμών. Από την ανάλυση κύριων συντεταγμένων δεν παρατηρήθηκε ομαδοποίηση που να διαφοροποιεί τον ώριμο πληθυσμό από τον πληθυσμό αναγέννησης.

Ευχαριστίες
Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του προγράμματος LIFE13 ENV/SI/000148 "LIFE for European Forest Genetic Monitoring System"

ΠΡΩΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΑΞΗΣ ΑΕΙΘΑΛΟΥΣ ΠΛΑΤΑΝΟΥ (*Platanus orientalis* VAR. CRETICA DODE) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΘΟΡΙΖΟΝΤΩΝ ΕΠΙΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ (MSAP).

Μ. Παπαθεοδώρου, Α. Τζάμου, Ε. Α. Αβραμίδου, Α. Μ. Φαρσάκογλου, Ε. Μαλλιαρού, Φ. Α. Αραβανόπουλος.

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Γενετικής Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Θεσσαλονίκη, GR54124
aravanop@for.auth.gr

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα επιγενετικής ανάλυσης μετάλλαξης αειθαλούς πλατάνου (*Platanus orientalis* var. *cretica* Dode) με χρήση φθοριζουσών γενετικών δεικτών (MSAP). Ο ανατολικός πλάτανος (*Platanus orientalis*, Platanaceae) φύεται στις περιοχές της ανατολικής Μεσογείου, ενώ στην Κρήτη φύεται και η φυσική μετάλλαξη *Platanus orientalis* var. cretica που παρουσιάζει αειθαλότητα και για την οποία η πρώτη αναφορά γίνεται από τον Θεόφραστο (370-287 π.Χ.). Ο σκοπός της εργασίας ήταν η συλλογή και η επιγενετική ανάλυση των αειθαλών πλατάνων της Κρήτης με μοριακούς επιγενετικούς δείκτες (MSAP). Συλλέχτηκαν συνολικά 23 διαφορετικοί γενότυποι αειθαλούς πλατάνου. Η εκχύλιση και απομόνωση του DNA έγινε με την μέθοδο CTAB και για τον προσδιορισμό της μεθυλίωσης του DNA χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικοί συνδυασμοί MSAP επιγενετικών δεικτών. Η μέθοδος MSAP αποτελεί παραλλαγή της μεθόδου AFLP όπου χρησιμοποιούνται δύο συνδυασμοί ενζύμων *EcoRI-MspI* και *EcoRI-HpaII* με διαφορετική ευαισθησία στην μεθυλίωση της CCGG κυτοσίνης. Με την μέθοδο αυτή, η ανάλυση των διαφορετικών προτύπων των δυο συνδυασμών ενζύμων δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής αποτελεσμάτων τεσσάρων διαφορετικών καταστάσεων μεθυλίωσης (μεθυλίωση εσωτερικής κυτοσίνης, μεθυλίωση εξωτερικής κυτοσίνης, μη μεθυλίωση και μη προσδιορίσιμη κατάσταση). Οι αναλύσεις της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης πραγματοποιήθηκαν σε αλληλουχητή ABI3730xl με το λογισμικό Genemapper v4.0 και τα αποτελέσματα αναλύθηκαν σε περιβάλλον R με το λογισμικό MSAP_calc.r. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται συγκρίνονται με αντίστοιχα μοριακής γενετικής ποικιλότητας του αειθαλούς πλατάνου.

DE NOVO ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΣΕ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΟΛΟΚΥΘΙΑΣ (*Cucurbita pepo*)

Α. Ξανθοπούλου[1,2], Φ. Ψωμόπουλος[2], Ι. Γανόπουλος[1,2], Α. Καλύβας[3], Α. Τσαυτάρης[1,2], Π. Μαδέσης[2], Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ[1]

[1]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. 54124 Θεσσαλονίκη, mail: nianiou@agro.auth.gr
[2]Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών, Ε.Κ.Ε.Τ.Α., 6ο χλμ οδού Χαριλάου- Θέρμης, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, 57001
[3]Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, ΕΛΓΟ-Δήμητρα, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, 57001

Το καλλιεργούμενο κολοκύθι (*Cucurbita pepo*) περιλαμβάνει πολλούς γενοτύπους που παράγουν ποικίλους σε μέγεθος καρπούς και αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές λαχανοκομικές καλλιέργειες. Ωστόσο, οι πληροφορίες που σχετίζονται με τα γονίδια και τους μοριακούς δείκτες στο κολοκύθι είναι πολύ περιορισμένες. Προκειμένου να εντοπιστούν νέα γονίδια και να αναπτυχθούν καινοφανείς μοριακοί δείκτες πραγματοποιήθηκε ανάλυση του μεταγραφήματος (RNA-Seq) δύο ακραίων ως προς το μέγεθος του καρπού ποικιλιών 'Big Moose' (μεγάλος καρπός) και 'Munchkin' (μικρός καρπός). Για την αλληλούχηση του μεταγραφήματος (transcriptome) των δύο ποικιλιών, έγινε εξαγωγή mRNA από φύλλα και θηλυκά άνθη. Το mRNA αλληλουχήθηκε με τη χρήση αλληλούχησης νέας γενιάς (next-generation sequencing). Αποκτήθηκαν συνολικά 6 GB πληροφοριών για την ποικιλία Big Moose (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Traces/sra/?run=SRR3056882) και 5 GB πληροφοριών για την ποικιλία Munchkin (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Traces/sra/?run=SRR3056883) (NCBI SRA database SRX1502732 and SRX1502735, αντίστοιχα). Από την αλληλούχηση και την συναρμολόγηση των αλληλουχιών που παρήχθησαν, προέκυψαν 84,727 και 68,051 contigs για τις ποικιλίες 'Big Moose' και 'Munchkin', αντίστοιχα. Στη συνέχεια, αναλύθηκαν τα μεταγραφήματα που κωδικοποιούν μεταγραφικούς παράγοντες στις δύο ποικιλίες και βρέθηκε ότι 64 οικογένειες μεταγραφικών παραγόντων υπερ-εκφράζονται στην ποικιλία 'Big Moose' με την πλειοψηφία να ανήκει στις οικογένειες γονιδίων MYB, bHLH, AUX/IAA και AP2. Η υψηλότερη έκφραση των προαναφερθέντων μεταγραφικών παραγόντων στην 'Big Moose' θα μπορούσε να συσχετιστεί με τη μορφολογία των καρπών και πιθανότατα να σχετίζεται με το μέγεθος του καρπού. Η συγκριτική ανάλυση των μεταγραφημάτων με τη χρήση εκτεταμένων αλγορίθμων έδειξε ότι ορισμένα γονίδια που αποδεδειγμένα σχετίζονται με τη μορφολογία του καρπού στην τομάτα διαφέρουν σημαντικά ως προς την έκφραση τους ανάμεσα στις δύο ποικιλίες κολοκυθιού. Η μελέτη αυτή παρέχει μεταγραφικά δεδομένα για δυο αντίθετες ως προς το μέγεθος του καρπού ποικιλίες κολοκυθιάς, τα οποία μπορούν μελλοντικά να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μοριακών δεικτών και για περαιτέρω ανάλυση των μεταγραφημάτων συμβάλλοντας έτσι στην εύρεση των γονιδίων που εμπλέκονται στην μορφολογία του καρπού του κολοκυθιού.

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΤΗΞΗΣ ΣΕ ΥΨΗΛΗΣ ΕΥΚΡΙΝΕΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗ (HRM) ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΟΙΧΕΙΟΠΟΙΗΣΗΣ (EDITING) ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΜΑΤΩΝ

Ι. Γανόπουλος[1,2] , Ζ. Χιλιώτη2, Α. Τσαυτάρης[1,2]

[1]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ. 54124 Θεσσαλονίκη, giannis.ganopoulos@gmail.com
[2]Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών, Ε.Κ.Ε.Τ.Α., 6ο χλμ οδού Χαριλάου- Θέρμης, Θέρμη 57001

Επαναστοιχειοθέτηση του γονιδιώματος (genome editing) είναι η στοχευμένη αλλαγή μιας μόνο βάσης στο DNA. Οι πρόσφατες εξελίξεις στην επαναστοιχειοθέτηση του γονιδιώματος μέσω των νουκλεασών τύπου ZFNs, TALENs ή CRISPR δημιούργησαν νέες δυνατότητες βελτίωσης πολλών οργανισμών συμπεριλαμβανομένων και των φυτών με σημαντικά αποτελέσματα τόσο στη βελτίωση των φυτών όσο και στην θεραπεία καρκινικών κυρίως κυττάρων. Κύριος περιορισμός σήμερα είναι όχι τόσο η επίτευξη της συγκεκριμένης αντικατάστασης όσο η ανάπτυξη αποτελεσματικών, υψηλής ακρίβειας και αποδοτικών μεθόδων ανίχνευσης και επιβεβαίωσης των συγκεκριμένων σημειακών αλλαγών που προκαλούνται. Στην εργασία αυτή προχωρήσαμε στην εφαρμογή της μεθόδου **Σύγκριση Καμπυλών Τήξης σε Υψηλής Ευκρίνειας Ανάλυση** (High Resolution Meltanalysis) για την ανίχνευση και επιβεβαίωση σημειακών αλλαγών που δημιουργήθηκαν μέσω των ZFNs στο γονίδιο *LEC1-LIKE4* της τομάτας (*Solanum lycopersicum*). Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον πολλαπλασιασμό του DNA στόχου με PCR και στη συνέχεια σε ανάλυση υψηλής ευκρίνειας του σημείου τήξης του. Η εισαγωγή μιας φθορίζουσας ουσίας με ικανότητα σύνδεσης σε δίκλωνα μόρια DNA στην αντίδραση της PCR είναι απαραίτητη για τον ακριβή εντοπισμό του σημείου τήξης του προϊόντος. Η οποιαδήποτε σημειακή αλλαγή στην αλληλουχία του DNA προκαλεί διαφορετική απεικόνιση της καμπύλης τήξης. Η HRM ανάλυση έχει αξιοποιηθεί με επιτυχία από την ομάδα του Ινστιτούτου Βιοεπιστημών -ΕΚΕΤΑ για την ακριβή διάκριση και ταυτοποίηση γενοτύπων, ποικιλιών, τροφίμων κ.ά. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιβεβαίωσαν την ύπαρξη στοχευμένων αλλαγών έπειτα από τη εφαρμογή της τεχνολογίας ZFN τόσο στα μητρικά φυτά όσο και στους απογόνους. Συμπερασματικά, οι προσαρμοσμένες νουκλεάσες, σε συνδυασμό με την ευκολία και την ταχύτητα της HRM ανάλυσης, διευκολύνουν τη μελλοντική δημιουργία και ανίχνευση μεταλλάξεων στα φυτά.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΕ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΤΩΝ LRR ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ…ΟΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΕΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΟΥΡΙΑΣ

Α. Ζαμπούνης[1], Ι. Γανόπουλος[2,3], Ε. Αβραμίδου[2], Φ.Α. Αραβανόπουλος[2], Α. Τσαυτάρης[1,3], Π. Μαδέσης[3]

[1]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
[2]Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
[3]Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών, ΕΚΕΤΑ, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Τα γονίδια των οικογενειών που περιλαμβάνουν LRRs (Leucine-Rich Repeats) δομικές επαναλήψεις αποτελούν σημαντικά στοιχεία στις μοριακές αλληλεπιδράσεις των φυτικών υποδοχέων με τα αντίστοιχους τελεστές μολυσματικότητας των φυτοπαθογόνων μυκήτων. Η υπό-οικογένεια των σερινών θρεονινών κινασών που περιέχουν *LRR* υποδοχείς (*LRR receptor-like serine threonine kinases)* θεωρούνται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στις αντιδράσεις άμυνας έναντι των παθογόνων μυκήτων. Παράλληλα, τα ανάλογα των γονιδίων ανθεκτικότητας (*RGAs*) αποτελούν σημαντικά συστατικά που είναι στενά συνδεδεμένα με τα γονίδια ανθεκτικότητας των φυτικών ειδών. Τα *RGAs* χρησιμοποιούνται ευρύτατα σαν λειτουργικοί μοριακοί δείκτες σε προγράμματα μοριακής βελτίωσης ως προς την επίτευξη ανθεκτικότητας σε παθογόνους οργανισμούς. Τα δέντρα της κερασιάς (*Prunus avium* L.) και της μουριάς (*Morus notabilis*) προσβάλλονται από αρκετούς φυτοπαθογόνους μύκητες και τα γονιδιώματα τους είναι πρόσφατα αλληλουχημένα και κατατεθειμένα σε βάσεις δεδομένων. Με στόχο να διευρυνθούν οι εξελικτικές πιέσεις και το είδος της επιλογής που ασκούνται σε 173 ομόλογα *RGAs* στην κερασιά καθώς και σε 142 γονίδια σερινών θρεονινών κινασών που περιέχουν *LRR* δομικές περιοχές στη μουριά, πραγματοποιήθηκαν *in silico* αρκετές εξελικτικές και φυλογενετικές αναλύσεις. Βρέθηκαν και στις δυο περιπτώσεις ισχυρές πιέσεις θετικής επιλογής (positive selection) να ασκούνται σε αυτά τα γονίδια χρησιμοποιώντας αρκετά μοντέλα ανάλυσης της εξελικτικής επιλογής. Ειδικότερα, στην περίπτωση της μουριάς οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν ανάμεσα στις 458 LRRs αλληλουχίες των αντίστοιχων γονιδίων. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι πολλές φορές η λειτουργική διαφοροποίηση των LRRs δομών συνοδεύεται από ισχυρές πιέσεις θετικής επιλογής σε αυτές τις δομές τουλάχιστον στα δυο είδη δένδρων που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μπορούν να αξιοποιηθούν σε προγράμματα γενετικής βελτίωσης με σκοπό την αύξηση της ανθεκτικότητας των ποικιλιών κερασιάς και μουριάς σε μυκητολογικές προσβολές.

ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ DECOYS ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΤΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ

Α. Ζαμπούνης[1], Ι. Γανόπουλος[2,3], Α. Τσαυτάρης[1,3], Π. Μαδέσης[3]

[1]Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
[2]Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
[3]Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών, ΕΚΕΤΑ, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι οι πρωτεΐνες που περιέχουν LRRs επαναλήψεις (Leucine-Rich Repeats-containing proteins) διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην αρχική αναγνώριση των παθογόνων μυκήτων από τα υποψήφια φυτά ξενιστές, κυρίως μέσω της ενεργοποίησης μοριακών αλληλεπιδράσεων τύπου PAMPs (Pathogen Associated Molecular Patterns) και αντίστοιχων ανοσολογικών αντιδράσεων (PAMPs-triggered immunity). Τα αντίστοιχα γονίδια κωδικοποιούν πρωτεΐνες-υποδοχείς των τελεστών (effectors) που παράγονται από τα παθογόνα. Οι αρχιτεκτονικές δομές αυτών των γονιδίων δεν είναι καθόλου συντηρημένες ακόμα και στο ίδιο φυτικό είδος. Πολύ συχνά τα γονίδια αυτά περιλαμβάνουν μια πληθώρα ενσωματωμένων λειτουργικών περιοχών που ονομάζονται εν συντομία "decoys". Αυτές οι δομικές περιοχές ουσιαστικά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη δέσμευση των προϊόντων των παθογόνων τελεστών επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο ένα αποτελεσματικό τρόπο αναγνώρισης των μυκητολογικών παθογόνων. Οι πιο συνηθισμένες δομικές περιοχές αυτών των "decoys" κωδικοποιούν κινάσες και κυρίως τύπου σερινών και τυροσινών. Μεγάλη σημασία δίνεται στις μέρες μας στην ενσωμάτωση μέσω γενετικής μηχανικής σε γονίδια φυτικών υποδοχέων με LRRs επαναλήψεις νέων δομικών περιοχών decoys για την επαύξηση της ικανότητας έγκυρης και ευρείας αναγνώρισης μολυσματικών τελεστών. Διάφορες βιοπληροφοριακές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για την ανίχνευση των decoys περιοχών μέσω της σύγκρισης φυτικών γονιδιωμάτων σε φυτικούς τύπους που παρουσιάζον διαφορές στο βαθμό απλοειδία τους, στη μορφολογία τους και στη ταξινόμηση τους. Τα πρώτα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά την ύπαρξη πληθώρας διαφορετικών λειτουργικών περιοχών decoys σε γονίδια υποδοχείς που σχετίζονται με την αναγνώριση των παθογόνων σε κάποια γονιδιώματα. Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην μοριακή βελτίωση των φυτών με σκοπό την επαύξηση της ανθεκτικότητας έναντι των βιοτικών καταπονήσεων και κυρίως έναντι των φυτοπαθογόνων μυκήτων.

ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΛΩΝΩΝ ΡΙΓΑΝΗΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΤΟΥΣ ΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Χ. Ι. Παπαϊωάννου[1,2], Μ. Κ. Στεφανάκης[3], Η. Αναστασόπουλος[4], Π. Μακρίδης[2], Γ. Τσίκαλας[3], Δ. Ζαραγκότας[4], Χ. Κατερινόπουλος[3], Β. Παπασωτηρόπουλος[1]

[1] Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας.
[2] Τομέας Βιολογίας Ζώων, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών.
[3] Τομέας Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Σχολή Θετικών και Τεχνολογικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
[4] Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας.

Στην Ελλάδα η ρίγανη αυτοφύεται σε διάφορες περιοχές, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει η συστηματική καλλιέργειά της με στόχο την εμπορική εκμετάλλευσή της. Η ύπαρξη διαφορετικών ειδών, κυριότερα των οποίων είναι τα *Origanum vulgare* και *Origanum onites*, ο μεγάλος αριθμός υποειδών, αλλά και οι διαφορετικοί οικότυποι αποδεικνύουν τη μεγάλη γενετική ποικιλότητα, που έχει ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση των φυτών, τόσο μορφολογικά όσο και ως προς διάφορες βιοχημικές ιδιότητές τους. Τα φυτά ρίγανης έχει αποδειχθεί ότι έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά, γεγονός που σχετίζεται με τη δραστικότητα του ελαίου τους έναντι διαφόρων φυτικών και ζωικών παθογόνων βακτηρίων. Νεότερα ερευνητικά δεδομένα απέδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια συγκεκριμένων φυτών ρίγανης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μείωση της δράσης των βακτηριακών στελεχών του γένους *Vibrio* και στην απολύμανση ζωοπλαγκτονικών οργανισμών τροχόζωων *Brachionus plicatilis,* που χρησιμοποιούνται ως ζωντανή τροφή σε ψάρια. Ο σκοπός της παρούσας μοριακής ανάλυσης ήταν διττός. Αφενός να εκτιμηθεί η γενετική ποικιλότητα ενός ετερόκλητου πληθυσμού δειγμάτων ρίγανης και αφετέρου να ταυτοποιηθούν, μοριακά, επιλεγμένα δείγματα, που έδειξαν μέγιστη αντιβακτηριακή δράση έναντι στελεχών της ομάδας *Vibrio*, για την απολύμανση ζωοπλαγκτονικών οργανισμών. Επίσης επιχειρήθηκε να συσχετισθούν τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων με εκείνα των μοριακών για τα δείγματα ρίγανης που έχουν μεγάλο ενδιαφέρον για απολύμανση των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών. Αναλύθηκαν 25 γενότυποι ρίγανης με χρήση 12 μικροδορυφορικών DNA δεικτών (SSRs). Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές γενετικής απόστασης και ομοιότητας κατά Nei και κατασκευάστηκαν τα σχετικά δενδρογράμματα με τη μέθοδο UPGMA. Επίσης με βάση τα παραπάνω αλλά και την ανάλυση κυρίων συντεταγμένων (PCoA), οι διάφοροι γενότυποι ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κύριες ομάδες, ενώ από τη γενοτύπηση προέκυψαν αρκετοί διαγνωστικοί δείκτες οι οποίοι διαχωρίζουν τα δείγματα αυτά μεταξύ τους. Για ορισμένους από τους γενοτύπους αυτούς συσχετίσθηκαν οι χημειοτυπικές αναλύσεις με την ανάλυση μοριακών δεικτών και προέκυψαν παρόμοιες ομαδοποιήσεις. Χρειάζονται όμως περισσότερες αναλύσεις προκειμένου να βρεθούν μοναδικά DNA προφίλ για τη ταυτοποίηση των συγκεκριμένων δειγμάτων που παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.

ΓΟΝΙΔΙΑΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΣΟΓΙΑΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

Ε. Χαμπλά[1], Ο. Ι. Παυλή[2], Γ. Κελαϊδή[1], Γ. Ν. Σκαράκης[1]

[1] Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών & Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα
[2] Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, Οδός Φυτόκου, 38446, Ν. Ιωνία, Βόλος

Περίληψη

Στόχο της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η ανάλυση της έκφρασης γονιδίων μεταγραφικών παραγόντων και λειτουργικών πρωτεϊνών που σχετίζονται με το γνώρισμα της ανθεκτικότητας στην ξηρασία στη σόγια. Ειδικότερα, μελετήθηκε η απόκριση σε μεταγραφικό επίπεδο δύο ποικιλιών σόγιας, μίας ανθεκτικής και μίας ευαίσθητης, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Παράλληλα, ελέγχθηκε το προφίλ γονιδιακής έκφρασης σε δύο αναπτυξιακά στάδια (V1 και V6) για την ανάδειξη ενδεχόμενης επαγωγής έκφρασης που εξαρτάται από το αναπτυξιακό στάδιο των φυτών. Οι υπό μελέτη γονότυποι υποβλήθηκαν σε υδατική καταπόνηση α) *in vitro*, σε νεαρά φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό μέσο MS μειωμένου ωσμωτικού δυναμικού που περιείχε πολυαιθυλενική γλυκόλη σε τρία επίπεδα καταπόνησης (PEG 0%, 2,5%, 5%), για 12 ημέρες και β) στο θερμοκήπιο, σε δύο διαφορετικά προγράμματα άρδευσης (πλήρους και ελλιπούς), όπου η καταπόνηση έγινε σε ώριμα φυτά και διήρκησε 6 ημέρες. Μη καταπονημένα φυτά συμπεριλήφθηκαν ως μάρτυρες. Για την ανάλυση της γονιδιακής έκφρασης, αρχικά προσδιορίστηκαν, μέσω *in silico* αναζήτησης, τα γονίδια που σχετίζονται με την απόκριση της σόγιας στην ξηρασία και ακολούθησαν αναλύσεις ημιποσοτικής PCR πραγματικού χρόνου. Για την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν τα επίπεδα έκφρασης του σταθερά εκφραζόμενου γονιδίου της ουβικιτίνης. Από τα πειραματικά αποτελέσματα προέκυψαν ισχυρές ενδείξεις για τη συσχέτιση ορισμένων γονιδίων με την έκφραση του γνωρίσματος της ανθεκτικότητας. Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας υπογραμμίζουν σαφώς τη δυνατότητα ταυτοποίησης και επιλογής ανθεκτικού στην ξηρασία γενετικού υλικού σόγιας, μέσω του μεταγραφικού προφίλ συγκεκριμένων γονιδίων-δεικτών. Αξιοσημείωτη είναι η δυνατότητα διάκρισης της ανθεκτικότητας από τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια, γεγονός που καθιστά εφικτή την αναβάθμιση της αποτελεσματικότητας επιλογών κατά τα στάδια αυτά.

Λέξεις κλειδιά: Ξηρασία, γονιδιακή έκφραση, λειτουργικές πρωτεΐνες, μεταγραφικοί παράγοντες, qRT-PCR, λειτουργικοί δείκτες

Εισαγωγή

Η ξηρασία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες καταπόνησης που οδηγεί σε μείωση της παραγωγής, σε βαθμό που εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, την ένταση της καταπόνησης και τη γενετική ανθεκτικότητα της ποικιλίας. Υπό συνθήκες έλλειψης επαρκούς εδαφικής υγρασίας, τα φυτά αποκρίνονται με μία σειρά

μορφολογικών, φυσιολογικών και βιοχημικών προσαρμογών που στοχεύουν στη διατήρηση της βασικής μεταβολικής δραστηριότητας. Η απόκριση των φυτών στην υδατική καταπόνηση, και γενικότερα στο αβιοτικό στρες, διακρίνεται στο στάδιο της αντίληψης του στρες, της μεταγωγής του σήματος και της ανάπτυξης μηχανισμών προσαρμογής ή/και ανθεκτικότητας μέσω ενεργοποίησης ή αναστολής της έκφρασης γονιδίων.

Σήμερα, έχει ταυτοποιηθεί ένας μεγάλος αριθμός γονιδίων που σχετίζονται με την απόκριση των φυτών στην ξηρασία. Τα γονίδια αυτά, ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα γονίδια που κωδικοποιούν σημαντικά ένζυμα και λειτουργικές πρωτεΐνες, όπως αντιοξειδωτικά ένζυμα, υδατοπορίνες και άλλα γονιδιακά προϊόντα, τα οποία λειτουργούν άμεσα προστατεύοντας τα κύτταρα από την καταπόνηση (Shinozaki et al., 2003). Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει γονίδια που κωδικοποιούν ρυθμιστικές πρωτεΐνες, συμπεριλαμβανομένου των μεταγραφικών παραγόντων (TFs) και των πρωτεϊνικών κινασών, που ρυθμίζουν τη γονιδιακή έκφραση και τη μεταγωγή του σήματος αντίστοιχα.

Η βελτίωση της σόγιας για ανθεκτικότητα στην καταπόνηση ξηρασίας εξακολουθεί να αποτελεί επίπονη και με περιορισμένα αποτελέσματα προσπάθεια. Αυτό οφείλεται στην ανεπαρκή κατανόηση των φυσιολογικών μηχανισμών που υπεισέρχονται στην εκδήλωση του γνωρίσματος, την πολυπλοκότητα του γενετικού υπόβαθρου τους και στην έλλειψη κατάλληλων μεθόδων επιλογής. Στοχεύοντας στην κατανόηση των μοριακών μηχανισμών που διέπουν την ανθεκτικότητα της σόγιας στην ξηρασία, μελετήθηκε η απόκριση σε μεταγραφικό επίπεδο δύο ποικιλιών, μίας ανθεκτικής και μίας ευαίσθητης, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Το προφίλ γονιδιακής έκφρασης ελέγχθηκε σε δύο αναπτυξιακά στάδια (V1 και V6) προκειμένου να αναδειχθεί η ενδεχόμενη εξάρτηση της έκφρασης από το αναπτυξιακό στάδιο των φυτών. Η απόκτηση σχετικής γνώσης αναμένεται να καταστήσει εφικτή την αναβάθμιση των μεθόδων επιλογής για τη βελτίωση του γνωρίσματος.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα πειράματα υδατικής καταπόνησης πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας μία ανθεκτική και μία ευαίσθητη στην ξηρασία ποικιλία. Οι υπό μελέτη γονότυποι υποβλήθηκαν σε υδατική καταπόνηση α) *in vitro*, μέσω της ανάπτυξης φυτών (V1 στάδιο) σε θρεπτικό μέσο MS μειωμένου ωσμωτικού δυναμικού που περιείχε πολυαιθυλενική γλυκόλη (PEG 6000) σε τρία επίπεδα καταπόνησης: PEG 0%, 2,5%, 5%, για 12 ημέρες και β) στο θερμοκήπιο, σε δύο διαφορετικά προγράμματα άρδευσης: πλήρους (80% FWC) και ελλιπούς (40% FWC), όταν >50% των φυτών βρισκόταν στο V6 αναπτυξιακό στάδιο (πριν την άνθηση), όπου η καταπόνηση διήρκησε για 6 ημέρες. Μη καταπονημένα φυτά συμπεριλήφθηκαν ως μάρτυρες.

Για την ανάλυση της γονιδιακής έκφρασης, αρχικά προσδιορίστηκαν, μέσω in *silico* αναζήτησης, τα γονίδια που σχετίζονται με την απόκριση της σόγιας στην ξηρασία. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε απομόνωση RNA, μέσω της χρήσης TRIzol, μεταχείριση των RNA απομονώσεων με DNase και μεταχείριση με φαινόλη:χλωροφόρμιο. Ακολούθησε η σύνθεση συμπληρωματικού DNA (cDNA). Τέλος, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις ημιποσοτικής PCR πραγματικού χρόνου (qRT-PCR), με τη χρήση εξειδικευμένων εκκινητών, σε τέσσερις επαναλήψεις για κάθε επέμβαση. Για την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν τα επίπεδα έκφρασης του σταθερά εκφραζόμενου γονιδίου της ουβικιτίνης. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν συγκρίνοντας τα σχετικά επίπεδα έκφρασης των γονιδίων ως προς το γονίδιο αναφοράς, χρησιμοποιώντας την εξίσωση $Eff^{-\Delta Ct}$ όπου Eff: η

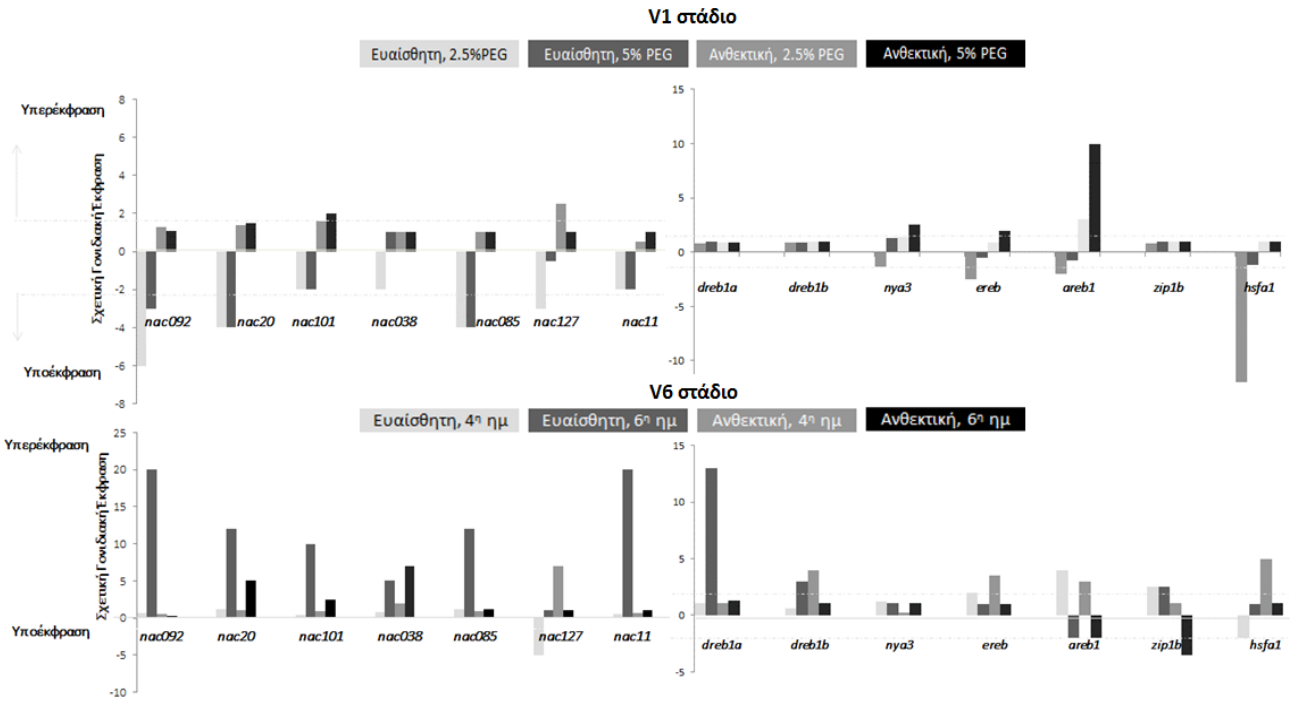
αποτελεσματικότητα της αντίδρασης PCR και ΔCt: $Ct_{γονιδίου\ αναφοράς}$– $Ct_{εξεταζόμενου}$γονιδίου.Ο σχεδιασμός των εκκινητών έγινε με τη χρήση του λογισμικού Primer Express v. 2.0.0.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε, στην ανάλυση της έκφρασης γονιδίων μεταγραφικών παραγόντων και άλλων λειτουργικών πρωτεϊνών που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα της σόγιας στην ξηρασία, ένα φυτό ευρέως γνωστό για την ευαισθησία του σε συνθήκες ανεπάρκειας εδαφικής υγρασίας. Στα πλαίσια αυτά, μελετήθηκε η απόκριση σε μεταγραφικό επίπεδο δύο ποικιλιών σόγιας, μίας ανθεκτικής και μίας ευαίσθητης στην ξηρασία, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Επιπρόσθετα, προσδιορίστηκε το προφίλ έκφρασης των γονιδίων σε δύο αναπτυξιακά στάδια για την ανάδειξη ενδεχόμενης επαγωγής έκφρασης συσχετιζόμενης με το αναπτυξιακό στάδιο των φυτών.

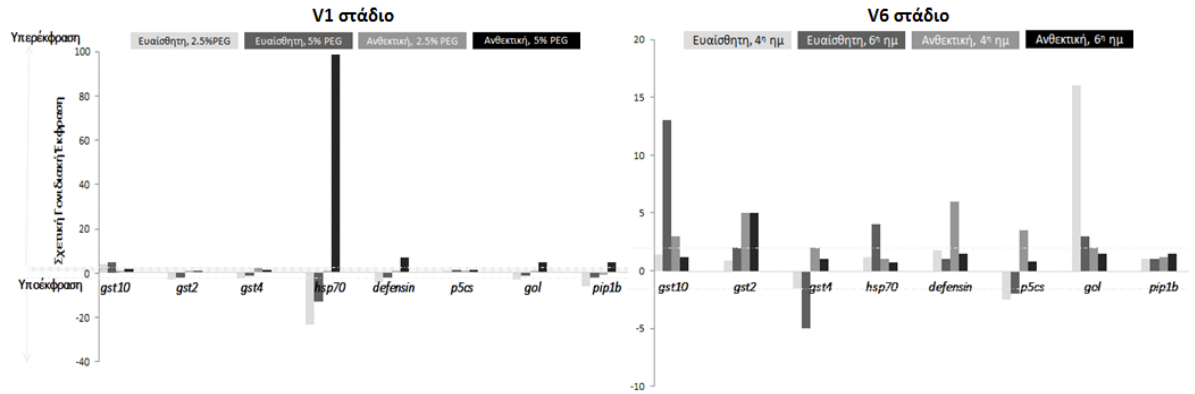
Από τα πειραματικά αποτελέσματα προέκυψαν ισχυρές ενδείξεις για τη συσχέτιση ορισμένων γονιδίων με την έκφραση του γνωρίσματος της ανθεκτικότητας. Από τα γονίδια που κωδικοποιούν μεταγραφικούς παράγοντες της οικογένειας NAC, βρέθηκε ότι η έκφραση του γονιδίου *nac127* μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση ανθεκτικών γονοτύπων τόσο κατά το V1 όσο και κατά το V6 στάδιο ανάπτυξης, ενώ το γονίδιο *nac101* μπορεί να αποτελέσει δείκτη ανθεκτικότητας κατά το V1 στάδιο. Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν την πρόταση ότι οι μεταγραφικοί παράγοντες NAC, που λειτουργούν είτε ως επαγωγείς της έκφρασης γονιδίων που σχετίζονται με την αντοχή στις αβιοτικές καταπονήσεις είτε ως καταστολείς της γονιδιακής έκφρασης (Hao et al., 2011), συνιστούν υποψήφια εργαλεία για τη μελλοντική ανάπτυξη διαγονιδιακών φυτών σόγιας ανθεκτικών στην ξηρασία (Dung et al., 2012).

Η μελέτη των υπολοίπων μεταγραφικών παραγόντων, ανέδειξε την έκφραση του γονιδίου *nya3* ως υποψήφιο δείκτη για την ταυτοποίηση ανθεκτικών γονοτύπων και στα δύο υπό μελέτη αναπτυξιακά στάδια. Τα αποτελέσματα συμπίπτουν με αυτά των Zhiyong et al. (2013), που έδειξαν υπερέκφραση του γονιδίου *nya3* σε φυτά σόγιας υπό συνθήκες καταπόνησης ξηρασίας και υψηλής αλατότητας. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η έκφραση του *nya3* σηματοδοτεί την επαγωγή έκφρασης γονιδίων που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα, καθιστούν το μεταγραφικό προφίλ του *nya3* σημαντικό υποψήφιο δείκτη για την ταυτοποίηση ανθεκτικού γενετικού υλικού. Το προφίλ έκφρασης των γονιδίων *ereb* και *areb1* δύναται επίσης να διακρίνει την ανθεκτικότητα σε φυτά νεαρού αναπτυξιακού σταδίου ενώ αντίθετα, η έκφραση του γονιδίου *hsfa1* μπορεί να αποτελέσει διαγνωστικό εργαλείο για την επιλογή φυτών στο στάδιο V6. Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι το γονίδιο *hsfa1*, που ανήκει στην οικογένεια των HSFs (Heat Shock Transcritpion Factors), παρουσίασε μειωμένη έκφραση στα φυτά της ευαίσθητης ποικιλίας που υπέστησαν καταπόνηση και στα δύο εξεταζόμενα αναπτυξιακά στάδια, με σημαντικότερη μείωση κατά το V1 στάδιο. Η παρατηρηθείσα υποέκφραση του *hsfa1*στην ευαίσθητη ποικιλία πιθανώς αποδίδεται στην ανταγωνιστική δράση των μεταγραφικών παραγόντων που ανήκουν στην οικογένεια HSF (Nishizawa-Yokoi et al., 2011). Αντίθετα, σε φυτά V6 σταδίου της ανθεκτικής ποικιλίας σημειώθηκε υπερέκφραση του γονιδίου *hsfa1*, γεγονός που συνάδει πλήρως με προηγούμενες αναφορές που αποδίδουν σημαντική εξάρτηση της έκφρασης των γονιδίων hsf από το αναπτυξιακό στάδιο των φυτών σόγιας (Li et al., 2014).



Σχήμα 1. Σχετική έκφραση γονιδίων που κωδικοποιούν μεταγραφικούς παράγοντες σε ευαίσθητη και ανθεκτική ποικιλία σόγιας, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησησε φυτά V1 και V6 αναπτυξιακού σταδίου. Οι μπάρες επάνω και κάτω από τον άξονα x αποδίδουν την αύξηση και μείωση της γονιδιακής έκφρασης.

Όσον αφορά το προφίλ έκφρασης γονιδίων που κωδικοποιούν λειτουργικές πρωτεΐνες απόκρισης στην υδατική ανεπάρκεια, τα γονίδια *defensin*, *gol* και *pip1b* βρέθηκαν να υποεκφράζονται στην ευαίσθητη και να υπερεκφράζονται στην ανθεκτική ποικιλία κατά το V1 αναπτυξιακό στάδιο, υποδεικνύοντας την ενδεχόμενη αξιοποίησή τους για επιλογές στο στάδιο αυτό. Αντίστοιχα ήταν τα αποτελέσματα της μεταγραφικής ανάλυσης για το γονίδιο *p5cs* στην περίπτωση των φυτών V6 σταδίου. Το ίδιο μεταγραφικό προφίλ προέκυψε και από την ανάλυση έκφρασης του γονιδίου *gst4*, γεγονός που υποδεικνύει τη δυνατότητα χρήσης του ως ισχυρό υποψήφιο δείκτη επιλογής.



Σχήμα 2. Σχετική έκφραση γονιδίων που κωδικοποιούν λειτουργικές πρωτεΐνες απόκρισης στην υδατική ανεπάρκεια σε ευαίσθητη και ανθεκτική ποικιλία σόγιας, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης σε φυτάV1 και V6 αναπτυξιακού σταδίου. Οι μπάρες επάνω και κάτω από τον άξονα x αποδίδουν την αύξηση και μείωση της γονιδιακής έκφρασης.

Επικρατέστερη όλων των περιπτώσεων των γονιδίων που κωδικοποιούν λειτουργικές πρωτεΐνες ήταν αυτή του γονιδίου *hsp70,* η έκφραση του οποίου μπορεί να αξιοποιηθεί για την ταυτοποίηση ανθεκτικών γονοτύπων σόγιας και στα δύο υπό μελέτη αναπτυξιακά στάδια, με σαφέστατα μεγαλύτερη ευχέρεια διάκρισης των γονοτύπων κατά το αναπτυξιακό στάδιο V1 (100 φορές υψηλότερη έκφραση σε σχέση με τους μάρτυρες). Η πρωτεΐνη Hsp70 ανήκει στην γενικότερη κατηγορία των HSP πρωτεϊνών, που λειτουργούν ως συνοδοί νεο-συντιθέμενων πρωτεϊνών σε συνθήκες θερμικής καταπόνησης, με σκοπό την αποφυγή της μετουσίωσής τους και των επακόλουθων επιζήμιων επιπτώσεων στα φυτικά κύτταρα (Al-Whaibi et al., 2010).Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με την έρευνα των Zhang et al. (2015) και αναδεικνύουν τη σημαντική δράση του πρωτεϊνικού μορίου Hsp70 στην άμυνα των φυτών έναντι της ξηρασίας.

Η ανάδειξη γονιδίων που η έκφρασή τους διαφέρει μεταξύ των δύο ποικιλιών δύναται να οδηγήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την πιθανή συσχέτιση των γονιδίων με τον ανθεκτικό φαινότυπο. Προς την κατεύθυνση αυτή, η απόκτηση βασικής γνώσης για τους μοριακούς μηχανισμούς που διέπουν την ανθεκτικότητα στην ξηρασία θα έχει διττό ρόλο στη βελτίωση του γνωρίσματος; αφενός μεν θα συμβάλει στη δημιουργία λειτουργικών δεικτών για την ευχερέστερη ταυτοποίηση ανθεκτικού γενετικού υλικού σε πρώιμα στάδια επιλογής και αφετέρου θα καταστεί δυνατή η αξιοποίηση της γνώσης αυτής για τη στοχευμένη πλέον δημιουργία ανθεκτικού γενετικού υλικού, μέσω κλασσικών βελτιωτικών διαδικασιών ή μέσω γενετικής μηχανικής.

Συμπεράσματα

Στο σύνολό τους, τα αποτελέσματα της μελέτης υπογραμμίζουν σαφώς τη δυνατότητα ταυτοποίησης και επιλογής ανθεκτικού στην ξηρασία γενετικού υλικού σόγιας, μέσω του μεταγραφικού προφίλ συγκεκριμένων γονιδίων-δεικτών. Αξιοσημείωτη είναι η δυνατότητα διάκρισης της ανθεκτικότητας από τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια, γεγονός που καθιστά εφικτή την αναβάθμιση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας επιλογής. Τα γονίδια που προτείνονται ως εν δυνάμει εργαλεία για την ανίχνευση ανθεκτικών γονοτύπων πρέπει να ελεγχθούν για την αξιοπιστία τους. Στο πλαίσιο αυτό, είναι απαραίτητη η συσχέτιση των αποτελεσμάτων με την αξιολόγηση των υπό μελέτη γονοτύπων, μέσω της εκατοστιαίας απώλειας της απόδοσης υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης, σε πειράματα αγρού.

Βιβλιογραφία

Al-Whaibi, M.H. 2010.Plant heat-shock proteins: A mini review. J. King Saud Univ.-Science 23(2): 139-150.

Dung, T.L., R. Nishiyama, Y. Watanabe, M. Tanaka, M. Seki, L.H.Ham,K. Yamaguchi-Shinozaki, K. Shinozaki, and L.-S.Ph. Tran. 2012. Differential Gene Expression in Soybean Leaf Tissues at Late Developmental Stages under Drought Stress Revealed by Genome-Wide Transcriptome Analysis. PLOS One 7(11): e49522

Hao, Y.-J., W. Wei, Q.-X.Song, H.-W.Chen, Y.-Q.Zhang, F. Wang, H.-F.Zou, G. Lei, A.-G.Tian, W.-K.Zhang, B. Ma, J.-S.Zhang,and S.-Y. Chen. 2011. Soybean NAC transcription factors promote abiotic stress tolerance and lateral root formation in transgenic plants. The Plant J. 68: 302–313.

Li, P.S., T.F. Yu, G.H. He, M. Chen, Y.B. Zhou, S.Cl. Chai, Z.S. Xu, and Y.Z. Ma. 2014. Genome-wide analysis of the Hsf family in soybean and functional identification of GmHsf-34 involvement in drought and heat stresses. BMC Genomics. 15(1):1009

Nishizawa-Yokoi, A., R. Nosaka,H. Hayashi, H. Tainaka, T.Maruta,M. Tamoi, M. Ikeda, M. Ohme-Takagi,K. Yoshimura, Y.Yabuta, and S.Shigeoka. 2011.*HsfA1d* and *HsfA1e* involved in the transcriptional regulation of *HsfA2* function as key regulators for the Hsf signaling network in response to environmental stress. Plant Cell Physiol. 52(5):933-945.

Shinozaki, K., K. Yamaguchi-Shinozaki,and M. Seki. 2003. Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses. Curr. Op. Plant Biol. 6(5):410-417.

Zhang, L., H.-K.Zhao, Q.-L.Dong, Y.-Y.Zhang, Y.-M.Wang, H.-Y.Li, G.-J.Xing,Q.-Y. Li, and Y.-S. Dong. 2015. Genome-wide analysis and expression profiling under heat and drought treatments of HSP70 gene family in soybean (*Glycine max* L.) Front. Plant Sci. 6:773

Zhiyong, N., Z. Hu, Q. Jiang, and H. Zhang. 2013. GmNFYA3, a target gene of miR169, is a positive regulator of plant tolerance to drought stress. Plant Mol.Biol.82(1-2):113-129.

SOYBEAN GENE EXPRESSION PROFILING UNDER DROUGHT STRESS

E. Champla[1], O.I. Pavli[2], G. Kelaidi[1], G.N. Skaracis[1]

[1] Agricultural University of Athens, School of Agricultural Production, Infrastructure and Environment, Department of Crop Science, Laboratory of Plant Breeding and Biometry, IeraOdos 75, 11855, Greece

[2]University of Thessaly, Faculty of Agricultural Science, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, Laboratory of Genetics and Plant Breeding, FytokoyStr, 38446, N. Ionia, Magnisia, Greece

Summary

This study aimed at analyzing gene expression profile of transcription factors and other functional proteins associated with the trait of drought tolerance in soybean. A drought susceptible and a drought tolerant variety were studied for their response, at the transcriptomic level, when subjected to drought stress. Gene expression profile was determined at two developmental stages in order to investigate a possible dependence of gene expression to the crop developmental stage. The genotypes under study were subjected to drought stress a) *in vitro*, using solidified MS medium with decreased osmotic potential by adding polyethylene glycol (PEG) 6000 (PEG 0%, 2,5%, 5%), for 12 days and b) in greenhouse conditions using two different irrigation regimes: full (80% FWC) and insufficient (40% FWC), where the response to drought was assessed on plants that were stressed for a period of 6 days. Non-stressed plants were also included as controls. For transcriptomics, an *in silico* survey allowed for the selection of genes whose expression is related to soybean's response to drought. Relative gene expression was estimated by means of quantitative real-time PCR reactions (qRT-PCR). Differences in cDNA template amounts were normalized using the expression level of the ubiquitin gene. The results suggest that expression of certain genes is highly related to the resistance trait. Overall findings strongly support the possibility to identify and select drought tolerant soybean germplasm by using the transcription profile of certain genes as suitable markers. Moreover, in some cases resistance could be readily recognized form early growth stages, thus enabling an efficient selection of suitable germplasm at such stages.

IN-VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ «ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ» ΚΑΙ «ΑΡΕΤΗ»

Ι. Ζαφειρίου, Β-Σ. Τιτέλη, Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ*

Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. 54124 Θεσσαλονίκη, *mail: nianiou@agro.auth.gr

Περίληψη

Η τομάτα (*Solanum lycopersicon*) είναι μία από τις σημαντικότερες και πιο διαδεδομένες λαχανοκομικές καλλιέργειες παγκοσμίως. Καλλιεργείται σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών αντιμετωπίζοντας σημαντικά προβλήματα από προσβολές παθογόνων οργανισμών και αντιξοότητες του περιβάλλοντος. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν ο καθορισμός ενός αποτελεσματικού πρωτοκόλλου *in vitro* αναγέννησης με στόχο την παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού δύο ελληνικών ποικιλιών τομάτας, των 'Μακεδονία' και 'Αρετή'. Έκφυτα κοτυληδόνων και φύλλων 20 και 27 ημερών τοποθετήθηκαν σε τέσσερα διαφορετικής σύστασης υποστρώματα αναγέννησης, MSR_1 (0.1 mg/l IAA, 0.5 mg/l Z), MSR_2 (0 mg/l IAA, 1 mg/l Z), MSR_3 (0.1 IAA mg/l, 1 mg/l Z) και MSR_4 (0 mg/l IAA, 0.5 mg/l Z). Οι αναγεννημένοι βλαστοί μεταφέρθηκαν σε υπόστρωμα MS με 1,0 mg/l IAA, όπου και ριζοβόλησαν. Προσδιορίστηκε ο δείκτης βλαστογένεσης ως αριθμός αναγεννημένων βλαστών και για τις δύο ποικιλίες. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην αναγεννητική ικανότητα μεταξύ των δύο ποικιλιών. Τα έκφυτα φύλλων ηλικίας 20 ημερών της ποικιλίας 'Αρετή' στο υπόστρωμα MSR_3, παρουσίασαν τη μεγαλύτερη αναγεννητική ικανότητα, δίνοντας ~3 βλαστούς ανά έκφυτο. Τα ριζοβολημένα *in vitro* φυτά μεταφέρθηκαν σε συνθήκες περιβάλλοντος για περαιτέρω σκληραγώγηση. Η μελέτη αυτή αποτελεί ένα αποδοτικό σύστημα *in vitro* αναγέννησης βλαστών που θα μπορούσε να βοηθήσει στη βελτίωση των εμπορικά σημαντικών ποικιλιών τομάτας.

Λέξεις κλειδιά: Αναγέννηση βλαστών, θρεπτικά υποστρώματα, έκφυτα, Ζεατίνη, Ινδολυλο-3-οξικό οξύ

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η παραγωγή και η κατανάλωση τομάτας έχει αυξηθεί, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή διατροφική αξία των καρπών της. Η ιστοκαλλιέργεια, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στη διαδικασία της βελτίωσης και της παραγωγής υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού τομάτας με υψηλή αγρονομική αξία. Στην αρχή του 1980, ο μικροπολλαπλασιασμός θεωρήθηκε λύση σε πολλά προβλήματα που συνδέονται με τον εγγενή πολλαπλασιασμό των φυτών, ενώ τα τελευταία έτη, ο αριθμός των φυτικών ειδών που αναπαράγονται, σχεδόν αποκλειστικά, με τη μέθοδο της *in vitro* καλλιέργειας ανέρχεται σε περίπου 500 εκατομμύρια φυτά ετησίως. Το 74% του συνόλου είναι καλλωπιστικά φυτά, ενώ τα υπόλοιπα είναι διάφορα καλλιεργούμενα οπωροφόρα και δασικά είδη (Debergh, 1994).

Τα πλεονεκτήματα της ιστοκαλλιέργειας σχετίζονται με την παραγωγή, σε ολόκληρη τη διάρκεια του έτους, πολύ μεγάλου αριθμού ανώτερης ποιότητας φυτών όμοιων με το μητρικό. Για το σκοπό αυτό, τα τελευταία χρόνια, η έρευνα στρέφεται κυρίως, στην ανάπτυξη αποτελεσματικών πρωτοκόλλων παραγωγής και σκληραγώγησης, αλλά και στην

αυτοματοποίηση των εργασιών (Evans, 1989; Kitto, 1997; Loyola-Vargas and Ochoa-Alejo, 2012).

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος αναγέννησης σε φυτά τομάτας, θεωρείται η άμεση οργανογένεση από έκφυτα φύλλων, κοτυληδόνων ή λεπτών στρωμάτων από κύτταρα της ταξιανθίας (Compton and Veillcux, 1991). Επιπρόσθετα, η *in vitro* αναγέννηση σε συνδυασμό με το μικροεμβολιασμό δίνει τη δυνατότητα της μαζικής παραγωγής εμβολιασμένων φυτών για πολλά λαχανοκομικά είδη (Bhatia et al., 2004; Neuman et al., 2009).

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της αναγεννητικής ικανότητας δύο ελληνικών παραδοσιακών ποικιλιών τομάτας, των 'Αρετή' και 'Μακεδονία', με στόχο τον καθορισμό ενός αποτελεσματικού πρωτοκόλλου αναγέννησης, μέσω *in vitro* τεχνικών, που μπορεί να προσφέρει νέες προοπτικές στην παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού τομάτας με υψηλή αγρονομική αξία, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στη διαδικασία της βελτίωσης των σημαντικά εμπορικών ποικιλιών τομάτας.

Υλικά και μέθοδοι

In vitro αναγέννηση

Μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα της βλαστογένεσης δύο ελληνικών ποικιλιών τομάτας, των 'Μακεδονία' και 'Αρετή'. Μετρήθηκε η φυτρωτική ικανότητα των σπερμάτων 12 ημέρες μετά τη σπορά. Ως έκφυτα χρησιμοποιήθηκαν τμήματα φύλλων και κοτυληδόνων ηλικίας 20 και 27 ημερών, που απομονώθηκαν από σπορόφυτα των δύο ποικιλιών και τοποθετήθηκαν σε τέσσερα διαφορετικής σύστασης υποστρώματα αναγέννησης: MSR_1 (0.1 mg/l IAA, 0.5 mg/l Z), MSR_2 (0 mg/l IAA, 1 mg/l Z), MSR_3 (0.1 IAA mg/l, 1 mg/l Z), MSR_4 (0 mg/l IAA, 0.5 mg/l Z). Για κάθε πειραματική ενότητα χρησιμοποιήθηκαν 11 έκφυτα σε τρεις επαναλήψεις. Προσδιορίστηκε ο δείκτης βλαστογένεσης ως αριθμός αναγεννημένων βλαστών. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το πακέτο στατιστικής ανάλυσης SPSS.

In vitro ριζοβολία και σκληραγώγηση έρριζων φυτών

Οι νεοσχηματισμένοι βλαστοί μεταφέρθηκαν σε δοχεία τύπου Magenta με θρεπτικό υπόστρωμα MSR (1mg/l IAA, 0mg/l Z), προκειμένου να ριζοβολήσουν και να αυξηθούν σε μέγεθος.

Τα ριζοβολημένα φυτά, ύψους ~6cm μεταφέρθηκαν σε φυτοδοχεία πληρότητας μίγματος φυτοχώματος τύρφης : περλίτη (2:1), με σκοπό τον εγκλιματισμό τους σε συνθήκες περιβάλλοντος.

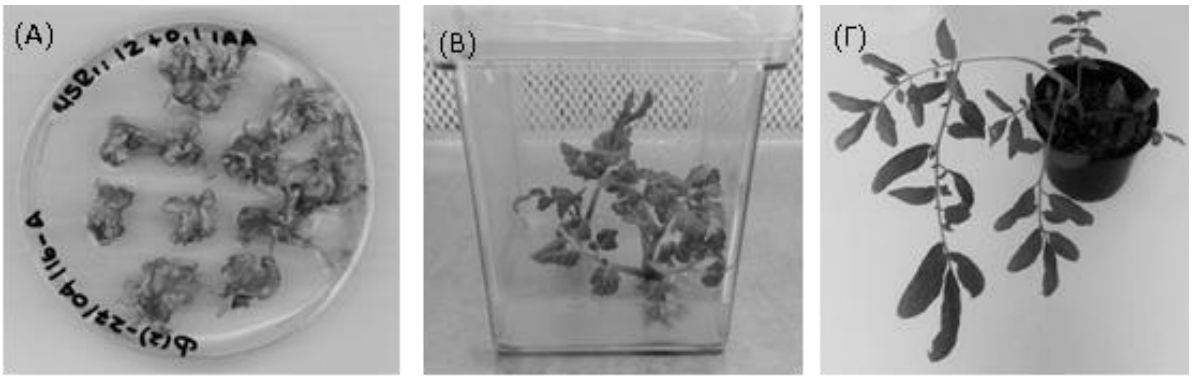
Αποτελέσματα και Συζήτηση

In vitro αναγέννηση βλαστών

Μελετήθηκε η επίδραση της ηλικίας, του υποστρώματος και του είδους των εκφύτων στην αποτελεσματικότητα της βλαστογένεσης των ποικιλιών τομάτας 'Μακεδονία' και 'Αρετή'. Κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας των πειραμάτων, παρατηρήθηκε διόγκωση των εκφύτων τόσο των κοτυληδόνων όσο και των φύλλων και των δύο ποικιλιών. Στα πιο εύρωστα από αυτά, διαπιστώθηκε και σχηματισμός συμπαγούς πράσινου κάλου στα σημεία, που πραγματοποιήθηκαν οι τομές. Κατά την διάρκεια της δεύτερης εβδομάδας παρατηρήθηκαν βλαστικοί οφθαλμοί, που έδωσαν γέννηση σε νέους βλαστούς. Η ποικιλία

'Αρετή' παρουσίασε μεγαλύτερο αριθμό αναγεννημένων βλαστών (Εικόνα 1Α) σε σχέση με την ποικιλία 'Μακεδονία' σε όλα τα υποστρώματα και για τα δύο είδη εκφύτων.

Πιο συγκεκριμένα, για την ποικιλία 'Αρετή', τα έκφυτα φύλλων ηλικίας 20 ημερών στο υπόστρωμα MSR_3, έδωσαν το μεγαλύτερο αριθμό αναγεννημένων βλαστών (86) από το σύνολο των αρχικών εκφύτων (33). Το 65-68% των αναγεννημένων βλαστών ριζοβόλησαν και σκληραγωγήθηκαν επιτυχώς (Εικόνα 1Β και 1Γ, Ραβδόγραμμα 1Α). Ακολουθούν τα έκφυτα φύλλων ηλικίας 27 ημερών, τα οποία στο υπόστρωμα MSR_4, έδωσαν 28 βλαστούς, ενώ στα υποστρώματα MSR_1 και MSR_2 20 και 14, αντίστοιχα. Αντίθετα, τα έκφυτα κοτυληδόνων και των δύο ηλικιών της συγκεκριμένης ποικιλίας δεν κρίθηκαν το ίδιο αποτελεσματικά ως προς το σχηματισμό νέων βλαστών και κατά συνέπεια ως προς τη ριζοβολία και τη σκληραγώγηση αυτών (Ραβδόγραμμα 1Β).



Εικόνα 1: Αναγεννητική ικανότητα της ποικιλίας 'Αρετή': (Α) Αναγέννηση βλαστών. (Β) Ριζοβολία φυταρίου. (Γ) Σκληραγώγηση αναγεννημένου φυτού.

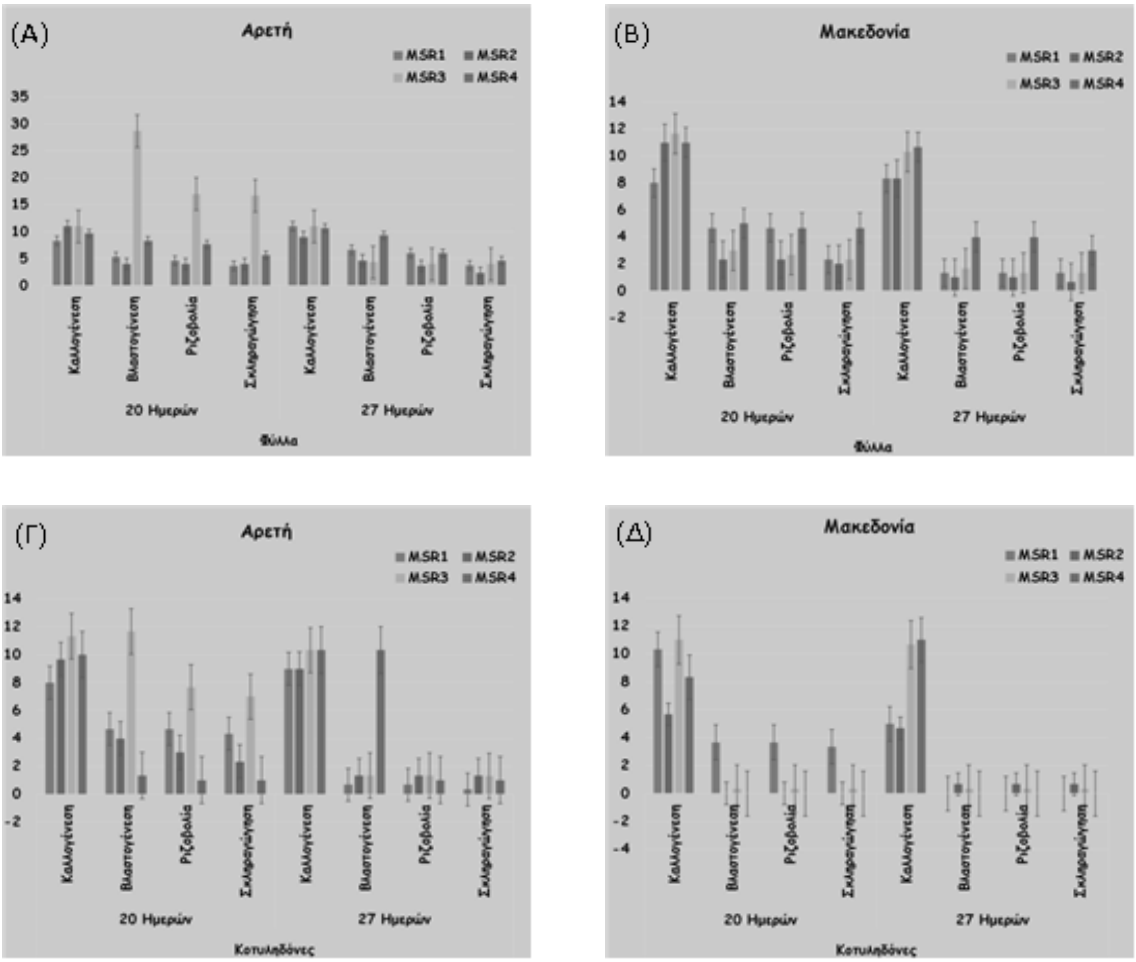
Για την ποικιλία 'Μακεδονία', αποδοτικότερα ως προς την αναγέννηση βλαστών, κρίθηκαν τα έκφυτα φύλλων ηλικίας 20 ημερών και στα τέσσερα υποστρώματα αναγέννησης. Στο MSR_4 παρατηρήθηκε ο σχηματισμός 15 βλαστών, στο υπόστρωμα MSR_1 σχηματίστηκαν 14, ενώ στα MSR_3 και MSR_2 εκπτύχθηκαν συνολικά 9 και 7 βλαστοί, αντίστοιχα. Τα έκφυτα κοτυληδόνων 20 ημερών στο υπόστρωμα MSR_2, καθώς και οι κοτυληδόνες 27 ημερών στα MSR_1 και MSR_4, επέδειξαν μηδενικά ποσοστά βλαστογένεσης (Ραβδόγραμμα 1Β και 1Δ). Με βάση τα παραπάνω, μεγαλύτερη ικανότητα βλαστογένεσης παρατηρήθηκε από τα έκφυτα φύλλων 20 ημερών που τοποθετήθηκαν στο υπόστρωμα MSR_4.

Παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της αναγέννησης αποτελούν ο γενότυπος του μητρικού φυτού, οι ρυθμιστές ανάπτυξης, καθώς επίσης, το είδος και η ηλικία του εκφύτου (Gubiš et al. 2004, Sasaki et al. 1986, Henry et. al. 1994, Al-Khayri et al. 1991, Πλαστήρας και Περδικάρης 1997). Στην παρούσα εργασία, παρατηρήθηκε ότι έκφυτα φύλλων που τοποθετήθηκαν σε υπόστρωμα εμπλουτισμένο με Z και IAA έδωσαν μεγαλύτερο αριθμό αναγεννημένων βλαστών, σε σχέση με τα υποστρώματα που περιείχαν μόνο αυξίνη. Οι Gubiš et al. (2004), μελέτησαν την επίδραση διαφορετικών ρυθμιστών ανάπτυξης στην αναγεννητική ικανότητα των φυτών από έκφυτα τομάτας, σε σχέση με τη συχνότητα αναγέννησης, τον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο και την *in vitro* ανάπτυξη τους. Το καλύτερο μέσο αναγέννησης ήταν το MS συμπληρωμένο με 1 mg/l Z και 0.1 mg/1 IAA. Σε όλους τους γονότυπους που μελετήθηκαν η συχνότητα αναγέννησης ήταν 100%. Οι Πλαστήρα και Περδικάρη (1997) υποστηρίζουν ότι τα έκφυτα φύλλων σε υποστρώματα με Z ή BA οδήγησαν

σε πολλαπλή αναγέννηση βλαστών. Τα αποτελέσματα της εργασίας έρχονται σε συμφωνία με το παραπάνω άρθρα. Επίσης, οι Henry et al. (1994), Sasaki et al. (1986) και Πλαστήρας και Περδικάρης (1997), παρατήρησαν γονοτυπικές διαφορές στην μορφογενετική ικανότητα των αναγεννημένων βλαστών, ανάλογα με το είδος και την ηλικία των εκφύτων, γεγονός που συμφωνεί και με την παρούσα μελέτη.

Συμπεράσματα

Η ποικιλία «Αρετή» παρουσίασε μεγαλύτερο αριθμό αναγεννημένων βλαστών σε σχέση με την ποικιλία «Μακεδονία» και στα τέσσερα υποστρώματα αναγέννησης και για τα δύο είδη των εκφύτων. Τα έκφυτα φύλλων και στα τέσσερα υποστρώματα παρουσίασαν υψηλότερη αναγεννητική ικανότητα σε σχέση με τα έκφυτα κοτυληδόνων και για τις δύο ποικιλίες. Τα έκφυτα φύλλων ηλικίας 20 ημερών της ποικιλίας 'Αρετή' αποτελούν το καταλληλότερο γενετικό υλικό εκκίνησης, στο υπόστρωμα MSR_3, τόσο για τον πολλαπλασιασμό των φυτών τομάτας μέσω της αναγέννησης όσο και για την περαιτέρω βελτίωση της με χρήση των μεθόδων της βιοτεχνολογίας. Επίσης, η ανάπτυξη ενός οικονομικού πρωτοκόλλου μαζικής παραγωγής φυτών, μέσω *in vitro* καλλιέργειας θα συνεισφέρει στη μείωση της τιμής ανά φυτό.



Ραβδόγραμμα 1: Αναγενετική ικανότητα των ποικιλίων τομάτας. Έκφυτα φύλλων ποικιλίας (Α)'Αρετή' και (Β) 'Μακεδονία'. Έκφυτα κοτυληδόνων ποικιλίας (Γ) 'Αρετή' και (Δ) 'Μακεδονία'.

Βιβλιογραφία

Al-Khayri J.M. et al. 1991. Regeneration of spinach from leaf callus, Hort Science vol. 26 no. 7 913-914.

Bhatia P. et al. 2004. Comparative performance of micropropagated and seed-grown tomato plants. Biologia Plantarum, 48(4):625-628.

Compton M.E., and Veulleiux R. 1991. Shoot, root and flower morphogenesis on tomato inflorescence explants. Plant cell tissue organ culture 24: 223-231.

Evans D.A. 1989. Somaclonal variation-genetic basis and breeding applications, Trends Genet. 5(2): 46-50.

Gubiš J. et al., 2004. Effect of growth regulators on shoot induction and plant regeneration in tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Biologia-Bratislava 59/3: 405-408.

Henry Y., Vain P., and De Buyser J. 1994. Genetic analysis of in vitro plant tissue culture responses and regeneration capacities. Euphytica, 79 (1–2): 45–58.

Kitto S.L. 1997. Commercial micropropagation, Hort Science 32: 1012-1014.

Loyola-Vargas V.M. and Ochoa-Alejo N. 2012. Plant Cell Culture Protocols. Humana Press. New York.

Neumann K.H., Kumar A., and Imani J. 2009. Plant Cell and Tissue Culture- A Tool in Biotechnology. Springer. Berlin.

Plastira V.A., and Perdikaris A.K. 1997. Effect of genotype and explant type in regeneration frequency of tomato in vitro. ISHS Acta Horticulturae 447: III International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding.

Sasaki H., Nakai S., and Kubouchi H. 1986. Organ formation of spinach hypocotyl tissues cultured in vitro J. Hokkaido Univ. Educ. 37, pp. 49-56 (in Japanese with English summary).

Werbrouck S., and Debergh P. 1994. Plant Cell Culture: A practical approach, Second Edition, Oxford University Press, Oxford, England. p. 127-145.

IN VITRO PRORAGATION OF TOMATO CULTIVARS 'MACEDONIA'AND 'ARETI'

I. Zafeiriou, V.S. Titeli, I. Nianiou-Obeidat

Tomato is one of the most important economical vegetable crops in the Solanaceae family grown throughout the world. Moreover, it has been grown in a wide range of environmental conditions due to many biotic and abiotic stresses. In the present study, attempts to develop an efficient protocol for regeneration of two Greek tomato cultivars 'Macedonia' and 'Areti' have been made. Development of protocols for *in vitro* regeneration can provide new advances for the production of high quality mass propagation material via tomato tissue culture. Cotyledon explants isolated from 20 and 27 days old seedlings were aseptically cultured on a four different regeneration media, MSR_1 (0.1 mg / l IAA, 0.5 mg / l Z), MSR_2 (0 mg / l IAA, 1 mg / l Z), MSR_3 (0.1 IAA mg / l, 1 mg / l Z) and MSR_4 (0 mg / l IAA, 0.5 mg / l Z), supplemented with various concentrations and combinations of growth regulators. Shoots produced *in vitro* were rooted on MS basal medium with 1.0 mg/l IAA. The frequency of shoot formation was influenced by the type, age and concentration of phytohormones used. Significant differences were observed between the two cultivars in the mean number of the regenerated shoots produced from the different explants. Multiple shoots regeneration of tomato cultivar 'Areti' was initiated from the 20 days old leaf explants in MSR_3,

giving ~3 shoots per explant. The *in vitro* rooted plants were transferred to environmental conditions for further acclimatization. A good *in vitro* plant regeneration system may also assist in further improvement of the commercially important tomato varieties.

ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΣ ΣΕ ΒΙΟΤΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

N. I. Kozub[1], A.V. Karelov[2], I.A Sozinov[2], O. Sozinova[3], I. N. Ξυνιάς[4*]

[1] Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine, Osipovskogo St. 2a, 04123, Kyiv, Ukraine
[2] Institute of Plant Protection, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Vasilkovska St., 33, 03022, Kyiv, Ukraine
[3] Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[4] ΤΕΙ Δ. Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τέρμα Κοντοπούλου, 53 100 Φλώρινα.
[*] ixynias@teiwm.gr; ioannis_xynias@hotmail.com

Οι βιοτικοί παράγοντες καταπόνησης αποτελούν σοβαρό πρόβλημα στην καλλιέργεια του σιταριού. Εκτός από τις μειωμένες αποδόσεις (σκωριάσεις), είναι δυνατό να προκαλέσουν προβλήματα στους καταναλωτές (π.χ. δηλητηριώδεις τοξίνες το φουζάριο), ή, επιπλέον, και να μεταφέρουν άλλα παθογόνα στις διάφορες καλλιέργειες (αφίδες). Για όλους αυτούς τους λόγους, η εύρεση ανθεκτικών ποικιλιών και των αντιστοίχων γονιδίων αποτελεί κύριο στόχο για πολλά βελτιωτικά προγράμματα. Η σύγχρονη μοριακή βελτίωση με την αναλυτικότατη τεχνολογία που διαθέτει μπορεί να συμβάλει τα μέγιστα προς το σκοπό αυτό. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οκτώ ελληνικές ποικιλίες μαλακού σιταριού με σκοπό να βρεθεί ποιες από αυτές φέρουν γονίδια ανθεκτικότητας για ορισμένους από τα πλέον σοβαρούς βιοτικούς παράγοντες καταπόνησης, όπως είναι οι σκωριάσεις, το φουζάριο, το ελμιθοσπόριο, το ωίδιο και η Ρωσική αφίδα. Να σημειωθεί ότι το γονίδιο *Lr34/Yr18/Pm38/Sr57/Bdv1* ελέγχει την ανθεκτικότητα στις σκωριάσεις, στο ωίδιο και στον ιό κίτρινου νανισμού του κριθαριού, τα γονίδια *Tsn1*και *Tsc2* ελέγχουν την ανθεκτικότητα στην ελμιθοσπορίαση, το γονίδιο *TDF_076_2D* στο φουζάριο, ενώ η 1BL.1RS χρωμοσωματική μετατόπιση ελέγχει το δυναμικό απόδοσης, την ανθεκτικότητα στην ξηρασία και σε διάφορους βιοτικούς παράγοντες καταπόνησης. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR) αφού προηγουμένως είχαν επιλεγεί οι κατάλληλοι εκκινητές. Τα αποτελέσματα της μοριακής ανάλυσης έδειξαν ότι η ποικιλία Ελισάβετ φέρει γονίδια ανθεκτικότητας στην ελμιθοσπορίαση, στις σκωριάσεις στο ωίδιο, στο φουζάριο, στον ιό κίτρινου νανισμού και στη Ρωσική αφίδα. Η ποικιλία Γεκόρα είναι ανθεκτική στο ελμιθοσπόριο, στις σκωριάσεις και το φουζάριο. Η ποικιλία Αχέρων, που φέρει επίσης την 1BL.1RS μετατόπιση, είναι ανθεκτική στο ελμιθοσπόριο, και στη Ρωσική αφίδα, ενώ είναι ευπαθής στο φουζάριο, στο ωίδιο και στον ιό του κίτρινου νανισμού. Από τα προηγούμενα είναι σαφές ότι η ποικιλία Ελισάβετ φέρει ένα πολύ αξιόλογο συνδυασμό ευνοϊκών αλληλομόρφων γονιδίων και πρέπει να αξιοποιηθεί εκτεταμένα και ως γονέας σε προγράμματα διασταυρώσεων για τη δημιουργία νέου γενετικού υλικού.

3Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΛΕΥΚΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ ΣΕ ΧΑΜΗΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΠΟΡΑΣ ΣΕ ΑΡΙΣΤΟ & ΑΛΚΑΛΙΚΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Δ. Βλαχοστέργιος[1], Ι. Διβανές[2], Α. Φυντανής[3], Ι. Τζανακούλη[2], Α. Χα[2], Α. Μαυρομάτης[3]

[1]Ινστ. Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, ΕΛΓΟ-«ΔΗΜΗΤΡΑ», vlachostergios@gmail.com
[2]Εργ. Γενετικής & Βελτίωσης Φυτών, Τμ. Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Παν. Θεσσαλίας
[3]Εργ. Γενετικής & Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ

Το λευκό λούπινο (*Lupinus albus* L.) είναι μια σημαντική πρωτεϊνούχος καλλιέργεια η οποία μπορεί να αντικαταστήσει εξ ολοκλήρου την σόγια στα σιτηρέσια των αγροτικών ζώων. Η επέκταση της καλλιέργειάς του περιορίζεται από την αδυναμία του να αναπτυχθεί σε εδάφη με PH>7 και $CaCO_3$>2%. Έτσι, η καλλιέργεια ποικιλιών με υψηλό παραγωγικό δυναμικό και ανοχή σε αλκαλικά εδάφη αποτελεί την πιο αποτελεσματική επιλογή. Το αντικείμενο της εργασίας ήταν η αναγνώριση και επιλογή ατομικών φυτών από τοπικούς πληθυσμούς και προχωρημένες γενεές λευκού λούπινου για απόδοση και ανοχή σε αλκαλικά εδάφη και η ανάπτυξη ενός συστήματος επιλογής ποικιλιών κατάλληλων για καλλιέργεια σε συνθήκες εδαφικής καταπόνησης. Τα πειράματα εγκαταστάθηκαν σε δυο περιοχές με διαφορετικές εδαφοκλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2014-15. Στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου (Π1), που θεωρήθηκε άριστο περιβάλλον ανάπτυξης (PH=6.5, $CaCO_3$: 0.0) και το ΙΒ&ΚΦ (Π2) που αποτέλεσε το περιβάλλον εδαφικής καταπόνησης (PH=8.1, $CaCO_3$: 2.6). Εγκαταστάθηκε κυψελωτό σχέδιο R-13 με 50 επαναλήψεις σε κάθε περιοχή (650 φυτά/περιοχή). Η πυκνότητα σποράς ρυθμίστηκε στα 1,2 φυτά/τ.μ., η οποία έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη των φυτών σε απουσία ανταγωνισμού. Οι μετρήσεις που έγιναν αφορούσαν την απόδοση σπόρου/φυτό, αριθμό λοβών/φυτό, αριθμό σπόρων/λοβό, πρωιμότητα άνθισης, τιμή SPAD/φυτό, βάρος 1000 σπόρων/φυτό, τρόπο ανάπτυξης/φυτό. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με ειδικό στατιστικό πρόγραμμα για κυψελωτά πειραματικά σχέδια. Στην θέση Π1 η μέση απόδοση/ατομικό φυτό του πειράματος ήταν 52γρ, και το εύρος τιμών που κυμάνθηκε ο μέσος όρος για κάθε γενότυπο ήταν από 34 έως 68 γρ. Οι 13 τοπικοί πληθυσμοί και σειρές κατατάχθηκαν με βάση το κριτήριο του παραγωγικού δυναμικού και ακολούθησε η επιλογή του πιο αποδοτικού ατομικού φυτού από τους 7 πρώτους πληθυσμούς ή σειρές. Στη θέση–καταπόνησης (Π2) παρατηρήθηκε σημαντική παραλλακτικότητα στη φαινοτυπική έκφραση και στην απόδοση/φυτό. Το 40% περίπου των ατομικών φυτών που σπάρθηκαν δεν έφθασε σε στάδιο ωριμότητας. Η μέση απόδοση/φυτό του πειράματος ήταν μόλις 3,32γρ και το εύρος τιμών που κυμάνθηκε ο μέσος όρος για κάθε γενότυπο ήταν από 1,8 έως 4,6 γρ. Ωστόσο, αναγνωρίστηκαν 32 ατομικά φυτά με απόδοση που κυμάνθηκε από 15 έως 45γρ και τα έξι πιο αποδοτικά από αυτά επιλέχθηκαν. Ο αριθμός λοβών/φυτό και ο αριθμός σπόρων/λοβό παρουσίασαν πολύ υψηλή συσχέτιση με την απόδοση (>0,90) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν κριτήρια έμμεσης επιλογής. Ο δείκτης SPAD έδειξε συσχέτιση 0,47 ενώ το βάρος 1000 σπόρων 0,26. Τα αποτελέσματα έδειξαν την ύπαρξη αξιόλογης γενετικής παραλλακτικότητας η οποία μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μιας ποικιλίας με υψηλό παραγωγικό δυναμικό και ανοχή στα αλκαλικά εδάφη. Το πρόγραμμα θα συνεχιστεί με τον απογονικό έλεγχο των επιλεγέντων φυτών στις δυο περιοχές.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΓΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΨΥΧΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η. Αναστασόπουλος

Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονία και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής ΤΕΙ Θεσσαλίας, 41110 Λάρισα, (anastaso@teilar.gr)

Το νερό είναι το σπουδαιότερο στοιχείο για τη ζωή στον πλανήτη όχι μόνο γιατί αποτελεί το κύριο συστατικό των ζωντανών οργανισμών αλλά και γιατί παρουσιάζει σπάνιες φυσικοχημικές ιδιότητες. Σε θερμοκρασίες υπό το μηδέν το νερό βρίσκεται μέσα στα κύτταρα είτε σε υγρή φάση, οπότε καλείται υπέρψυχρο, είτε σε στερεή οπότε καλείται πάγος. Η απότομη μετάβαση του νερού από την υγρή στη στερεή φάση, είναι καταστροφική για τα κύτταρα. Ο ρυθμός με τον οποίο ψύχονται και αποψύχονται τα κύτταρα, εξαρτάται κυρίως από το κυτταρικό τους περιεχόμενο, το οποίο μπορεί να παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, όχι μόνο από φυτό σε φυτό, αλλά και μεταξύ διαφορετικών κυττάρων του ίδιου φυτού. Τα φυτά έχουν την ικανότητα να ανταποκρίνονται σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα, όπως το ψύχος, ρυθμίζοντας την έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων τους. Αποτέλεσμα αυτής της ρύθμισης είναι η παραγωγή οσμολυτών, συνήθως σακχάρων ή αμινοξέων και σπανιότερα παγοπυρηνωτικών ή αντιπαγωτικών πρωτεϊνών, που προσδένονται σε μόρια νερού, είτε για να σχηματίσουν έναν κρύσταλλο, είτε για να εμποδίσουν την περαιτέρω ανάπτυξη ενός εμβρύου πάγου. Προκειμένου να μελετήσουμε συστηματικά τους παράγοντες εκείνους που καθορίζουν την ανθεκτικότητα των φυτών στον παγετό, αναπτύξαμε μια τεχνολογική πλατφόρμα μαζικής επιλογής φυτών που βασίζεται στη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η πλατφόρμα αποτελείται από ένα αλκοολόλουτρο, το οποίο ψύχεται με ανάδευση από τους 0°C στους -40 ^{o}C, όπου επιπλέουν μικροπιάτα συνήθως των 96 θέσεων. Η θερμοκρασία στην οποία παγώνει κάθε δείγμα μέσα στο μικροπιάτο καταγράφεται περίπου κάθε δευτερόλεπτο. Ειδικό λογισμικό αναλύει τις θερμοκρασίες που καταγράφηκαν και δημιουργεί μια καμπύλη θερμοκρασιών για κάθε δείγμα, πάνω στην οποία αναφέρονται χαρακτηριστικά σημεία που καθορίζουν τη συμπεριφορά κάθε δείγματος. Από τη σύγκριση όλων των καμπυλών μπορούν να εντοπισθούν φυτά που είναι ανθεκτικά στον παγετό και να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το μηχανισμό ανθεκτικότητας που έχουν αναπτύξει. Η πλατφόρμα έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών και σε διαφορετικούς τύπους δειγμάτων.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΑΠΟ ΑΓΡΙΑ ΑΓΚΙΝΑΡΑ ΚΑΙ ΤΟ ΖΙΖΑΝΙΟ ΚΟΥΦΑΓΚΑΘΟ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ

Ι. Βασιλάκογλου[1], Κ. Δήμας[2],Ι. Γράβαλος[1], Η.Αναστασόπουλος[1]

[1]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 411 10 Λάρισα
[2]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 574 00 Εχέδωρος

Σε πείραμα αγρού που διεξήχθη στο Αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλίας κατά τις καλλιεργητικές περιόδους 2014-15 και 2015-16 διερευνήθηκε η παραγωγικότητα σε βιομάζα και θερμική ενέργεια του ζιζανίου κουφάγκαθου (*Silybum marianum*) και της άγριας αγκινάρας (*Cynara cardunculus*, var. C12) σε συνθήκες ανταγωνισμού και μη με τα ζιζάνια. Επιπλέον, στις παραπάνω καλλιέργειες δεν εφαρμόστηκε λίπανση και άρδευση, ώστε να διερευνηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης μη αρδευόμενων και χαμηλής γονιμότητας εδαφών. Ειδικότερα, το πείραμα εγκαταστάθηκε τον Οκτώβριο του 2014 και χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων, όπου το φυτικό είδος (κουφάγκαθο, άγρια αγκινάρα) αποτελούσε τα κύρια τεμάχια και η παρουσία ή μη των ζιζανίων (*Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Fumaria officinalis*, *Polygonum convolvulus*, *Lamium amplexicaule*, *Stellaria media*) τα υποτεμάχια. Η σπορά του κουφάγκαθου επαναλήφθηκε τον Οκτώβριο του 2015 στα ίδια τεμάχια, ενώ για την άγρια αγκινάρα δεν έγινε επανασπορά, διότι είναι πολυετές φυτό. Κατά την περίοδο του ανταγωνισμού (Μάρτιος-Απρίλιος), αξιολογήθηκε ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος των ζιζανίων και των καλλιεργούμενων φυτών. Επιπλέον, τα δείγματα που πάρθηκαν την περίοδο αυτή χρησιμοποιήθηκαν για την παραλαβή εκχυλισμάτων και τη διεξαγωγή βιοδοκιμών με φυτά δείκτες τη λεπτή ήρα (*Lolium rigidum*) και την κοντή φάλαρη (*Phalaris minor*), ώστε να διερευνηθεί πιθανή αλληλοπαθητική επίδραση των καλλιεργούμενων φυτών εναντίον των ζιζανίων. Στη συγκομιδή (Ιούνιο για το κουφάγκαθο και Αύγουστο για την άγρια αγκινάρα) αξιολογήθηκε η απόδοση σε ξηρή βιομάζα και η θερμική απόδοση κατά την καύση. Τα δεδομένα του πειράματος έδειξαν ότι το κουφάγκαθο και η άγρια αγκινάρα ανταγωνίστηκαν ικανοποιητικά τα χειμερινά ζιζάνια (μικρή μείωση της απόδοσης σε βιομάζα), ενώ τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών έδειξαν ότι, πιθανώς, εκδηλώνουν ταυτόχρονα αλληλοπαθητική δράση. Το πρώτο έτος (έτος εγκατάστασης για την άγρια αγκινάρα), η απόδοση του κουφάγκαθου (650-720 kg/στέμμα) ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της άγριας αγκινάρας (περίπου 150 kg/στρέμμα), η οποία έδειξε πολύ μεγαλύτερη απόδοση σε βιομάζα κατά το δεύτερο έτος. Και στα δύο έτη η θερμική απόδοση κατά την καύση της άγριας αγκινάρας (16,5-17,3 J/g) ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη από εκείνη του κουφάγκαθου (15,5-16,0 J/g).Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η άγρια αγκινάρα πρωτίστως, αλλά και το κουφάγκαθο κατά δεύτερο λόγο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιομάζας σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας και σε συνθήκες μειωμένων εισροών, χωρίς δηλ. προσθήκη ζιζανιοκτόνων, λιπασμάτων και άρδευση.

ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ ΦΑΚΗΣ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟΜΕΤΑΔΙΔΟΜΕΝΟΥΣ ΙΟΥΣ

Α. Καργιωτίδου[1], Ε. Χατζηβασιλείου[2], Κ.Τζανταρμάς[1], Ι. Τοκατλίδης[1]

[1]Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Δ.Π.Θ, 682 00 Ορεστιάδα
[2]Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Οι σπορομεταδιδόμενοι ιοί στη φακή αποτελούν σημαντικό επιδημιολογικό παράγοντα. Ο ιός του μωσαϊκού του μπιζελιού (PSbMV) που θεωρείται ο πιο επιζήμιος στη φακή, μεταδίδεται σε υψηλά ποσοστά με το σπόρο. Οι παραδοσιακοί πληθυσμοί που αναπαράγονται χωρίς κάποιο σύστημα πιστοποίησης διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο προσβολής. Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να διερευνηθεί η υπόθεση ότι η αναπαραγωγή του σπόρου απουσία ανταγωνισμού και η επιλογή και χρήση σπόρου μόνο από τα φαινομενικά υγιή φυτά αποτελεί στρατηγική εξυγίανσης του σπόρου. Το γενετικό υλικό αποτέλεσε ένας καλλιεργούμενος παραδοσιακός πληθυσμός φακής για τρείς καλλιεργητικές περιόδους. Σε κάθε κύκλο, επιλέχθηκαν τα υψηλοαποδοτικότερα φαινομενικά υγιή φυτά και οι σπόροι τους αναμιγνύονταν για να σχηματίσουν ένα καινούργιο πληθυσμό. Στον αρχικό πληθυσμό ταυτοποιήθηκαν τρεις ιοί μεταξύ αυτών και ο PSbMV. Το ιολογικό φορτίο σταδιακά μειώθηκε και ύστερα από τρεις κύκλους επιλογής δεν ανιχνεύτηκε ιός. Σε σύγκριση με τον αρχικό πληθυσμό, οι βελτιωμένοι πληθυσμοί είχαν υψηλότερα ποσοστά φυτών που επιβίωναν και έφταναν στην ωρίμανση, καθώς και χαμηλότερο συντελεστή παραλλακτικότητας (CV). Επιπλέον, η απόδοση των βελτιωμένων πληθυσμών ήταν υψηλότερη σε αραιή σπορά έως 44% και σε πυκνή έως 7,4%. Συμπερασματικά η αναπαραγωγή του σπόρου στα πρώτα στάδια αναπαραγωγής απουσία ανταγωνισμού ώστε να μειωθεί το φορτίο των σπορομεταδιδόμενων ιών και στη συνέχεια σε πυκνή σπορά ώστε να πολλαπλασιαστεί ο σπόρος, αποτελεί στρατηγική εξυγίανσης του σπόρου στη φακή.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΩΣ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΚΑΙ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Χ. Δόρδας[1], Φ. Παπαθανασίου[2], Α. Λιθουργίδης[3], J-K. Petrevska[2], Ι. Παπαδόπουλος[2],Ι. Σιστάνης[2], Χ. Πάνκου[1], Φ. Γκέκας[1], Ε. Νίνου[3], Ι. Μυλωνάς[3], Κ. Τζανταρμάς[4], Α. Καργιωτίδου[4], Ι. Τοκατλίδης[4]

[1]ΑΠΘ, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, 541 24, Θεσσαλονίκη
[2]ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 53100 Φλώρινα
[3]Τμήμα Γεωπονίας, Αγρόκτημα ΑΠΘ, 57001 Θέρμη
[4]ΔΠΘ, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 50200 Ορεστιάδα

Η βελτίωση του αραβοσίτου για αντοχή στην υδατική καταπόνηση ήταν ανέκαθεν πρωταρχικής σημασίας σκοπός για βελτιωτές και φυσιολόγους. Στις μέρες μας, η κλιματική αλλαγή θέτει νέες προκλήσεις στην προσαρμογή των καλλιεργουμένων ειδών σε περιβάλλοντα καταπόνησης. Ως ένα μέσο επιλογής σε αυτού του είδους τα περιβάλλοντα, έχει προταθεί η χρησιμοποίηση φυσιολογικών παραμέτρων. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί εάν τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως αξιόπιστος δείκτης στην αξιολόγηση καθαρών σειρών αραβοσίτου και των υβριδίων τους, τόσο σε κανονικές όσο και σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης, καθώς και σε δύο πυκνότητες σποράς, η μία σε συνθήκες έλλειψης ανταγωνισμού (ΕΑ) και η άλλη σε πυκνή σπορά (ΠΣ). Τριάντα (30) καθαρές σειρές και 30 απλές διασταυρώσεις μεταξύ τους αξιολογήθηκαν σε τρεις τοποθεσίες στην Βόρεια Ελλάδα το 2012 και το 2013 αντίστοιχα. Στην ΕΑ η πυκνότητα ήταν 0,74 φυτά/m^2, ενώ στη ΠΣ ήταν 4,44 φυτά/m^{2}στην μειωμένη άρδευση και 6,67 και 7,84 φυτά/m^2 στην κανονική άρδευση για τις καθαρές σειρές και τα υβρίδια αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε υψηλή συσχέτιση μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν και της απόδοσης σε καρπό, ειδικά για τις καθαρές σειρές. Φαίνεται πως μερικά φυσιολογικά χαρακτηριστικά σε συνθήκες έλλειψης ανταγωνισμού, μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστα κριτήρια επιλογής γενοτύπων που προσαρμόζονται ευκολότερα στην υδατική καταπόνηση, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο στα σύγχρονα υβρίδια αραβοσίτου να καλλιεργούνται σε ένα ευρύτερο φάσμα περιβαλλόντων. Σε συνθήκες πυκνής σποράς η πιθανότητα αυτή δεν αποδεικνύεται, καθώς φυσιολογικά χαρακτηριστικά και απόδοση δεν συσχετίστηκαν μεταξύ τους τόσο για τις καθαρές σειρές όσο και για τα υβρίδια.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΚΑΙ ΥΨΗΛΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ

Η. Αυδίκος[1], Ρ. Ταγιάκας[2], Ε. Μαλούπα[1], Α. Μαυρομάτης[2]

[1]Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων (Ι.Γ.Β.&Φ.Π.), 570 01 Θέρμη-Θεσσαλονίκη
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.), Σχολή Γεωπονίας Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 541 24 Θεσσαλονίκη

Στην τομάτα *(Solanum lycopersicum*) όπως και σε άλλα αυτογονιμοποιούμενα είδη, όπου κυριαρχεί η αθροιστική γενετική παραλλακτικότητα, είναι δυνατό να γίνει σταθεροποίηση της ετέρωσης. Αν επικρατεί η κυριαρχία ή και η ημικυριαρχία είναι δυνατό να δημιουργηθούν πληθυσμοί ή ακόμη και καθαρές σειρές με παραγωγικό δυναμικό ανάλογο των υβριδίων. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την αξιολόγηση 20 ανασυνδυασμένων σειρών προχωρημένων γενεών (F5, HS6) με μάρτυρες απλά εμπορικά υβρίδια καθώς και την εγχώρια ποικιλία Μακεδονία, σε συστήματα καλλιέργειας χαμηλών και υψηλών εισροών. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν το έτος 2015, στο αγρόκτημα έμπειρου τοματοκαλλιεργητή στην περιοχή της Πρέβεζας, σε θερμαινόμενο θερμοκήπιο (πείραμα υψηλών εισροών) και στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο/δικτυοκήπιο (πείραμα χαμηλών εισροών). Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε περιελάμβανε 20 ανασυνδυασμένες σειρές προχωρημένων γενεών (F_5 γενεάς, που δημιουργήθηκαν με γενεαλογική επιλογή εντός των υβριδίων Formula και Elpida) ή και μετά από ημισυγγενική επιλογή (HS_6 γενεάς, εντός των υβριδίων Iron και Sahara) με μάρτυρες, τα απλά εμπορικά υβρίδια προέλευσης, καθώς και την εγχώρια ποικιλία Μακεδονία. Η παρούσα εργασία οδήγησε στον εντοπισμό ανασυνδυασμένων σειρών που ανταποκρίνονται ικανοποιητικά στο σύστημα χαμηλών εισροών ή και άλλων που έδωσαν εξίσου καλά αποτελέσματα και στα δύο συστήματα καλλιέργειας ενώ σε πολλές περιπτώσεις έφτασαν σε επίπεδο πρωιμότητας ανάλογο των υβριδίων και ξεπέρασαν σε παραγωγικό δυναμικό, την απόδοση των υβριδίων.

3Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΤΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΙΓΝΑΣ (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Ε. Λαζαρίδη, Δ. Σάββας, Δ. Μπιλάλης, Γ. Ντάτση, Π. Ι. Μπεμπέλη

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η βίγνα (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) είναι ψυχανθές των τροπικών και υποτροπικών περιοχών με υψηλή διατροφική αξία, ικανό να ανταπεξέρχεται στη ζέστη και την ξηρασία καλύτερα σε σύγκριση με άλλα ψυχανθή. Σημαντική θεωρείται επίσης η ικανότητά της να αυξάνει τα ποσοστά του διαθέσιμου αζώτου στο έδαφος, μέσω της συμβιωτικής βιολογικής αζωτοδέσμευσης. Η επιλογή επομένως υψηλοαποδοτικών ποικιλιών σε συνδυασμό με υψηλό δυναμικό βιολογικής αζωτοδέσμευσης υπό συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης, αναμένεται να συμβάλει στην ανάπτυξη ποικιλιών υψηλής απόδοσης και διατροφικής αξίας, με αντοχή στην ξηρασία, γεγονός σημαντικό ενόψει των κλιματικών αλλαγών. Σκοπός της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η εκτίμηση της επίδρασης μειωμένης άρδευσης στην απόδοση, τη θρεπτική αξία και τη βιολογική αζωτοδέσμευση πέντε τοπικών ποικιλιών βίγνας μεσογειακής προέλευσης. Για το σκοπό αυτό, κατά τη θερινή καλλιεργητική περίοδο του 2015, αξιολογήθηκε η παραγωγή τόσο σε ξηρό σπόρο, όσο και νωπό λοβό, η θρεπτική αξία και η βιολογική αζωτοδέσμευση πέντε τοπικών ποικιλιών βίγνας (AUA2, AUA21, Vg60, BGE038478, BGE038479) υπό συνθήκες πλήρους (100%) και ελλειμματικής άρδευσης (50%), ενώ ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η βελτιωτική σειρά IT-97K-499-35. Το πείραμα διεξήχθη στον Πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split-plot), με κύρια τεμάχια τις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης και ως υποτεμάχια τους έξι γονότυπους βίγνας σε σχέδιο ΤΠΟ με τέσσερις επαναλήψεις. Οι μετρήσεις αφορούσαν στην απόδοση των τοπικών ποικιλιών είτε σε νωπό λοβό, είτε σε σπόρο και περιελάμβαναν τον αριθμό λοβών ανά φυτό, το βάρος των νωπών λοβών ανά φυτό (g), το βάρος του νωπού λοβού (g), το μήκος του λοβού (cm), τον αριθμό των σπόρων ανά λοβό, τον αριθμό των σπόρων ανά φυτό και το βάρος των σπόρων ανά φυτό (g). Επίσης, υπολογίστηκε η περιεκτικότητα τόσο του υπέργειου μέρους, όσο και των λοβών σε θρεπτικά στοιχεία, όπως το N, P, K, Mg, Na, Mn και Fe, ενώ η βιολογική αζωτοδέσμευση υπολογίστηκε με βάση τη μέθοδο του σταθερού ισοτόπου $\delta^{15}N$. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική επίδραση της ελλειμματικής άρδευσης τόσο στην παραγωγή νωπού λοβού και ιδιαίτερα του σπόρου, όσο και στη θρέψη των φυτών, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά στο ποσοστό του αζώτου που προήλθε από βιολογική αζωτοδέσμευση. Οι τοπικές ποικιλίες που εξετάστηκαν παρουσίασαν διαφορές όσον αφορά την ικανότητά τους να αναπτύσσονται και να αποδίδουν σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης. Η τοπική ποικιλία Vg60 φάνηκε να αποδίδει καλύτερα συγκριτικά με τις υπόλοιπες τοπικές ποικιλίες και κατά τις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης που εφαρμόστηκαν κι επομένως χαρακτηρίστηκε ως η πιο υψηλοαποδοτική και ανθεκτική σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης. Επομένως η τοπική αυτή ποικιλία θα μπορούσε, έπειτα από περαιτέρω αξιολόγηση, να αποτελέσει μία ποικιλία υψηλοαποδοτική, προσαρμοσμένη στις

μεσογειακές συνθήκες, σε καλλιεργητικά συστήματα μειωμένων εισροών ή να συμβάλει στη δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών βίγνας με ανθεκτικότητα στην ξηρασία.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 16 ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΚΑΙ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΗΔΕΝΙΚΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Θ.Β. Λαζαρίδου, Α. Μπόμπολης, Α. Μητρούση, Ι. Ν. Ξυνιάς

ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τέρμα Κοντοπούλου, 53 100 Φλώρινα.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη δεκαέξι ελληνικών ποικιλιών μαλακού και σκληρού σιταριού οι οποίες καλλιεργήθηκαν στον αγρό, κάτω από συνθήκες μηδενικών εισροών ενέργειας. Ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα την καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Το πειραματικό σχέδιο ήταν ένα σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη (RCB) με τέσσερις επαναλήψεις. Μετρήθηκαν η φυτρωτική ικανότητα, η απόδοση σε σπόρο, το βάρος χιλίων κόκκων, το εκατολιτρικό βάρος καθώς επίσης και τα μορφολογικά γνωρίσματα των ποικιλιών, το μήκος των στάχεων, ο αριθμός γόνιμων κόκκων ανά στάχυ, το μήκος του κόκκου, και πάρθηκαν παρατηρήσεις για τις προσβολές από ασθένειες. Συγκρίθηκαν οι 16 ποικιλίες μαλακού και σκληρού σιταριού σιταριού και βρέθηκαν διαφορές μεταξύ τους ως προς την απόδοση και το βάρος χιλίων κόκκων, αλλά και ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν. Ανάμεσα στις υπό μελέτη ποικιλίες βρέθηκαν κάποιες οι οποίες έδειξαν ικανοποιητική συμπεριφορά σε συνθήκες μηδενικών εισροών ενέργειας. Ελπιδοφόρες ποικιλίες μαλακού σιταριού αποδείχθηκαν οι ποικιλίες Αχελώος και Απολλωνία, αλλά και οι Στρυμώνας, Δοϊράνη, Ελισάβετ. Μεταξύ των ποικιλιών σκληρού σιταριού η ποικιλία Θράκη, αλλά και η Άννα σημείωσαν πολύ ικανοποιητική απόδοση, αλλά και η ποικιλία Σίφνος επέδειξε ικανοποιητική συμπεριφορά. Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν προέκυψαν σημαντικά στοιχεία τα οποία δίνουν μια πιο σαφή εικόνα για την καλλιέργεια αυτών των ποικιλιών, και μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των βελτιωτών σίτου, στην προσπάθεια τους να δημιουργήσουν νέες παραγωγικές ποικιλίες που θα καλλιεργηθούν υπό συνθήκες μειωμένων εισροών.

Λέξεις κλειδιά: μαλακό σιτάρι, σκληρό σιτάρι, απόδοση, αβιοτική καταπόνηση

Εισαγωγή

Η ξηρασία αποτελεί σήμερα τον σημαντικότερο παράγοντα καταπόνησης των φυτών και κατά συνέπεια το μεγαλύτερο πρόβλημα της Ελληνικής Γεωργίας. Έτσι η αξιολόγηση του υπάρχοντος γενετικού υλικού που χαρακτηρίζεται από ανθεκτικότητα στην παραπάνω καταπόνηση, αποτελεί τη μοναδική προσέγγιση που θα μπορούσε να συμβάλει αποφασιστικά στην αντιμετώπιση του προβλήματος. Για την ικανοποίηση των αναγκών της σύγχρονης γεωργίας λοιπόν και υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής η δημιουργία και χρήση ποικιλιών με υψηλό δυναμικό απόδοσης που να παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις (Acevedo and Fereres 1994), να προσαρμόζονται σε περιθωριακά περιβάλλοντα και σε συνθήκες μειωμένων εισροών, κρίνεται επιβεβλημένη. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση δεκαέξι ελληνικών ποικιλιών μαλακού και σκληρού

σιταριού που έχουν δημιουργηθεί στο Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης (Ανώνυμος 2016), υπό συνθήκες μηδενικών εισροών ενέργειας ως προς την απόδοση και άλλα αγρονομικά χαρακτηριστικά.

Υλικά και Μέθοδοι

Ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα την καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν δεκαέξι ελληνικές ποικιλίες μαλακού και σκληρού σιταριού και συγκεκριμένα 8 ποικιλίες μαλακού σιταριού (Νέστος, Αχέροντας, Αχελώος, Στρυμόνας, Ορφέας, Απολλωνία, Δοϊράνη και Ελισάβετ), και 8 ποικιλίες σκληρού σιταριού (Άθως, Μεξικάλι, Σίφνος, Σέλας, Παπαδάκης, Πόντος, Άννα και Θράκη), όλες δημιουργίες του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης. Το πειραματικό σχέδιο ήταν των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη (RCB) (Snedecor and Cochran 1980) με τέσσερις επαναλήψεις. Μετρήθηκαν η φυτρωτική ικανότητα, η απόδοση, το βάρος χιλίων κόκκων, το εκατολιτρικό βάρος καθώς και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, (μήκος των στάχεων, αριθμός γόνιμων κόκκων ανά στάχυ, μήκος κόκκου).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στον Πίνακα 1 δίδονται η φυτρωτική ικανότητα, η απόδοση, το βάρος χιλίων κόκκων, το εκατολιτρικό βάρος, το μήκος στάχυος, ο αριθμός γόνιμων κόκκων/στάχυ, και το μήκος του κόκκου 16 ελληνικών ποικιλιών μαλακού και σκληρού σιταριού. Το ποσοστό φυτρώματος στις ποικιλίες μαλακού σιταριού κυμάνθηκε από 15% στην ποικιλία Ορφέας έως 87,5 στην ποικιλία Απολλωνία. Πολύ χαμηλό ποσοστό θεωρείται το 15% της ποικιλίας Ορφέας αλλά και το 30% του Αχέροντα σε όλες τις επαναλήψεις γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η υγιεινή κατάσταση του σπόρου των ποικιλιών αυτών δεν ήταν καλή και πιθανότατα ο τρόπος διατήρησης του σπόρου αυτών των ποικιλιών δεν ήταν ο ενδεδειγμένος. Το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος μεταξύ των ποικιλιών σκληρού σιταριού εμφανίζεται στην ποικιλία Μεξικάλι (92,5%) και ακολουθούν οι ποικιλίες Άννα (88,8%), Πόντος (85,%) και Παπαδάκης (80%). Το χαμηλότερο ποσοστό παρατηρήθηκε στην ποικιλία Άθω (51,3%).

Οι αποδόσεις στις ποικιλίες μαλακού σιταριού κυμάνθηκαν από 155 έως 392 κιλά/στρ. ενώ οι αντίστοιχες του σκληρού σιταριού από 137 έως 268 κιλά/στρ. Μεταξύ των ποικιλιών μαλακού σιταριού μεγαλύτερη απόδοση έχει η ποικιλία Αχελώος (392,96 κιλά/στρ.) και ακολουθούν η Απολλωνία με απόδοση 283,3κιλ./στρ. και η Δοϊράνη με 244,37. Οι υπόλοιπες παρουσιάζουν ακόμη χαμηλότερες αποδόσεις. Η χαμηλή απόδοση της ποικιλίας Ορφέας (155,78) οφείλεται εν μέρει στη χαμηλή απόδοση της ποικιλίας στην πρώτη επανάληψη, γεγονός που επηρέασε τον Μ.Ο. της εν λόγω ποικιλίας. Άλλωστε το ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας ήταν πολύ χαμηλό και στις τέσσερις επαναλήψεις. Πράγμα που σημαίνει ότι η ευρεθείσα απόδοση δεν αντικατοπτρίζει την πραγματική αξία της ποικιλίας. Η ποικιλία Δοϊράνη η οποία κατατάσσεται τρίτη μετά τον Αχελώο και την Απολλωνία με 244,37 κιλά/στρ. παρουσιάζει επίσης χαμηλή απόδοση σε μία επανάληψη, η οποία προφανώς επηρέασε τον Μ.Ο. της ποικιλίας. Αυτό σημαίνει ότι η ευρεθείσα απόδοση δεν αποδίδει την πραγματικότητα και συνεπώς η δυναμικότητα της ποικιλίας είναι μεγαλύτερη. Η σχετικά χαμηλή απόδοση της ποικιλίας Ελισάβετ (186,4) οφείλεται εν μέρει στο χαμηλό ποσοστό φυτρώματος της ποικιλίας στις τρεις από τις τέσσερις επαναλήψεις, γεγονός που έχει επηρεάσει αρνητικά την εικόνα της. Από την άλλη μεριά η ποικιλία Αχέρων μια πολύ παραγωγική ποικιλία εμφανίζεται τρίτη από

το τέλος. Η ποικιλία αυτή εμφάνισε κακό φύτρωμα σε όλες τις επαναλήψεις γεγονός που επηρέασε το τελικό αποτέλεσμα και την τελική κατάταξη της ποικιλίας.

Πίνακας 1: Φυτρωτική ικανότητα, απόδοση, βάρος χιλίων κόκκων, εκατολιτρικό βάρος το μήκος στάχυος, αριθμός γόνιμων κόκκων/στάχυ, και μήκος κόκκου 16 ποικιλιών μαλακού και σκληρού σιταριού

Γενότυπος	Φυτρωτική Ικανότητα	Απόδοση Kg/ στρέμ.	Βάρος χιλίων κόκκων	Εκατολιτρικό βάρος	Μήκος στάχυος	Αριθμός γόνιμων κόκκων/ στάχυ	Μήκος κόκκου mm
Αχέρων	30*	218,43bcdef	47,6	68,2	9,8	30,2	2,5
Νέστος	82,5	227,18bcde	43,2	72,1	7,2	14,3	2,2
Αχελώος	86,3	392,96a	30,1	73,2	9,0	32,2	1,7
Στρυμόνας	81,3	226,87bcde	40,6	74,9	12,3	27,9	2,5
Ορφέας	15	155,78ef	39,7	69,3	8,6	14,2	2,0
Απολλωνία	87,5	283,3b	41,1	72,5	8,7	22,5	1,7
Δοϊράνη	86,3	244,37bcd	44	75,7	8,3	24,0	1,6
Ελισάβετ	40	186,40cdef	38,2	76,7	8,1	17,4	1,9
Άθως	51,3	137,81f	46,6	72,9	8,1	25,4	2,0
Μεξικάλι	92,5	233,59bcde	49	70,4	4,4	13,3	2,4
Σίφνος	68,8	205,93bcdef	44,8	74,6	6,6	10,6	3,9
Σέλας	66,3	169,53def	47	71,2	4,9	7,5	2,6
Παπαδάκης	80	157,21ef	51,5	68,7	6,5	20,5	2,8
Πόντος	85	220,46bcdef	58,1	73,4	5,6	9,3	2,6
Άννα	88,8	257,17bc	55	73,3	3,9	14,6	3,3
Θράκη	78,8	268,28bc	55,7	71,5	5,2	5,6	3,2

*Οι αριθμοί στη στήλη της απόδοσης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5%

Μεταξύ των ποικιλιών σκληρού σιταριού μεγαλύτερη απόδοση έχουν οι ποικιλίες Θράκη και Άννα με 268 και 257 κιλά/στρ. αντίστοιχα, και ακολουθούν η Μεξικάλι και Πόντος με 233,59 και 220,46 κιλά/στρ. αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες παρουσιάζουν χαμηλότερες αποδόσεις. Οι ποικιλίες Άννα και Θράκη πρώτες στην κατάταξη είχαν αμφότερες πολύ καλά ποσοστά φυτρώματος, με την Θράκη να εμφανίζει αρκετά χαμηλή απόδοση σε μία επανάληψη, γεγονός που συνηγορεί υπέρ της αδιαμφισβήτητης υπεροχής της σε σχέση με τις άλλες.

Η χαμηλή απόδοση της ποικιλίας Άθως (137,81 κιλά/στρ.) οφείλεται εν μέρει στη χαμηλή απόδοση της ποικιλίας στην τέταρτη επανάληψη η οποία επηρέασε τον Μ.Ο. της. Η ποικιλία Σέλας (απόδοση 169,53 κιλά/στρ.) η οποία εμφανίζεται στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης, επίσης παρουσίασε πολύ χαμηλή απόδοση στην τρίτη επανάληψη, η οποία προφανώς επηρέασε τον ΜΟ. της. Το εκατολιτρικό βάρος είναι ένα χαρακτηριστικό που αντικατοπτρίζει το καλό γέμισμα του κόκκου και την ωριμότητα του κόκκου. Μεταξύ των ποικιλιών μαλακού σιταριού οι διαφορές είναι σχετικά μικρές με μεγαλύτερη τιμή να παρουσιάζει η ποικιλία Ελισάβετ (76,7), Δοϊράνη (75,7) και ο Στρυμώνας (74,9), ακολουθούμενες από τις ποικιλίες Νέστος, Αχελώος, και Απολλωνία. Μεταξύ των ποικιλιών σκληρού σιταριού η καλύτερη τιμή παρατηρείται στην ποικιλία Σίφνος (74,6) αλλά με μικρή

διαφορά ακολουθούν οι ποικιλίες Πόντος, Άννα και Άθως. Η μικρότερη τιμή 70,4 παρατηρήθηκε στην ποικιλία Μεξικάλι. Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες όσον αφορά το εκατολιτρικό βάρος. Μεταξύ των ποικιλιών μαλακού σιταριού μεγαλύτερο βάρος χιλίων κόκκων εμφανίζεται να έχει η ποικιλία Αχέρων με βάρος χιλίων κόκκων 47,6 γραμ. και ακολουθούν οι Δοϊράνη και Νέστος. Μικρότερο βάρος χιλίων κόκκων παρουσιάζει η ποικιλία Αχελώος με Β.Χ.Κ. 30,1. Μεταξύ των ποικιλιών σκληρού σιταριού μεγαλύτερο βάρος χιλίων κόκκων εμφανίζεται να έχει η ποικιλία Πόντος (58,1 γραμ.) και ακολουθούν οι ποικιλίες Θράκη και Άννα. Μικρότερο βάρος χιλίων κόκκων παρουσιάζει η ποικιλία Σίφνος με ΒΧΚ. 44,8 ενώ οι υπόλοιπες ποικιλίες σκληρού σιταριού παρουσιάζουν ενδιάμεσες τιμές.

Όσον αφορά το μήκος του στάχεως η μεγαλύτερη τιμή στις ποικιλίες μαλακού σιταριού παρατηρήθηκε στην ποικιλία Στρυμόνας (12,3 εκ.) και ακολουθούν οι Αχέροντας και Αχελώος. Μικρότερο στάχυ έχει ο Νέστος (7,2 εκ.) με τις υπόλοιπες ποικιλίες να παρουσιάζουν ενδιάμεσες τιμές. ΄Οσον αφορά τις ποικιλίες σκληρού σιταριού μεγαλύτερο στάχυ εμφάνισε η ποικιλία Άθως (8,1 εκ.), και ακολούθησαν οι Παπαδάκης και η Σίφνος με 6,5εκ. περίπου, ενώ μικρότερος στάχυς παρατηρήθηκε στις ποικιλίες Μεξικάλι και Άννα. Ο αριθμός των γόνιμων κόκκων /στάχυ σε συνδυασμό με το μήκος του στάχυος μπορεί να είναι μια καλή ένδειξη για την απόδοση μιας ποικιλίας μαλακού ή σκληρού σιταριού. Μεταξύ των ποικιλιών μαλακού σιταριού μεγαλύτερο αριθμό γόνιμων κόκκων εμφανίζει ο Αχελώος (32,2) και ακολουθούν οι ποικιλίες Αχέροντας με 30,2 και Στρυμόνας με 27,9. Μικρότερο αριθμό γόνιμων κόκκων ανά στάχυ παρουσιάζουν οι ποικιλίες Ελισάβετ με 17 γόνιμους κόκκους και οι Νέστος και Ορφέας με 14 περίπου γόνιμους κόκκους. Το αξιοσημείωτο είναι ότι οι ποικιλίες με μικρό σχετικά μήκος στάχεως όπως οι Αχελώος και Αχέροντας (9,8 και 9 εκ. αντίστοιχα) παρουσιάζουν μεγάλο αριθμό γόνιμων κόκκων/στάχυ (32,2 και 30 γόνιμους κόκκους αντίστοιχα) σε αντίθεση με τον Στρυμόνα που με στάχυ 14, 3 εκατοστών έχει αριθμό γόνιμων κόκκων 27,9. Στις ποικιλίες σκληρού σιταριού τον μεγαλύτερο αριθμό γόνιμων κόκκων/στάχυ εμφανίζουν οι ποικιλίες Άθως και Παπαδάκης με 25,4 και 20,5 γόνιμους κόκκους αντίστοιχα, ενώ ο μικρότερος αριθμός παρατηρείται στις ποικιλίες Σέλας και Θράκη. Η ποικιλία Σίφνος με τον μεγαλύτερο στάχυ (10,9 εκ.) παρουσιάζει σχετικά μικρό αριθμό γόνιμων κόκκων/στάχυ (10,6). Μεταξύ των ποικιλιών μαλακού σιταριού μεγαλύτερο μήκος κόκκου εμφανίζουν οι ποικιλίες Αχέρων και Στρυμώνας (2,5 mm) και ακολουθούν οι ποικιλίες Νέστος (2,2 mm) και Ορφέας (2 mm). Μικρότερο κόκκο εμφανίζουν οι ποικιλίες Αχελώος, Απολλωνία (1,7 mm) και Δοϊράνη (1,6 mm). Μεταξύ των ποικιλιών σκληρού σιταριού μεγαλύτερο μήκος κόκκου εμφανίζουν οι ποικιλίες Σίφνος (3,9 mm) και ακολουθούν οι ποικιλίες Άννα και Θράκη με 3,3 mm και 3,2 mm αντίστοιχα. Μικρότερο κόκκο εμφανίζουν οι ποικιλίες Μεξικάλι (2,4 mm) και Άθως (2 mm).

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε προσβολή από κίτρινη ή γραμμωτή σκωρίαση *(puccinia glumarum)* στην ποικιλία μαλακού σιταριού Αχελώος σε ποσοστό περίπου 60 %. Στην αρχή εμφανίστηκαν στα φύλλα των νεαρών φυτών φουσκάλες ανοιχτού κίτρινου χρώματος τοποθετημένες σε γραμμές μεταξύ των νεύρων και αργότερα ενώθηκαν με αποτέλεσμα να σχηματίζουν επιμήκεις ραβδώσεις. Τα ίδια συμπτώματα παρατηρήθηκαν σε όλα τα πράσινα μέρη του φυτού (λέπυρα, άγανα, φύλλα). Η ασθένεια αυτή προκαλεί επιδημία σε περιοχές με ψυχρότερα κλίματα κάτι το οποίο ευνοεί την ανάπτυξη της στην περιοχή της

Φλώρινας. Εκτός από την ποικιλία Αχελώος καμία άλλη ποικιλία μαλακού αλλά και σκληρού σιταριού δεν προσβλήθηκε από κάποια ασθένεια.

Συμπεράσματα

Παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών μαλακού και σκληρού σιταριού ως προς την απόδοση όταν καλλιεργήθηκαν υπό συνθήκες μηδενικών εισροών ενέργειας. Ελπιδοφόρες ποικιλίες μαλακού σιταριού αποδείχθηκαν οι ποικιλίες Αχελώος και Απολλωνία, οι οποίες σε σχέση με τις υπόλοιπες απέδωσαν ικανοποιητικά υπό συνθήκες μηδενικών εισροών ενέργειας. Από τις ποικιλίες σκληρού σιταριού της η ποικιλία Θράκη, αλλά και η Άννα σημείωσαν πολύ ικανοποιητική απόδοση. Παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις επαναλήψεις, γεγονός που σημαίνει ότι το έδαφος παρουσίασε μεγάλη ετερογένεια. Μεταξύ των ποικιλιών μαλακού σιταριού ικανοποιητικό εκατολιτρικό βάρος εμφάνισαν οι ποικιλίες Ελισάβετ, Δοϊράνη, και Στρυμόνας, ενώ από τις ποικιλίες σκληρού σιταριού οι ποικιλίες Σίφνος, Πόντος και Άννα εμφάνισαν ικανοποιητικό εκατολιτρικό βάρος. Ως προς το βάρος χιλίων κόκκων καλύτερη ποικιλία μαλακού σιταριού εμφανίζεται ο Αχέρων και σκληρού σιταριού ο Πόντος .

Συμπερασματικά ανάμεσα στις υπό μελέτη ποικιλίες βρέθηκαν κάποιες οι οποίες έδειξαν ικανοποιητική συμπεριφορά σε συνθήκες μηδενικών εισροών ενέργειας. Απαιτείται όμως περαιτέρω έρευνα για να θεωρηθούν αυτές οι ποικιλίες αξιόλογο γενετικό υλικό για να χρησιμοποιηθούν υπό αυτές τις συνθήκες.

Βιβλιογραφία

Acevedo, E. and Fereres, E. 1994. Resistance to abiotic stresses. In Hayward, M. D., Bosemark, N. O. and Romagosa, I. (eds) Plant breeding: principles and prospects. Chapman and Hall, London. pp. 406-421.

Ανώνυμος. 2016. Ο ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ στην παραγωγή σπόρων σιτηρών. Εκδόσεις ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ. 24 σελ.

Snedecor, G. and Cochran, W. 1980. Statistical Methods. Iowa State University Press. *Ames.* 507 p.

EVALUATION OF 16 GREEK BREAD AND DURUM WHEAT CULTIVARS UNDER LOW INPUTS

T.B. Lazaridou, A. Bobolis, A. Mitrousi and I.N. Xynias

Technological Education Institution of Western Macedonia - Florina, School of Agriculture Technology, Food Technology and Nutrition, 53100 Florina, Hellas

This study was undertaken to evaluate 16 Greek bread and durum wheat cultivars which were grown in the field under low input conditions. The experiment was established in the farm of TEI of Western Macedonia in Florina during the cropping season 2013-2014. The randomized complete block design with four replications was used. Several agronomic traits (the length of spike, the number of fertile grain per spike, the length of grain) as well as the germination capacity, the yield, the weight per thousand grains, and the hectoliter weight

were measured. Differences were found between bread and durum wheat varieties regarding germination and yield as well as the agronomic traits. Regarding yield, in bread wheat the better results were obtained by cyltivars Acheloos and Apollonia, followed by Strymonas, Doirani, and Elisavet. In durum wheat cultivars Thraki and Anna ranked first, followed by cultivar Sifnos. It was concluded from the results of the present study that most of the examined cultivars performed satisfactory under low input conditions and can be used by wheat breeders to produce new promising varieties grown under similar conditions.

Key words: bread wheat, durum wheat, yield, abiotic stress

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΙΜΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Α. Θεοδωρόπουλος[1], Μ. Γερακάρη[1], Α. Καπάζογλου[1], Χ. Βλάχος[2], Φ. Οικονόμου[2], Ε. Τάνη[1], Γ. Σκαράκης[1]

[1]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα
[2]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα

Η καλλιέργεια σε συνθήκες ελλιπούς εδαφικής υγρασίας του τέταρτου σε οικονομική αξία σιτηρού παγκοσμίως, έχει ως αποτέλεσμα εκτός από τις μειωμένες στρεμματικές αποδόσεις την υποβάθμιση του παραγόμενου προϊόντος και τον περιορισμό των δυνητικά καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Μελετήθηκαν τέσσερεις γονότυποι βυνοποιήσιμου κριθαριού (*Hordeum vulgare* ssp. Distichon (L.) Körn.) σε τρία επίπεδα εδαφικής υγρασίας και πυκνότητα σποράς 500 φυτά/τ.μ., ως προς διάφορες φυσιολογικές/ανατομικές μεταβολές (μήκος στοματίων, σύνθεση και δομή του κηρού της εφυμενίδας, πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων, κυτταρική δομή του μεσόφυλλου κλπ), καθώς και μορφολογικές μεταβολές (αριθμό γόνιμων αδελφιών/φυτό, ύψος και βάρος υπέργειου μέρους κλπ) που συμβαίνουν ως αποτέλεσμα της απόκρισης των φυτών σε συνθήκες έλλειψης νερού. Τέλος μελετήθηκε η έκφραση γονιδίων τα οποία επιδρούν σε βιοχημικές λειτουργίες (επίπεδα προλίνης, ενδογλουκανασών, φαινολικών ουσιών κλπ), και επηρεάζουν τα σχετικά μορφολογικά φυσιολογικά χαρακτηριστικά. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρέχουν ενδείξεις για σημαντική διαφοροποίηση των συγκεκριμένων γονοτύπων σε συνθήκες ξηρασίας ως προς τα μορφολογικά, τα φυσιολογικά/ανατομικά χαρακτηριστικά τους καθώς και την έκφραση των γονιδίων που μελετήθηκαν. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμεύουν στην κατανόηση των πολύπλοκων μηχανισμών ανθεκτικότητας σε έναν από τους κύριους αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης, με τελικό σκοπό τη αξιοποίηση τους σε σχετικά βελτιωτικά προγράμματα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ (*Camelina sativa (L.)* GRANTZ.)

Γ. Παπαστυλιανού, Π. Μπόκας, Η. Τραυλός

Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ΓΠΑ, 11855, Αθήνα

Η καμελίνα ανήκει στα ελαιούχα φυτά και οι σπόροι της εμφανίζουν υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα, μονοακόρεστα και ωμέγα-3 λιπαρά οξέα. Η χρησιμοποίηση ειδών που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε αλατούχα εδάφη αποτελεί τον πλέον οικονομικό και αποτελεσματικό τρόπο διαχείρισής τους. Η επίδραση της αλατότητας στο φύτρωμα των σπόρων καμελίνας εκτιμήθηκε στο εργαστήριο, ακολουθώντας το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο με τέσσερις επαναλήψεις, σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες βλάστησης. Για τις δοκιμασίες φυτρώματος οι σπόροι τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι, σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες βλάστησης (15 και 25°C). Για τη δημιουργία των συνθηκών αλατότητας στη διάρκεια της βλάστησης χρησιμοποιήθηκαν έξι διαλύματα χλωριούχου νατρίου (NaCl, με ωσμωτικό δυναμικό ψ 0 σαν μάρτυρα, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 και -1,2 MPa). Η απόδοση του φυτρώματος εκτιμήθηκε από το τελικό ποσοστό και το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων. Γενικά, η πορεία της βλάστησης των σπόρων επηρεάστηκε τόσο από τη θερμοκρασία όσο και από τη συγκέντρωση του NaCl. Στις δύο θερμοκρασίες που εξετάστηκαν η βλαστική ικανότητα του σπόρου της καμελίνας στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 89-96%. Ειδικότερα το τελικό ποσοστό φυτρώματος μειώθηκε σημαντικά με την αύξηση του επιπέδου της αλατότητας και η μείωση αυτή ήταν μεγαλύτερη στη θερμοκρασία των 15°C. Ο μέσος χρόνος φυτρώματος αυξήθηκε με τη αύξηση της συγκέντρωσης του NaCl ιδιαίτερα στη χαμηλότερη θερμοκρασία των 15°C. Στις υψηλότερες συγκεντρώσεις αλατότητας (με ωσμωτικό δυναμικό ψ -1,0 και -1,2 MPa) παρατηρήθηκε αποτυχία φυτρώματος των σπόρων. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έχουν πρακτικό ενδιαφέρον καθώς στοχεύει στη χρησιμοποίηση της καμελίνας σε μέτρια αλατούχα εδάφη.

Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΑΙΑΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΣΕ ΑΥΞΗΜΕΝΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl

Μ. Μουσουράκη[1], Α. Βέλλιου[1], Γ. Ασημακοπούλου[1], Μ. Γκούφα[1],Μ. Ψυχογιού[2], Ε. Τάνη[1], Γ. Σκαράκης[1]

[1]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα
[2]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσ.Πόρων & Γεωργ.Μηχανικής, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα

Το βαμβάκι είναι το κυριότερο φυτό για την παραγωγή ινών και ένα σημαντικό γεωργικό προϊόν στην Ελλάδα. Η δευτερογενής υφαλμύρωση, που προκαλείται από την άρδευση, είναι μια συχνά εμφανιζόμενη αβιοτική καταπόνηση που περιορίζει την παραγωγή της καλλιέργειας. Σκοπός της εργασίας ήταν η συγκριτική μελέτη της απόκρισης δυο εμπορικών ποικιλιών βάμβακος (318 και Hersi) σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας. Η συσσώρευση άλατος στο πείραμα μελετήθηκε με δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση σχετιζόταν με την βαθμιαία συσσώρευση NaCl έπειτα από σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης του στο νερό άρδευσης (+50mM NaCl κάθε 10 μέρες μέχρι την συγκέντρωση των 150mM) και η δεύτερη αφορά στην εφαρμογή της ίδιας συγκέντρωσης άλατος (150mM) σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Εξετάστηκαν μορφολογικά, ανατομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά όπως το νωπό και το ξηρό βάρος βλαστών και ριζών, το ύψος φυτών, το μέγιστο μήκος ρίζας, ο αριθμός μεσογονατίων διαστημάτων, ο αριθμός αναπαραγωγικών «κλάδων», η περιεκτικότητα σε Na/K/Cl σε βλαστούς, ρίζες και φύλλα, η συγκέντρωση χλωροφύλλης, ο βαθμός φωτοσύνθεσης, η στοματική και ηλεκτρική αγωγιμότητα κοκ. Επίσης πραγματοποιήθηκε μελέτη της σχετικής έκφρασης γονιδίων που σχετίζονται με τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας στους μάρτυρες, στα φυτά που υποβλήθηκαν σταδιακά σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl και σ΄ αυτά που εξαρχής υποβλήθηκαν στις υψηλές συγκεντρώσεις του άλατος. Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι τα φυτά συμπεριφέρονται καλύτερα όταν εγκλιματισθούν σταδιακά στη συγκέντρωση των 150mM NaCl σε σύγκριση με τα αυτά που από την αρχή υποβλήθηκαν σε ποτίσματα με διάλυμα συγκέντρωσης 150mM. Η παραπάνω μελέτη θα βοηθήσει στην διερεύνηση των μηχανισμών που αναπτύσσουν τα φυτά σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας με σκοπό την μελλοντική δημιουργία δεικτών για χρήση σε βελτιωτικά προγράμματα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΓΕΝΟΤΥΠΟΥΣ ΡΙΓΑΝΗΣ

Ε. Νίνου[1], Κ. Πασχαλίδης[2], Ι. Μυλωνάς[1, 3]

[1]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, 541 24 Θεσσαλονίκη
[2]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Ηράκλειο Κρήτης
[3]Αμερικανική Γεωργική Σχολή, Μαρίνου Αντύπα 54, Τ.Θ. 23, 551 02, Θεσσαλονίκη

Το είδος *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, είναι από τα πιο συνηθισμένα είδη ρίγανης στην Ελλάδα και συναντάται σε πολλές ορεινές και ημιορεινές περιοχές της χώρας. Αποτελεί ένα είδος με εξαιρετική ποιότητα και καλή προσαρμοστικότητα στην έλλειψη νερού, η μελέτη της παραλλακτικότητας του οποίου μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία νέων προοπτικών στην αγροτική ανάπτυξη. Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη διαφορετικών πληθυσμών ρίγανης του ίδιου είδους, προερχομένων από διαφορετικές ορεινές περιοχές της χώρας, και οι οποίοι υποβλήθηκαν σε διαφορετική διαθεσιμότητα νερού. Το πείραμα περιελάμβανε διετή πειραματισμό κατά τα έτη 2011-12, κατά τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν φυτά ρίγανης που προήλθαν από το Πήλιο, τον Κίσσαβο και τον Όλυμπο, και μεταφυτεύτηκαν σε γλάστρες. Εφαρμόστηκαν τέσσερα επίπεδα άρδευσης, 40%, 60%, 80% και 100% ως προς την υδατοϊκανότητα του εδαφικού μίγματος και το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρως τυχαιοποιημένο με τρεις επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι πληθυσμοί του είδους *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, προερχόμενοι από το Πήλιο, τον Κίσσαβο και τον Όλυμπο, διαφοροποιήθηκαν ως προς τη παραγωγή της ξηράς δρόγης και της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο και για τα δύο έτη του πειραματισμού. Ειδικότερα, οι πληθυσμοί «Πήλιο» και «Κίσσαβος» υπερείχαν σε σύγκριση με αυτόν του «Ολύμπου» ως προς την παραγωγή της ξηράς δρόγης. Η υψηλότερη απόδοση σε αιθέριο έλαιο καταγράφηκε στον πληθυσμό «Κίσσαβος» ο οποίος έδειξε υπεροχή μεγαλύτερη από 13% από το μέσο όρο των άλλων δύο πληθυσμών για τα δύο έτη πειραματισμού. Ο πληθυσμός «Όλυμπος» παρουσίασε καλύτερη προσαρμοστικότητα στην περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, καθώς η υψηλότερη παραγωγή ξηράς δρόγης καταγράφηκε στο επίπεδο άρδευσης 60%, ενώ στους άλλους δύο η υψηλότερη παραγωγή καταγράφηκε στο επίπεδο 80%. Επιπλέον η περαιτέρω αύξηση της διαθεσιμότητας νερού δεν αύξησε την παραγωγή ξηράς δρόγης. Συμπερασματικά ο γενότυπος και η διαθεσιμότητα νερού επηρέασαν την παραγωγή ξηράς δρόγης και την απόδοση σε αιθέριο έλαιο. Τα φυτά ρίγανης απαιτούν ένα άριστο επίπεδο άρδευσης ώστε να μεγιστοποιηθεί το οικονομικό αποτέλεσμα της καλλιέργειας, το οποίο εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ ΥΠΟΨΗΦΙΟΤΗΤΕΣ ΒΡΑΒΕΙΟΥ ΧΡΙΣΤΙΔΗ

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΠΡΟΔΡΟΜΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΓΕΝΟΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΙ ΚΛΩΝΩΝ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ (*S.fruticosa* Mill. & *S.pomifera* L.) ΤΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Π. Λεονταρίτου[1,4], Φ. Λάμαρη[2], Β. Παπασωτηρόπουλος[3], Γ. Ιατρού[4]

[1]Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης Ν. Αχαΐας, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων,
[2]Εργαστήριο Φαρμακογνωσίας και Χημείας Φυσικών Προϊόντων, Τμήμα Φαρμακευτικής, Πανεπιστήμιο Πατρών, 26500, Πάτρα, Ελλάδα,
[3]Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας,
[4]Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Ένα από τα σημαντικά κενά που υπάρχουν στην υποστήριξή της καλλιέργειάς των Α/Φ φυτών είναι η εύρεση ποιοτικού πολλαπλασιαστικού υλικού και μάλιστα εγχώρια παραγόμενου. Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της απόδοσης και της χημειοτυπικής σύστασης του αιθέριου ελαίου ατόμων φυσικών πληθυσμών φασκόμηλου (*Salvia fruticosa* Mill.) και «πικρού» φασκόμηλου (*Salvia pomifera* L.) από την Πελοπόννησο καθώς και των μοσχευμάτων αυτών και η συσχέτιση της επίδρασης των γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στις αποδόσεις αυτές. Για το σκοπό αυτό μετρήθηκαν με τη χρήση συσκευής τύπου Clevenger οι ατομικές αποδόσεις αιθέριου ελαίου σε αποξηραμένα φύλλα ένδεκα φυτών φασκόμηλου και δέκα φυτών «πικρού φασκόμηλου» δύο φυσικών πληθυσμού της Πελοποννήσου κατά το τέλος Ιουλίου με αρχές Αυγούστου επί 3 συναπτά έτη, καθώς και των μοσχευμάτων που παράχθηκαν από αυτά κατά το μήνα Ιούλιο του 2ου έτους από την εγκατάστασή τους. Η ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου προσδιορίστηκε με τη χρήση αέριου-υγρού χρωματογράφου. Στον πληθυσμό του φασκόμηλου μελετήθηκαν η επίδραση της εποχής και των κλιματολογικών συνθηκών, εκτιμώντας τη μηνιαία απόδοση και σύσταση σε αιθέριο έλαιο του πληθυσμού από συγκεντρωτικό δείγμα των ίδιων ένδεκα υπό μελέτη φυτών. Τα μετεωρολογικά δεδομένα λήφθηκαν από τη βάση δεδομένων της ΕΜΥ και του ΠΚΠΦΠΕ Αχαΐας. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι, η συμμετοχή του γενετικού παράγοντα είναι ιδιαίτερα ισχυρή με σταθερά επαναλαμβανόμενες αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο από έτος σε έτος στα διαφορετικά άτομα του αυτοφυούς πληθυσμού και στους αντίστοιχους κλώνους τους σε καλλιέργεια. Σταθερή είναι και η ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου στα άτομα του πληθυσμού. Από τις βιβλιογραφικές αναφορές η ελάχιστη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο είναι στο τέλος του χειμώνα (Φεβρουάριο). Στην παρούσα εργασία διαπιστώθηκε ότι η ελάχιστη συγκέντρωση εμφανίζεται κατά το τέλος Μαρτίου με αρχές Απριλίου (1,89ml/100g Ξ.Β.) ενώ η μέγιστη επιβεβαιώνεται ότι είναι κατά τους καλοκαιρινούς, ειδικότερα κατά το τέλος Ιουνίου με αρχές Ιουλίου (3,67ml/100gΞ.Β). Η ποσοτική απόδοση παραμένει σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα από τέλος Μαΐου έως αρχές Οκτωβρίου (3,41ml/100g Ξ.Β.). Σχολιάζεται τέλος η συμμετοχή των κλιματολογικών παραγόντων στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ

Α. Κοτζαμάνη[1], Ι. Βασιλάκογλου[2], Κ. Δήμας[1],Α. Τσιαούση[2]

[1]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 574 00 Εχέδωρος
[2]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 411 10 Λάρισα

Σε πειράματα ελεγχόμενων συνθηκών (βιοδοκιμές) που διεξήχθησαν στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας διερευνήθηκε η επίδραση της αλατότητας του εδάφους στην αλληλοπαθητική ικανότητα ποικιλιών κριθαριού. Ειδικότερα, για τη διεξαγωγή των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένα δείγματα των υπέργειων τμημάτων 18 ποικιλιών κριθαριού που αναπτύχθηκαν ταυτόχρονα σε αλατούχο και μη αλατούχο έδαφος στο Αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού ιδρύματος Θεσσαλονίκης, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2013-14. Η συλλογή των δειγμάτων έγινε όταν τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο του καλαμώματος. Τα δείγματα κόπηκαν σε τμήματα των 20 cm και ακολούθως αποξηράνθηκαν για 48 ώρες σε θερμοκρασία 60 ^{o}C. Στη συνέχεια, αυτά αλέστηκαν σε μύλο (40 mesh), τοποθετήθηκαν σε πλαστικά βάζα και η συντήρησή τους έγινε σε ψυγείο σε θερμοκρασία 4 ^{o}C έως ότου χρησιμοποιηθούν για παραλαβή των εκχυλισμάτων. Η διαδικασία παραλαβής των εκχυλισμάτων έγινε σε γυάλινα βάζα των 400 ml και χρησιμοποιήθηκαν 4 συγκεντρώσεις αποξηραμένου φυτικού υλικού σε απιονισμένο νερό (0, 1,25, 2,5 και 5%). Οι βιοδοκιμές έγιναν σε πλαστικά τρυβλία διαμέτρου 8,5 cm με φυτό δείκτη το ζιζάνιο λεπτή ήρα (*Lolium rigidum*). Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το πλήρες τυχαιοποιημένο με 4 επαναλήψεις για κάθε συνδυασμένο παράγοντα (συνθήκες ανάπτυξης κριθαριού x ποικιλία κριθαριού x συγκέντρωση εκχυλίσματος). Οι βιοδοκιμές πραγματοποιήθηκαν 2 φορές. Τα δεδομένα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα των ποικιλιών κριθαριού που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες αλατότητας προκάλεσαν, στις περισσότερες περιπτώσεις, μικρότερη μείωση του φυτρώματος και του μήκους ρίζας της λεπτής ήρας από ό,τι τα αντίστοιχα των ποικιλιών κριθαριού που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες μη αλατότητας. Συνεπώς, τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η αλατότητα του εδάφους, πιθανώς, επηρεάζει το μηχανισμό παραγωγής αληλλοπαθητικών ουσιών του κριθαριού με αποτέλεσμα τη μείωση της αλληλοπαθητικής ικανότητάς του. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα έως τώρα ερευνητικά δεδομένα που δείχνουν ότι η παραγωγή αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά αυξάνεται σε συνθήκες καταπόνησης.

Η εργασία χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων και την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια του προγράμματος ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ε. Σάρρου[1,2], Ν. Τσιβελίκα[2], Π. Χατζοπούλου[1], Α. Μαυρομάτης[2]

[1]ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ - Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών, Θέρμη 57001, Θεσσαλονίκη
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστημιούπολη 54124, Θεσσαλονίκη

Η ρίγανη (*Origanum vulgare* spp.) είναι από τα πλέον εμπορικά είδη αρωματικών, φαρμακευτικών φυτών παγκοσμίως, με πολλές χρήσεις και εφαρμογές στη βιομηχανία τροφίμων, φαρμάκων, ζωοτροφών, βιολογικών φυτοπροστατευτικών μέσων κ.α. Η ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare* spp. *hirtum*), Greek Oregano, είναι διεθνώς γνωστή για την υψηλή ποιότητά της, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο και στο συστατικό καρβακρόλη. Εξαιτίας της μεγάλης ζήτησης της Ελληνικής ρίγανης και της αναμενόμενης συμβολής της στο ακαθάριστο γεωργικό προϊόν όσον αφορά την παραγωγή αρωματικών φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, είναι αναγκαία η δημιουργία υψηλοαποδοτικών γενοτύπων, με επιθυμητά αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, κατάλληλων για καλλιέργεια στις ελληνικές συνθήκες. Για το σκοπό αυτό, μετά από προκαταρκτική αξιολόγηση μεγάλου αριθμού πληθυσμών Ελληνικής ρίγανης από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, επιλέχθηκαν οι δύο υπέρτεροι πληθυσμοί όσον αφορά τα επιθυμητά γνωρίσματα και στους οποίους εφαρμόστηκε πρόγραμμα βελτίωσης με γενεαλογική επιλογή σε μόνιμη πειραματική κυψελωτή διάταξη. Στα επιλεγμένα φυτά εφαρμόστηκε ελεγχόμενη αυτογονιμοποίηση και αφέθηκαν ταυτόχρονα ταξιανθίες για ελεύθερη επικονίαση. Τα επιλεγμένα ατομικά φυτά (13) και των 2 κατηγοριών (προϊόντα αυτογονιμοποίησης και ελεύθερης επικονίασης) από τους επιλεγμένους πληθυσμούς, αξιολογήθηκαν κατά το δεύτερο έτος ως προς τα μορφολογικά (ύψος φυτού και τύπος και μορφή ταξιανθίας) και τα αγρονομικά χαρακτηριστικά, (πρωιμότητα ως προς την άνθηση, αρχιτεκτονική του φυτού, νωπή και ξηρή βιομάζα) το παραγωγικό δυναμικό (απόδοση σε νωπό και ξηρό βάρος) καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (απόδοση και σύσταση του αιθερίου ελαίου) τους. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αναμένεται να συμβάλουν στην τελική επιλογή υπέρτερων γενοτύπων ως προς τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά και περαιτέρω στην απόκτηση σταθερού και ομοιόμορφου γενετικού υλικού Ελληνικής Ρίγανης.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΑΓΡΟΚΟΜΙΚΑ, ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ (*Ocimum basilicum*)

Ι. Καλαμαρτζής[1], Χ. Δόρδας[1], Π. Γεωργίου[2], Γ. Μενεξές[1]

1 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης -Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος -Τμήμα Γεωπονίας-Τομέας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας-Εργαστήριο Γεωργίας, 54124 Θεσσαλονίκη -τηλ.: 2310998602-Fax: 2310998634- email: zisvos@yahoo.gr
2 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης -Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος - Τμήμα Γεωπονίας - Εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Υδραυλικής και Βελτιώσεων-54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Ο βασιλικός είναι ένα πολυμορφικό φυτό με πάρα πολλές ποικιλίες και πολλούς τύπους που ξεχωρίζουν από το μέγεθος, το χρώμα, την υφή των φύλλων, το χρώμα της ταξιανθίας, αλλά και από τη χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων τους. Σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της διαθεσιμότητας του νερού στην απόδοση σε ξηρό βάρος και στην περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια σε πέντε ποικιλίες βασιλικού. Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε αγρό στο Αγρόκτημα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου κατά την περίοδο Απριλίου – Οκτωβρίου 2015. Εξετάστηκαν τρία επίπεδα άρδευσης 40%, 70% και 100% της απαιτούμενης εξατμισοδιαπνοής για μέγιστη απόδοση (ET_m), και πέντε ποικιλίες βασιλικού «Cinnamon», «Mrs Burns Lemon», «Thai», «Sweet» και «Red Rubin» που διέφεραν ως προς την πρωιμότητα και τη σύσταση των αιθέριων ελαίων. Η απόδοση σε ξηρό βάρος και η περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση ποικιλιών και επιπέδων άρδευσης. Η ποικιλία «Mrs Burns Lemon» παρουσίασε τη μεγαλύτερη απόδοση σε ξηρό βάρος και την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, ενώ αντίστοιχα η «Red Rubin» τη μικρότερη απόδοση σε ξηρό βάρος και τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Το ξηρό βάρος και η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο μειώθηκαν με τη μείωση της χορηγούμενης ποσότητας νερού άρδευσης. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η έλλειψη του νερού επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του βασιλικού γεγονός που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην επέκταση της καλλιέργειας.

Λέξεις κλειδιά: απόδοση, ξηρό βάρος, έλλειψη νερού

Εισαγωγή

Οι αρδευόμενες εκτάσεις, παγκοσμίως, περιλαμβάνουν λιγότερο από το ένα πέμπτο του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων, αλλά παράγουν περίπου τα δύο πέμπτα των τροφίμων (WWAP, 2009). Η κατανάλωση νερού για άρδευση υπολογίζεται στο 85% του χρησιμοποιούμενου νερού (για το σύνολο των χρήσεων) και εκτιμάται ότι η κατανάλωση για άρδευση θα αυξηθεί κατά 20% μέχρι το 2025 (Shiklomanov, 1999). Επομένως είναι επιτακτική η ανάγκη για την πιο αποτελεσματική αξιοποίηση του νερού άρδευσης και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των καλλιεργούμενων φυτών με την μικρότερη χρησιμοποίηση του νερού.

Μεταξύ των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη της επίδρασης της άρδευσης στην απόδοση του είδους *Ocimum basilicum* L.. Το είδος

αυτό, είναι γνωστό με το κοινό όνομα βασιλικός και μεταξύ των χαρακτηριστικών που το κάνουν να ξεχωρίζει είναι: η μεγάλη οικονομική του αξία, οι απαιτήσεις του σε νερό, αλλά και ο πολυμορφισμός του (Δόρδας, 2012).

Σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της διαθεσιμότητας του νερού στα φυσιολογικά και αγροκομικά χαρακτηριστικά καθώς επίσης και στην περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια σε πέντε ποικιλίες βασιλικού.

Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου, στην περιοχή της Θέρμης Θεσσαλονίκης (40°32'9"N, 22°59'18"E), κατά την περίοδο Απρίλιος – Οκτώβριος 2015. Χρησιμοποιήθηκαν πέντε ποικιλίες βασιλικού «Cinnamon», «Mrs Burns Lemon», «Thai» (ο πλατύφυλλος τύπος), «Sweet» και «Red Rubin», οι οποίες διέφεραν ως προς την πρωιμότητα και τη σύσταση των αιθέριων ελαίων (Paton and Putievsky, 1996). Σπόροι των ποικιλιών σπάρθηκαν σε σποροθήκες και τοποθετήθηκαν στο θερμοκήπιο. Τα φυτά που προέκυψαν μεταφυτεύτηκαν στον αγρό, όταν απέκτησαν τρία με τέσσερα πραγματικά φύλλα, σε πειραματικά τεμάχια 4x2 m, σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 50 cm και επί της γραμμής 25 cm.

Εξετάστηκαν τρία επίπεδα άρδευσης, 40%, 70% και 100% της απαιτούμενης εξατμισοδιαπνοής για μέγιστη απόδοση ($ET_m = K_c\ ET_o$). Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET_o) υπολογίζονταν από τον τύπο Penman-Monteith, αξιοποιώντας τις μετεωρολογικές παραμέτρους (Allen κ.ά., 1998). Η εδαφική υγρασία ελέγχονταν, σε τακτά χρονικά διαστήματα, με την εισαγωγή αισθητήρα PR2 (Delta-T Devices) στο έδαφος, μέσω των μόνιμα εγκαταστημένων σωληνώσεων.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της πλήρους άνθισης (Nurzyńska-Wierdak κ.ά., 2010, Singh κ.ά., 2010). Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν η απόδοση σε ξηρό βάρος και η περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια. Για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους συλλέχθηκαν φυτά, τα οποία κόπηκαν στο ύψος της επιφάνειας του εδάφους. Τα δείγματα απλώθηκαν σε πάγκους υπό σκιά και αφέθηκαν για δυο εβδομάδες να ξηραθούν. Τα αποξηραμένα δείγματα ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας και καταγράφηκε το ξηρό τους βάρος. Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε αιθέρια έλαια χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Clevenger και η διάρκεια απόσταξης ήταν δύο ώρες.

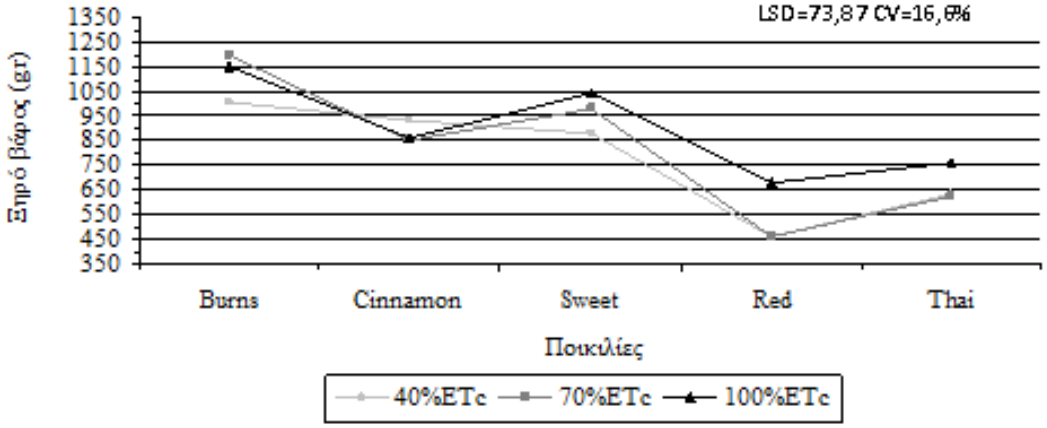
Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν οι πλήρως τυχαιοποιημένες ομάδες (RCBD), σε διάταξη split - plot, με τέσσερις επαναλήψεις (block). Κύρια τεμάχια ήταν τα επίπεδα άρδευσης σε διάταξη strip και υπο-τεμάχια ήταν οι ποικιλίες βασιλικού.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Ξηρό βάρος

Η απόδοση σε ξηρό βάρος επηρεάστηκε από τις ποικιλίες. Η φθίνουσα σειρά κατάταξης των ποικιλιών με βάση την παραγωγή ξηρού βάρους ήταν: 1) «Mrs Burns» 2) «Sweet» 3) «Cinnamon» 4) «Thai» και 5) «Red Rubin». Το ξηρό βάρος, στην πλήρη άνθιση, επηρεάστηκε από τις ποικιλίες και τα επίπεδα της άρδευσης (Σχήμα 1). Οι ποικιλίες «Cinnamon» και «Thai» παρουσίασαν σταθερή απόδοση σε όλα τα επίπεδα άρδευσης, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ποικιλίες στις οποίες το ξηρό βάρος

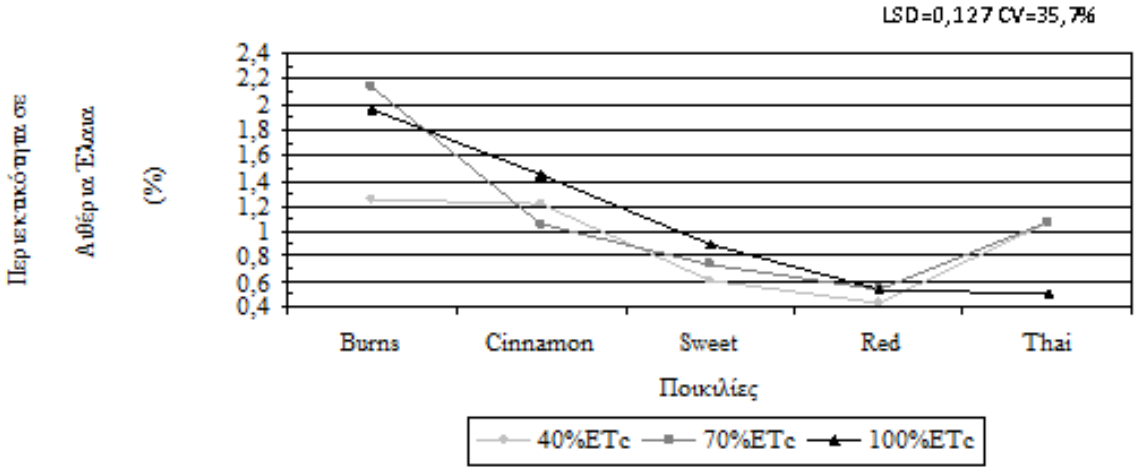
μειώνονταν με την μείωση της ποσότητας του νερού. Σύμφωνα με τους Zheljazkov κ.ά., (2008) η μέση απόδοση σε ξηρό βάρος 38 γενοτύπων βασιλικού που καλλιεργούνται στον αγρό ήταν 564 g/m2. Η μέση απόδοση σε ξηρό βάρος που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν μεγαλύτερη από την μέση απόδοση που βρήκαν άλλοι ερευνητές (Khalid, 2006, Zheljazkov κ.ά., 2008, Ekrena κ.ά., 2012, Asadollahi κ.ά., 2013) με εξαίρεση την ποικιλία Red που δεν μπόρεσε να υπερβεί τη μέση απόδοση όταν αρδεύονταν με 40 και 70 % ETc.



Σχήμα 1. Επίδραση της άρδευσης στην απόδοση σε ξηρό βάρος στο στάδιο της πλήρους άνθισης στις πέντε ποικιλίες βασιλικού.

Περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια

Η περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια, στην πλήρη άνθιση, επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση ποικιλιών και επιπέδων άρδευσης (Σχήμα 2). Οι ποικιλίες Burns, Cinnamon και Sweet είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια με την αύξηση των επιπέδων του νερού άρδευσης, ενώ η ποικιλία Thai εμφάνιζε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα στο χαμηλότερο επίπεδο νερού και η ποικιλία Red Rubin είχε την χαμηλότερη περιεκτικότητα και στα τρία επίπεδα της άρδευσης .



Σχήμα 2. Επίδραση της άρδευση στην περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια στις πέντε ποικιλίες βασιλικού.

Σύμφωνα με τους Zheljazkov κ.ά., (2008) η μέση περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια 38 γενοτύπων βασιλικού που καλλιεργούνται στον αγρό ήταν 0,52 ml/100 g. Η μέση περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν μεγαλύτερη από την μέση περιεκτικότητα που βρήκαν άλλοι ερευνητές (Khalid, 2006, Zheljazkov κ.ά., 2008, Ekrena κ.ά., 2012, Asadollahi κ.ά.,. 2013) με εξαίρεση την ποικιλία Red που είχε τη μικρότερη περιεκτικότητα και στα τρία επίπεδα νερού και την ποικιλία Thai που είχε μικρότερη περιεκτικότητα στο επίπεδο νερού 100% ETc.

Συμπεράσματα

Η απόδοση σε ξηρό βάρος, στην πλήρη άνθιση, επηρεάστηκε από τις ποικιλίες και τα επίπεδα της άρδευσης εκτός από την ποικιλία «Cinnamon» και «Thai» οι οποίες παρουσίασαν σταθερή απόδοση σε όλα τα επίπεδα νερού.

Λόγω της αλληλεπίδρασης ποικιλιών βασιλικού με τα επίπεδα άρδευσης, όταν η συγκομιδή γίνεται στο κατάλληλο στάδιο, η χρησιμοποίηση κατάλληλων ποικιλιών μπορεί να οδηγήσει σε υψηλές περιεκτικότητες αιθέριων ελαίων. Όπως για παράδειγμα οι ποικιλίες «Burns» ή «Thai», στην περίπτωση που οι δυνατότητες άρδευσης είναι περιορισμένες.

Η ελλειμματική άρδευση (έως και 40%ET_c) διατηρεί, οικονομικά, βιώσιμη την καλλιέργεια του βασιλικού. Το συμπέρασμα αυτό επιτρέπει τον ανασχεδιασμό των αρδεύσεων, στην καλλιέργεια του βασιλικού, εξοικονομώντας υδατικούς πόρους, αλλά και αξιοποιώντας εδάφη με περιορισμένες δυνατότητες άρδευσης.

Βιβλιογραφία

Asadollahi, A. Mirza, M. Abbaszadeh, B. Azizpour, S. Keshavarzi, A. 2013. Comparison of Essential oil from Leaves and Inflorescence of three Basil (*Ocimum basilicum* L.) Populations under Drought Stress. Int. J. Agron. Plant Prod. 4 (10), 2764-2767.

Allen, R. G. Pereira, L.S Raes, D. Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56

Δόρδας, Χ. 2012. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.

Ekrena, S. Sonmez, C. Ozcaka, E akalb, Kukul Kurttas, Y. S. Bayrama, E. Gurgulu, H. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil *(Ocimum basilicum L.).* Agric. Water Manage. 109 155– 161

Khalid, Kh.A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs *(Ocimum sp.).* Int. Agrophysics 20, 289-296.

Lemberkovics E., Petri G., Nguyen H., Mathe L. 1995. Relationships between essential oil and flavonoid biosynthesis in basil. Acta Hort. 426, 647–655.

Nurzyńska-Wierdak, R. Bogucka-Kocka, A. Kowalski, R. Borowski, B. 2012. Changes in the chemical composition of the essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on the plant growth stage. Chemija 23 (3), 216–222.

Paton, A. Putievsky, E. 1996. Taxonomic problems and cytotaxonomic relationships between varieties of *Ocimum basilicum* and related species (Labiatae). Kew Bul. 5:1–16ushpangadan, P. Bradu, B.L. Basil, in: K.L. Chadha, R. Gupta (Eds.), Advances in Horticulture, Medicinal and Aromatic Plants, vol. 11, Malhotra Publishing House, New Delhi, 1995, pp. 627–657.

Shiklomanov, I.A., 1999. State Hydrological Institute (SHI)/United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO), St. Petersburg/Paris.

Singh, S. Singh, M. Kumar Singh, A. Kalra, A. Yadav, A. Patra, D.D. 2010. Enhancing productivity of Indian basil (*Ocimum basilicum* L.) through harvest management under rainfed conditions of subtropical north Indian plains. Ind. Crops Prod. 32, 601–606.

WWAP, 2009. The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. UN World Water Assessment Programme, ISBN:9781844078394.

Zheljazkov, V. D. Callahan, A. Cantrell C. 2008. Yield and oil composition of 38 basil (*Ocimum basilicum* L.) accessions grown in Mississippi. J. Agric. Food Chem., 56, 241–245.

EFFECT OF WATER AVAILABILITY IN AGRONOMICAL, PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND IN ESSENTIAL OIL CONCENTRATION OF BASIL (*Ocimum basilicum*)

I. Kalamartzis[1], C. Dordas[1], P. Georgiou[2], G. Menexes[1]

[1]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Agriculture, Laboratory of Agronomy, 54124 Thessaloniki, Greece – tel: +302310998602, Fax: +302310998634- email: zisvos@yahoo.gr

[2]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Agriculture, Laboratory of General and Agricultural Hydraulics and Land Reclamation- 54124 Thessaloniki, Greece

Abstract

Basil has many varieties and many types which differ by their size, leaf color, leaf texture, color of inflorescence, but also by the essential oils' composition. The main objective of this study was to determine the effect of water availability on five different varieties of Basil on dry matter yield and in essential oils concentration. The experiment was conducted at the University farm of Aristotle University of Thessaloniki during the period of April – October 2015. Three irrigation levels 40%, 70% and 100% of the required evapotranspiration were used and five varieties of Basil «Cinnamon», «Mrs Burns Lemon», «Thai», «Sweet» and «Red Rubin» that have differences in earliness and in the composition of essential oils. Dry matter yield was influenced by the varieties of Basil and the essential oil concentration by the varieties and their interaction with the irrigation levels. «Mrs Burns Lemon» showed the highest dry matter yield and the highest essential oils concentration. While «Red Rubin» showed the lowest dry matter yield and the lowest essential oil concentration. The dry matter yield and the essential oil concentration were reduced as the amount of irrigation water was reduced. The results show that the reduction in irrigation did not significantly affect the dry matter yield of Basil and allows saving water resources and utilizing fields with limited irrigation possibilities.

Key words: yield, dry matter, water stress.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΔΥΟ ΕΙΔΗ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *Medicago* ΚΑΙ ΣΤΟ ΥΒΡΙΔΙΟ ΤΟΥΣ

Ε. Σαρρή[1], Γ. Ασημακοπούλου[1], Μ. Γκούφα[1], Μ. Ψυχογιού[2], Ε. Αβραάμ[3], Ε. Bingham[4], Ε. Τάνη[1], Γ. Σκαράκης[1]

[1]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα
[2]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσ. Πόρων & Γεωργ. Μηχανικής, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα
[3]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124, Θεσσαλονίκη, Αθήνα
[4]University of Wisconsin-Madison, Agronomy Department,53706 Wisconsin, USA

Περίληψη

Η αλατότητα του εδάφους είναι μία από τις σημαντικότερες αβιοτικές καταπονήσεις των καλλιεργούμενων φυτών που περιορίζουν την παραγωγικότητά τους. Η προσαρμογή στην αλατότητα της *Medicago truncatula*, η οποία αποτελεί μοντέλο φυτικών ειδών, έχει μελετηθεί εκτενώς. Αντίθετα, δεν υπάρχουν εκτεταμένες πληροφορίες σχετικά με την προσαρμογή στην αλατότητα για τα *M. sativa* και *M. arborea*, δύο σημαντικά ψυχανθή κτηνοτροφικά φυτά. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν ο προσδιορισμός της επίδρασης της καταπόνησης λόγω αυξημένης αλατότητας στην ανάπτυξη σπορόφυτων καθώς και η μελέτη της έκφρασης γονιδίων που πιθανώς σχετίζονται με την αντοχή στην αλατότητα, στα είδη *Medicago arborea*, *Medicago sativa* και για πρώτη φορά στο υβρίδιό τους, (Alborea). Τα φυτά ποτίστηκαν για 4 εβδομάδες με διαλύματα NaCl με τις ακόλουθες συγκεντρώσεις: α) μάρτυρας, απουσία εφαρμογής NaCl, β) 50 mM, γ) 100mM, δ) 150 mM NaCI, ε) σταδιακή εφαρμογή NaCl με συγκεντρώσεις 50mM και έπειτα από 10 ημέρες με 100 mM, και στ) σταδιακός εγκλιματισμός σε τελικό διάλυμα 150 mM NaCI (+ 50mM NaCl κάθε 10 ημέρες). Δύο γονίδια που σχετίζονται με την αλατότητα μελετήθηκαν σε φύλλα και σε ρίζες που συγκομίστηκαν 1 μήνα μετά τους χειρισμούς. Κατά γενικό κανόνα, οι υψηλότερες τιμές σχετικής έκφρασης γονιδίων καταγράφηκαν όταν τα φυτά δέχτηκαν ποτίσματα με 100mM και 150mM NaCl. Επίσης οι μεγαλύτερες διαφορές στην έκφραση γονιδίων ανιχνεύθηκαν στο είδος *M. arborea* και ακολούθως στο είδος *M. sativa*. Σύμφωνα με τις σχετικές εκφράσεις των γονιδίων φαίνεται ότι τα δύο αυτά είδη ανταποκρίθηκαν καλύτερα από ότι το υβρίδιο τους στα υψηλά επίπεδα αλατότητας. Αυτό υποστηρίζεται κι από τις μετρήσεις των μορφολογικών τους χαρακτηριστικών στις αντίστοιχες συνθήκες καταπόνησης.

Λέξεις κλειδιά: *Medicago sativa*, *Medicago arborea* , Alborea (*M. sativa* x *M. arborea*), σταδιακός εγκλιματισμός στις υψηλές συγκεντρώσεις NaCl, σοκ αλατότητας, γονιδιακές εκφράσεις

Εισαγωγή

Η αλατότητα αποτελεί ένα μεγάλο πρόβλημα παγκοσμίως όσον αφορά τον περιορισμό της ανάπτυξης των φυτών σε αρδευόμενες και μη αρδευόμενες εκτάσεις. Συγκεκριμένα στη λεκάνη της Μεσογείου επηρεάζει το 40% των καλλιεργούμενων εδαφών. Το φυτό αντιλαμβάνεται την επίδραση της αλατότητας μέσω δύο διαφορετικών καταπονήσεων: μιας

υπερωσμωτικής καταπόνησης που προκαλείται από την μείωση του υδατικού δυναμικού και μιας υπεριοντικής καταπόνησης ως αποτέλεσμα συσσώρευσης ιόντων σε τοξικό επίπεδο για την ανάπτυξη των φυτών (Apse et al. 1999). Η ωσμωτική καταπόνηση συμβαίνει από τη στιγμή που οι ρίζες έρχονται σε επαφή με διαλύματα που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων ενώ η ιοντική καταπόνηση έπεται της ωσμωτικής καταπόνησης, επειδή η συγκέντρωση των ιόντων Na πρέπει να φτάσει σε τοξικά επίπεδα στο κυτταρόπλασμα του φυτικού κυττάρου. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι απόκκρισης των φυτών, προκειμένου να αντιδράσουν στην αλατότητα του εδάφους (Munns and Tester 2008): α) η αντοχή στην ωσμωτική καταπόνηση που εξαρτάται από την ενεργοποίηση του βιοχημικού μονοπατιού του ασβεστίου, β) η χρήση πρωτεϊνών - μεταφορέων που απομακρύνουν ιόντα άλατος έξω από το φυτικό κύτταρο ή τα διανέμουν εσωτερικά, και τέλος γ) η διαμερισματοποίηση μακριά από το διαλυτό κυτταρόπλασμα διαμέσου ενός μηχανισμού αντιμεταφοράς Na+/H+.

Η μηδική (*Medicago sativa* L.) είναι το πιο σημαντικό κτηνοτροφικό ψυχανθές και χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της σύνθεσης του εδάφους και ως ζωοτροφής. Αν και είναι ένα είδος μετρίως ανθεκτικό στην καταπόνηση λόγω αυξημένης αλατότητας, η παραγωγή και ανάπτυξή του μειώνεται όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα κυμαίνεται μεταξύ 50-200 mM NaCl (Li et al. 2011). Μεγάλη έμφαση έχει δοθεί στην ανάγκη για παραγωγή ψυχανθών με αυξημένη αντοχή στην αλατότητα και υψηλή απόδοση δεδομένου ότι τα ψυχανθή είναι η δεύτερη σημαντικότερη γεωργική καλλιέργεια και παρέχουν το 33% των ανθρώπινων αναγκών σε άζωτο (Liu et al.,2013). Το παλαιότερο είδος του γένους *Medicago* θεωρείται η *Medicago arborea* L., η οποία έχει θαμνώδη ανάπτυξη. Το είδος έχει τη δυνατότητα να ευδοκιμεί σε συνθήκες ξηρασίας αλλά και κάτω από υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων.

Η καταπόνηση από αυξημένη αλατότητα μπορεί να επιτευχθεί με έναν από τους δύο τρόπους: α) όταν τα φυτά υποβάλλονται σε σταδιακή εφαρμογή του NaCl μέχρι να επιτευχθεί μια τελική, προσχεδιασμένη συγκέντρωση άλατος (ονομάζεται και εγκλιματισμός αλατότητας) (Turan et al., 2012) και β) όταν τα φυτά εκτίθενται συνεχώς σε χαμηλά επίπεδα αλατότητας. Ο εγκλιματισμός είναι μια φαινοτυπική απόκριση που είναι απαραίτητη για την επιβίωση των φυτών κάτω από παρατεταμένες συνθήκες αυξημένων επιπέδων αλάτων (Quan et al., 2016). Από την άλλη πλευρά η ακαριαία έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl αποτελεί μια ακραία μορφή καταπόνησης και συμβαίνει σπάνια στη φύση λόγω του γεγονότος ότι οι συγκεντρώσεις NaCl αυξάνονται σταδιακά μέσω της αργής ξήρανσης του εδάφους και της εξατμισοδιαπνοής του εδαφικού νερού. Κάτω από συνθήκες ακαριαίας έκθεσης σε αυξημένες συγκεντρώσεις NaCl, τα φυτά ξαφνικά εκτίθενται σε ωσμωτικό σοκ λόγω των μεγάλων διαφορών ωσμωτικής πίεσης μεταξύ διαλυμάτων εκτός του κυτταροπλάσματος με υψηλή συγκέντρωση NaCl και διαλυμάτων εντός του κυτταροπλάσματος. Η κυτταρική πλασμόλυση και η διαρροή υγρών συμβαίνει υπό ωσμωτικό σοκ, φαινόμενο που δεν εμφανίζεται στην ωσμωτική καταπόνηση, υποδεικνύοντας έτσι ότι η έκφραση γονιδίων είναι διαφορετική κάτω από συνθήκες καταπόνησης και κάτω από συνθήκες σοκ (Zhang et al, 2015). Οι τρέχουσες μοριακές και βιοχημικές έρευνες επικεντρώνονται σε πειράματα που εκτελούνται συνήθως με τη χρήση υψηλών συγκεντρώσεων NaCl (Munns, 2005). Συνεπώς, υπάρχει μια έλλειψη γνώσης σχετικά με τη μοριακή βάση της αντίδρασης στην καταπόνηση σε αυξημένα επίπεδα αλατότητας υπό μορφή εγκλιματισμού. Επιπλέον, το αποτέλεσμα αρκετών μελετών που έχουν διεξαχθεί τόσο με χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων ή εγκλιματισμό όσο και με σοκ, δείχνουν ότι αυτές οι επεμβάσεις προκαλούν πολύ διαφορετικές αντιδράσεις στα φυτά. Ως εκ τούτου,

ένα πείραμα που περιλαμβάνει και τις δύο επεμβάσεις, είναι ο μόνος τρόπος για να διαχωριστούν τα γονίδια που εμπλέκονται σε ωσμωτικές και ιοντικές καταπονήσεις αφού ανάλογα με τη μεταχείριση επάγονται περισσότερο η λιγότερο γονίδια που σχετίζονται με μια από τις δύο μορφές καταπόνησης (Rubio et al. 1995). Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τους φυσιολογικούς και μοριακούς μηχανισμούς που συσχετίζονται με την ανοχή της *M. sativa* στην καταπόνηση με αλατότητα ή σε σοκ αλατότητας (Postnikova et al. 2013). Ωστόσο, καμία μελέτη δεν έχει αξιολογήσει τις αποκρίσεις των δύο διαφορετικών ειδών (*M. sativa* και *M. arborea*) και του υβριδίου τους (Alborea) σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας.

Υλικά και μέθοδοι

Στο παρόν πείραμα μελετήθηκαν 2 είδη του γένους *Medicago*, η *Medicago arborea*, η *Medicago sativa*, και το υβρίδιό τους, (Alborea). Οι διασταυρώσεις των δύο ειδών και η παραγωγή του υβριδίου έγιναν στο University of Wisconsin, Madison, USA.

Από το κάθε είδος και το υβρίδιο φυτεύτηκαν 30 σπόροι, μετά από προβλάστησή τους, σε γλαστράκια. Έπειτα όλα τα γλαστράκια τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ανάπτυξης σε σταθερή θερμοκρασία 25 ^{o}C, και φωτοπερίοδο 16 ωρών φωτός και 8 ωρών σκότους, όπου ποτίζονταν τακτικά και γινόταν λίπανση κάθε εβδομάδα. Για κάθε χειρισμό χρησιμοποιήθηκαν 5 φυτά από το κάθε είδος. Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο πειραματικό σχέδιο.

Οι χειρισμοί που εφαρμόστηκαν ήταν: 1) μάρτυρας, απουσία εφαρμογής NaCl, 2) συνεχής εφαρμογή NaCl συγκέντρωσης 50 mM, 3) συνεχής εφαρμογή NaCl συγκέντρωσης 100 mM, 4) συνεχής εφαρμογή NaCl συγκέντρωσης 150 mM, 5) σταδιακή εφαρμογή NaCl με συγκεντρώσεις 50 mM και έπειτα από 10 ημέρες με 100 mM και 6) σταδιακή εφαρμογή NaCl με συγκεντρώσεις 50-100-150 mM με αλλαγή συγκέντρωσης κάθε 10 μέρες.

Τα φυτά αξιολογήθηκαν με βάση φαινοτυπικούς χαρακτήρες. Αφού τα φυτά απέκτησαν τρία πραγματικά φύλλα, γινόταν καταγραφή του ύψους τους, τρεις φορές την εβδομάδα και ταυτόχρονα καταγραφή του αριθμού των φύλλων. Τα συγκεκριμένα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του σχετικού ρυθμού αύξησης (Relative Growth Rate-RGR) του κάθε φυτού ξεχωριστά. Ο υπολογισμός έγινε με βάση την αύξηση των φυτών σε ύψος σύμφωνα με τον τύπο: (Y2-Y1)/X, όπου Y2 το ύψος του φυτού τη χρονική στιγμή 2, Y1 το ύψος του φυτού τη χρονική στιγμή 2, και X ο χρόνος (ημέρες) μεταξύ τη χρονική στιγμή 1 και 2.

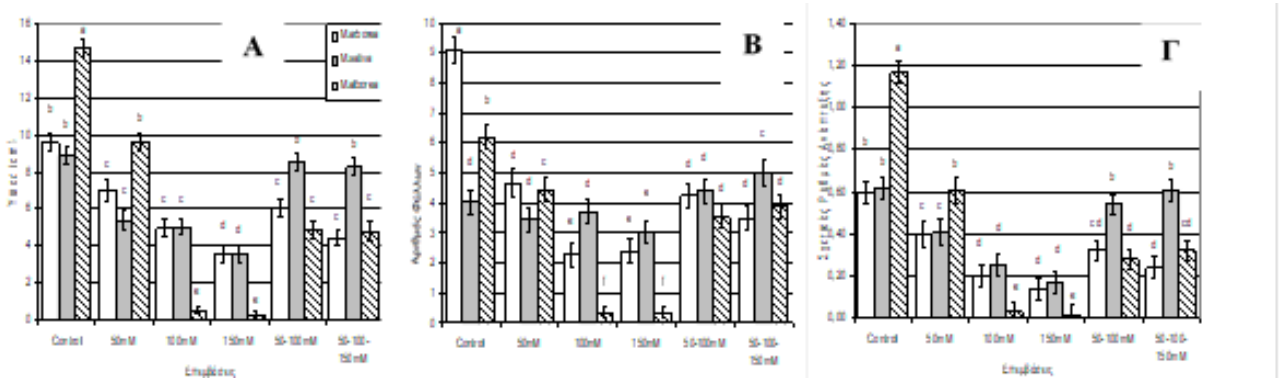
Για την μελέτη της σχετικής έκφρασης γονιδίων αρχικά απομονώθηκε RNA με τη χρήση του Trizol. Στη συνέχεια μετρήθηκε η συγκέντρωση RNA σε μηχάνημα Nanodrop για την αξιολόγηση καθαρότητας των δειγμάτων. Ακολούθησε η σύνθεση cDNA με αντίστροφη μεταγραφάση Superscript II. Έπειτα, PCR για τον έλεγχο του προϊόντος της σύνθεσης cDNA και χρήση εκκινητών γονιδίου αναφοράς της ακτίνης. Και τέλος ο υπολογισμός της σχετικής έκφρασης των γονιδίων έγινε με τη μέθοδο της Real-Time PCR.

Η διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των ειδών έγινε με Ανάλυση της Διακύμανσης (ANOVA). Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), με επίπεδο σημαντικότητας 0,05 (Steel and Torrie, 1980). Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου IBM SPSS Statistics 23 για Windows (SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Τα φυτά μάρτυρες και τα φυτά που δέχονταν σταδιακή αύξηση συγκέντρωσης NaCl της *M. sativa* δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους, όμως τα φυτά που δέχονταν συνεχή εφαρμογή συγκέντρωσης 150 mM NaCl είχαν σημαντικά μικρότερο ύψος (Εικόνα 1Α). Τα φυτά μάρτυρες της Alborea είχαν στατιστικά ($p<0.05$) το μεγαλύτερο ύψος καθώς και τον μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης.

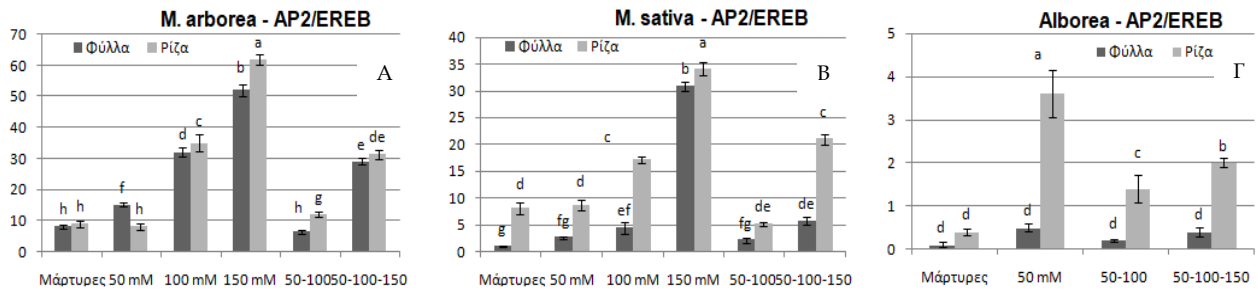
Τα φυτά μάρτυρες της *M. arborea* παρουσίασαν τον μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ενώ διέφεραν σημαντικά με τα φυτά που δέχονταν 50 mM NaCl (Εικόνα 1Β). Και στα 3 είδη τα φυτά που δέχονταν εφαρμογή συνεχούς συγκέντρωσης 100 mM NaCl και 150 mM NaCl, είχαν τον πιο αργό ρυθμό ανάπτυξης (Εικόνα 1Γ).



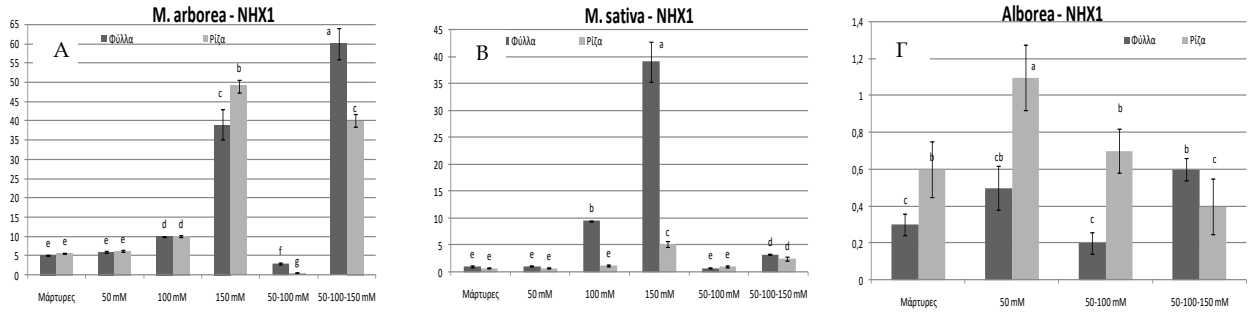
Εικόνα 1. Α. Ύψος φυτών μετά από διαφορετικές εφαρμογές συγκεντρώσεων NaCl για τα 3 είδη μηδικής *M. arborea, M. sativa,* Alborea, Β. Αριθμός φύλλων φυτών μετά από διαφορετικές εφαρμογές συγκεντρώσεων NaCl για τα 3 είδη μηδικής *M. arborea, M. sativa,* Alborea, Γ. Σχετικός ρυθμός ανάπτυξης φυτών μετά από διαφορετικές εφαρμογές συγκεντρώσεων NaCl για τα 3 είδη μηδικής *M. arborea, M. sativa,* Alborea. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0.05$)

Εκτός από τον φαινότυπο, τα φυτά αξιολογήθηκαν και ως προς την έκφραση δύο γονιδίων που σχετίζονται με την αντοχή στην καταπόνηση με αλατότητα. Στη *M. arborea* η επαγωγή του γονιδίου *AP2/EREB* ήταν αυξημένη στα φύλλα και τις ρίζες των φυτών που υποβλήθηκαν σε συνθήκες σοκ και περισσότερο στην έκθεσή τους σε 150 mM NaCl (Εικόνα 2Α). Για την *M. sativa* η μεγαλύτερη επαγωγή του γονιδίου εμφανίστηκε για τα φυτά που υποβλήθηκαν σε συνθήκες σοκ συγκέντρωσης 150 mM NaCl στα φύλλα και ρίζες (Εικόνα 2Β). Τα φυτά της Alborea παρουσίασαν χαμηλά επίπεδα επαγωγής για όλους τους χειρισμούς στους οποίους τα φυτά επιβίωσαν μέχρι το τέλος του πειράματος (Εικόνα 2Γ).

Από την Εικόνα 3Α, φαίνεται πως τα φυτά της *M. arborea*, που υποβλήθηκαν σε συνθήκες σοκ με συγκέντρωση 150 mM NaCl καθώς και τα φυτά που υποβλήθηκαν σε σταδιακή καταπόνηση με τελική συγκέντρωση 150 mM NaCl, παρουσίασαν την μεγαλύτερη επαγωγή του γονιδίου *NHX1* στα φύλλα και τις ρίζες. Στην *M. sativa* μόνο οι ρίζες των φυτών που υποβλήθηκαν σε συνθήκες σοκ με συγκέντρωση 150 mM NaCl είχαν αυξημένη επαγωγή του γονιδίου (Εικόνα 3Β). Τέλος, στην Εικόνα 3Γ φαίνεται πως τα φυτά της Alborea παρουσίασαν πάλι χαμηλά επίπεδα έκφρασης για όλους τους χειρισμούς των φυτών που επιβίωσαν.



Εικόνα 2. Μέση έκφραση γονιδίου AP2/EREB στη Α. M. arborea Β. M. sativa και Γ. Alborea στους έξι διαφορετικούς χειρισμούς αλατότητας. Οι συγκρίσεις μεταξύ γονοτύπων διαφέρουν σημαντικά σε P<0.05. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά (P<0.05)



Εικόνα 3. Μέση έκφραση γονιδίου *NHX1* στη Α. *M. arborea* Β. *M. sativa* και Γ. Alborea στους έξι διαφορετικούς χειρισμούς αλατότητας. Οι συγκρίσεις μεταξύ γονοτύπων διαφέρουν σημαντικά σε P<0.05. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά (P<0.05)

Τα δύο γονίδια που μελετήσαμε εμπλέκονται σε διαφορετικούς μηχανισμούς ανταπόκρισης στην αλατότητα. Το γονίδιο της ομάδας *AP2/EREB* εμπλέκεται στην απόκριση στην ωσμωτική καταπόνηση, ενώ το *NHX1* εμπλέκεται στην ιοντική καταπόνηση. Από τη μελέτη της έκφρασης των δύο γονιδίων φαίνεται ότι ο μεταφορέας ιόντων NHX1 και ο παράγοντας μεταγραφής της ομάδας *AP2/AREB* διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για την απόκριση των ειδών *M.sativa* και *M.arborea* σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος. Σύμφωνα με τον Sanchez et al. (2008) ευαίσθητοι γονότυποι μπορούν να ανταπεξέλθουν υπό χαμηλές συγκεντρώσεις άλατος, κάτι που συμβαίνει και με την Alborea. Το υβρίδιο φαίνεται να ξεπερνά τις χαμηλές συγκεντρώσεις NaCl και να αποδίδει καλύτερα από τους γονείς του. Ωστόσο, δεν μπορεί να ανταποκριθεί αποτελεσματικά υπό μέτριες έως υψηλές συγκεντρώσεις άλατος. Γενικά, ορισμένες αποκρίσεις δεν είναι απαραίτητες σε χαμηλές συγκεντρώσεις άλατος και θα πρέπει να ενεργοποιούνται μόνο όταν φτάνουν οι συγκεντρώσεις άλατος πάνω από ένα κατώφλι. Από την άλλη πλευρά, το είδος *M. arborea* ενεργοποιεί όλα τα γονίδια σε υψηλό επίπεδο ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις άλατος. Αντιθέτως, μια σαφής διαφοροποίηση στα επίπεδα έκφρασης γονιδίων κάτω από τις δυο μορφές μεταχειρίσεων με άλατα (σταδιακός εγκλιματισμός ή όχι) διαπιστώθηκε στο είδος *M. sativa*. Όλα τα γονίδια εκφράστηκαν σε μέτρια ή χαμηλά επίπεδα όταν η μεταχείριση έγινε με σταδιακό εγκλιματισμό, υπογραμμίζοντας ότι το είδος *M. sativa* «ρυθμίζει» ένα λεπτό συντονισμό της επαγωγής γονιδίων μέχρι το σημείο που να συνδυάζει τόσο την αντοχή στην αλατότητα όσο και την όσο δυνατόν χαμηλότερη μείωση της ανάπτυξης.

Βιβλιογραφία

Apse MP, Aharon GS, Snedden WA, Blumwald E (1999) Salt tolerance conferred by over-expression of a vacuolar Na+/H+ antiport in Arabidopsis. Science 285:1256–1258

Li D., Yunqin Zhang, Xiaona Hu, Xiaoye Shen, Lei Ma, Zhen Su, Tao Wang and Jiangli Dong (2011) Transcriptional profiling of *Medicago truncatula* under salt stress identified a novel *CBF* transcription factor *MtCBF4* that plays an important role in abiotic stress responses BMC Plant Biology11:109

Liu L., Xiu-Duo Fan, Fa-Wei Wang, Nan Wang, Yuan-Yuan Dong, Xiu-Ming Liu, Jing Yang, Yan-Fang Wang, Hai-Yan Li (2013) Coexpression of *ScNHX1* and *ScVP* in Transgenic Hybrids Improves Salt and Saline-Alkali Tolerance in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) J Plant Growth Regul. 32:1–8

Munns R. and M.Tester (2008) Mechanisms of Salinity Tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59:651–81

Munns, R. (2005) Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytol. 167: 645–663.

Postnikova O., Jonathan Shao and Lev G. Nemchinov (2013) Analysis of the Alfalfa Root Transcriptome in Response to Salinity Stress Plant Cell Physiol. 54(7): 1041–1055

Quan W., X. Liu, H. Wang, Z. Chan, (2016) Physiological and transcriptional responses of contrasting alfalfa *(Medicago sativa* L.) varieties to salt stress. Plant Cell Tiss Organ Cult. 126, 105-115.

Rubio F, Gassmann W, Schroeder JI (1995) Sodium-driven potassium uptake by the plant potassium transporter HKT1 and mutations conferring salt tolerance. Science 270:1660–1663

Sanchez, DH, Lippold, F, Redestig, H, Hannah, MA, Erban, A, Kramer, U, Kopka, J, Udvardi, MK (2008) Integrative functional genomics of salt acclimatization in the model legume Lotus japonicus. Plant Journal **53**, 973-987.

Turan S., Katrina Cornish and Shashi Kumar (2012) Salinity tolerance in plants: Breeding and genetic engineering. AJCS 6(9):1337-1348

Zhang Y., H.-M. Zhang, Z.-H. Liu, H.-C. Li, X.-L. Guo, G.-.L.Li (2015) The wheat *NHX* antiporter gene *TaNHX2* confers salt tolerance in transgenic alfalfa by increasing the retention capacity of intracellular potassium. Plant Mol Biol. 87:317–327

Abstract

Soil salinization is one of the most important abiotic stresses of cultivated plants that limits their production. The adaptation to salinization of *Medicago truncatula*, which represents a model of plant species, has been widely studied. On the contrary, there is no much information for adaptation to salinization of *M. sativa* and *M. arborea*, two important forage legumes. The aim of this study was to study the effect of abiotic stress due to increased salinization, on the development of seedlings and also to detect the expression of salt-tolerance related genes on the species *Medicago arborea*, *Medicago sativa* and for the first time of their hybrid, Alborea. Plants were irrigated for 4 weeks with the following NaCl solutions (treatments): α) control, only water application b) 50 mM, c) 100 mM, d) 150 mM NaCl, e) a step wise acclimation to 50 mM and then after 10 days to 100 mM and f) step wise acclimation to 150 mM NaCl solution (+50 mM NaCl steps every 10 days). Two genes related to salinity were studied in leaves and roots sampled one month after the treatments. As a general rule, the higher relative gene expression values were recorded for the plants irrigated with 100 mM and 150 mM NaCl solutions. Also, the highest expression ratios for the studied genes were detected in *M. arborea*

followed by *M. sativa.* According to the genes' expression, it seems that *M. arborea* and *M. sativa* responded better than their hybrid under high levels of salinity. This is also supported by the performance of morphological characteristics of the two species and their hybrid under salinity stress.

4Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΦΥΤΟΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΕΓΧΩΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΜΕ ΠΙΘΑΝΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ ΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΙΠΠΟΚΡΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

Ε. Φανουρίου [1], Ε. Γαβριήλ[1], Π. Ταραντίλης[2], Γ. Οικονόμου[1]

[1]Τομέας Γεωργίας, Βελτίωσης φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Ιερά οδός 75, 11855 Αθήνα
[2]Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων, Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά οδός 75, 11855, Αθήνα

Περίληψη

Τα φαρμακευτικά φυτά (ΦΦ) αποτελούν το κύριο στοιχείο της «φυτοχημικής δεξαμενής» στη λεκάνη της Μεσογείου. Αρκετά από τα ΦΦ παράγουν πτητικά αιθέρια έλαια που χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα βιοδραστικών ενώσεων. Στο παρελθόν, ο Ιπποκράτης ίδρυσε στο νησί της Κω, την περίφημη Ιατρική Σχολή, χρησιμοποιώντας ορισμένα είδη, όπως *Hypericum hircinum* L, *Hypericum empetrifolium* Willd, *Crithmum maritimum* L. και *Artemisia arborescens* Vaill για θεραπευτικούς σκοπούς. Σήμερα, αυτά τα είδη εξακολουθούν να εμφανίζονται σε μικρούς πληθυσμούς στο νησί της Κω. Επιπλέον άλλα δύο είδη ΦΦ, το *Origanum vulgare* spp. *hirtum* L. και η *Salvia officinalis* L. είναι γνωστά στις μεσογειακές χώρες για τα φαρμακευτικά χαρακτηριστικά τους. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της φυτοτοξικότητας των προαναφερθέντων ειδών και η ενδεχόμενη ζιζανιοκτόνος δράση τους. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, τμήματα των συγκεκριμένων ΦΦ (φύλλα και ταξιανθίες), συλλέχθηκαν στο στάδιο πλήρους άνθισης και αποξηράνθηκαν με φυσικό τρόπο σε θερμοκρασία δωματίου. Εν συνεχεία, παραλήφθηκε το αιθέριο έλαιο με την μέθοδο της υδροαπόσταξης χρησιμοποιώντας συσκευή τύπου Clevenger. Τα παράγωγα προϊόντα υδρόλυσης αραιώθηκαν και οι υδατικές αραιώσεις 100, 50, 25, 12.5, 6.75, 3.125, 1.56, 0.28, 0.14, και 0.07% v/v βιοπροσδιορίστηκαν για την ανασταλτική δράση τους με τη χρήση των βιοδεικτών *Lemna minor* L. και *Avena sativa* L., καθώς και των ζιζανίων *Cyperus rotundus* L. και *Lolium multiflorum* Lam. Έγιναν βιοδοκιμές όπου αξιολογήθηκαν α) η ανάπτυξη του ριζιδίου της *A. sativa* L. και του *L. multiflorum* Lam., β) η βλάστηση των κονδύλων της *C. rotundus* L. και γ) η ανάπτυξη της *L. minor* L. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν καθημερινώς επί μία εβδομάδα. Σύμφωνα με τις τιμές του συντελεστή παρεμπόδισης ($I_{50\%}$), ο οποίος προέκυψε από την εφαρμογή Probit analysis το υδρόλυμα της ρίγανης επέδειξε τη μεγαλύτερη φυτοτοξικότητα στις βιοδοκιμές με *A. sativa, L. multiflorum* and *C. rotundus*, και ακολούθησαν τα υδρολύματα *των A. arborescens, H. empetrifolium, C. maritimum*, *S. officinalis* και *H. hircinum*. Στις βιοδοκιμές ωστόσο της *L. minor,* το υδρόλυμα της *S. officinalis* παρουσίασε την υψηλότερη φυτοτοξική δράση. Η διαφορετική φυτοτοξική δράση του κάθε ΦΦ αποδίδεται στη διαφορετική βιοχημική εξειδίκευση των υπό μελέτη ΦΦ.

Λέξεις κλειδια: φυτοτοξικότητα, υδρόλυμα, φαρμακευτικά φυτά, βιοδείκτες, ζιζάνια

Εισαγωγή

Ο Ιπποκράτης γεννήθηκε στην Κω το 460 π.Χ. και πέθανε στη Λάρισα γύρω στο 377 π.Χ.. Η Ιπποκρατική ιατρική θεωρείται το απόγειο της αρχαίας ορθολογικής ιατρικής. Σύμφωνα με

τις προσεγγίσεις του ελάμβανε υπ' όψιν το ιστορικό του αρρώστου, τη συμπτωματολογία της νόσου αλλά και την επίδραση του περιβάλλοντος πάνω στον ασθενή και στην ασθένεια. Η θεραπευτική του Ιπποκράτη στηριζόταν κυρίως: α) στη φύση του ασθενούς, β) στη διατροφή, γ) στη φαρμακευτική αγωγή και δ) στις χειρουργικές επεμβάσεις. Τα φάρμακα που χρησιμοποιούσε θεωρούσε ότι έπρεπε να χορηγούνται με ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να προκύπτει πάντοτε ωφέλεια, κατά την Ιπποκρατική ρήση «ώφελέειν ή μη βλάπτειν». Χρησιμοποιούσε κυρίως φυτικής προελεύσεως φάρμακα, λίγα ζωικής καθώς και μεταλλικά ορυκτά. Στα Ιπποκρατικά κείμενα αναφέρονται τα ονόματα 248 φυτών (Dierbach 1824; Littré, 1830).

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι α) η αξιολόγηση της φυτοτοξικότητας των *Hypericum hircinum* L, *Hypericum empetrifolium* Willd, *Crithmum maritimum* L. *Artemisia arborescens* Vaill, *Origanum vulgare* spp. *hirtum* L. και *Salvia officinalis* L. και η ενδεχόμενη ζιζανιοκτόνος δράση τους β) η διαχείριση της εξέλιξης της αντοχής των ζιζανίων σε υπάρχοντα ζιζανιοκτόνα γ) ο αποτελεσματικότερος έλεγχος των ζιζανίων με την χρήση των υδρολυμάτων.

Υλικά και μέθοδοι

Κατά την διαδικασία της δειγματοληψίας ελήφθησαν φυτικά δείγματα από τις θέσεις των αυτοφυών πληθυσμών των *A. arvensis* L., *C. salviifolius* L., *T. capitatum* L., *C. maritimum* L., *A. arborescens* (Vaill.) L., *H. hircinum* L., *H. empetrifolium* Willd, *F. communis* L. της νήσου Κω.

Μετά την παραλαβή του φυτικού υλικού από τα άνθη και τα φύλλα του κάθε είδους, έγινε αποξήρανση αυτού, κονιορτοποίηση και τέλος ακολούθησε η μέθοδος της υδροαπόσταξης για την παραλαβή του αιθερίου ελαίου και του υδρολύματος, χρησιμοποιώντας την συσκευή Clevenger. Η διαδικασία της απόσταξης διήρκησε 3 ώρες. Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε προήλθε από φυτά στη πλήρη άνθιση.

Η ποιοτική ανάλυση του υδρολύματος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση αέριου χρωματογράφου (GC) (Hewlett Packard 5890 II) εξοπλισμένου με τριχοειδή στήλη (HP-5MS, crosslinked 5% PH ME siloxane, 30 m, 0.25mm i.d., 0.25mm film thickness) και φασματογράφο μάζας (HP 5972) ως ανιχνευτή. Το φέρον αέριο ήταν το ήλιο με ρυθμό 1mL/min. Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν 60 °C και αύξανε σταδιακά έως τους 250 °C με ρυθμό 3 °C/min. Η συνολική διάρκεια της μεθόδου ήταν 63,33 min. Για την ανίχνευση με το GC-MS χρησιμοποιήθηκε σύστημα ιονισμού ηλεκτρονίων με ενέργεια ιονισμού τα 70 eV. Οι θερμοκρασίες του εγχυτήρα και του ανιχνευτή (γραμμή μεταφοράς φασματογράφου μάζας) ήταν 220 και 290°C αντίστοιχα. Οι χρωματογραφικές κορυφές αναγνωρίζονταν από το χρόνο έκλουσης, από τα φάσματα μάζας πρότυπων ουσιών, όταν ήταν δυνατό, από τα φάσματα μάζας των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών Nist 98 και Wiley 275 και με τη χρήση δημοσιευμένων δεδομένων (Adams 2007). Κατά την ποιοτική ανάλυση του υδρολύματος έγινε εντοπισμός της συγκέντρωσης του κύριου συστατικού για την αξιολόγηση της φυτοτοξικής του δράσης.

Ακολούθησαν βιοδοκιμές σε τρυβλία Petri χρησιμοποιώντας το υδρόλυμα και τις απομονωμένες κύριες χημικές ουσίες αυτών σε ζιζάνια και σε βιοδείκτες. Πιο συγκεκριμένα, τα παράγωγα προϊόντα υδρόλυσης αραιώθηκαν και οι υδατικές αραιώσεις 100, 50, 25, 12.5, 6.75, 3.125, 1.56, 0.28, 0.14, και 0.07% v/v βιοπροσδιορίστηκαν για την ανασταλτική δράση τους με τη χρήση των βιοδεικτών *Lemna minor* L. και *Avena sativa* L., καθώς και των ζιζανίων

Cyperus rotundus L. και *Lolium multiflorum* Lam. Σε αντίστοιχες αραιώσεις οδηγήθηκαν και οι κύριες χημικές ενώσεις των υδρολυμάτων και ακολοθουθήθηκε η ίδια διαδιακασία.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η αξιολόγηση της ανασταλτικής δράσης των υδρολυμάτων και των επιμέρους κύριων συστατικών τους βασίστηκε στις καμπύλες dose response (probit analysis) του προγράμματος SPSS 16.0. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι τιμές των Log I_{50} όπως αυτές προέκυψαν έπειτα από την χρήση του προγράμματος.

Πίνακας 1. Παρουσίαση τιμών (Log I_{50}) των υδρολυμάτων με την χρήση του προγράμματος SPSS 16.0 probit analysis

Hydrosols (Log I_{50})						
Bioindicators -Weeds	*Artemisia arborescens*	*Hypericum empetrifolium*	*Crithmum maritimum*	*Hypericum hircinum*	*Salvia officinalis*	*Origanum vulgare*
A. sativa	0,12	0,55	0,59	0,79	0,74	**-0,02**
L. multiflorum	-0,27	-0,32	0,05	-0,09	1,16	**-0,36**
L. minor	1,22	1,24	1,59	1,27	**1,19**	1,22
C. rotundus	1,14	1,52	1,16	2,13	0,72	**0,47**

Η παρεμποδιστική δράση των υδρολυμάτων είναι αντιστρόφως ανάλογη της τιμής του Log I_{50}. Η μικροτερη τιμή του δείκτη συνδέεται με την μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση του υδρολύματος. Στον Πίνακα 1 το υδρόλυμα της *O. vulgare* εμφανίζει μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση για τα ζιζάνια *L. multiflorum*, *C. rotundus* και του βιοδέικτη *A. sativa* ενώ μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση στην ανάπτυξη της *L. minor* έδειξε το υδρόλυμα της *S. officinalis*.

Πίνακας 2. Παρουσίαση τιμών (Log I50) των κύριων χημικών ουσιών *Origanum vulgare* spp. *hirtum* με την χρήση του προγράμματος SPSS probit analysis

***Origanum vulgare* spp. *hirtum* (Log I_{50})**				
Constitutes	*Avena sativa*	*Lolium multiflorum*	*Lemna minor*	*Cyperus rotundus*
Thymol	**-0,49**	**-0,72**	**0,4**	**1,13**
Carvacrol	**-0,26**	**-0,18**	**0,45**	**1,27**
Thymol/Carvacrol	**-0,57**	**-0,90**	**0,38**	**0,97**

Εν συνεχεία έγινε εντοπισμός της συγκέντρωσης του κύριου συστατικού του κάθε υδρολύματος και ακολούθησε η αξιολόγηση της φυτοτοξικής δράσης των επιμέρους συστατικών αλλά και ο συνδυασμός αυτών. Στον Πίνακα 2 εμφανίζονται τα κύρια συστατικά της *Origanum vulgare* spp. *hirtum*. Ο συνδιασμός της *Thymol/Carvacrol* δείχνει να παρουσιάζει μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση τόσο στα ζιζάνια *L. multiflorum*, *C. rotundus* όσο και στους βιοδείκτες *A. sativa* και *L. minor*.

Πίνακας 3. Παρουσίαση τιμών (Log I50) των κύριων χημικών ουσιών *Artemisia arborescens* με την χρήση του προγράμματος SPSS probit analysis

***Artemisia arborescens* (Log I_{50})**				
Constitutes	*Avena sativa*	*Lolium multiflorum*	*Lemna minor*	*Cyperus rotundus*
Camphor	1,97	**1,95**	1,21	1,4
Borneol	2,22	2,37	1,33	1,49
Camphor/Borneol	**1,76**	**1,95**	**1,19**	**1,36**

Στον Πίνακα 3 εμφανίζονται τα κύρια συστατικά της *Artemisia arborescens*. Ο συνδιασμός της *Camphor/Borneol* (Beyrouthy *et al.*, 2011) δείχνει να παρουσιάζει μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση τόσο στα ζιζάνια *L. multiflorum*, *C. rotundus* όσο και στους βιοδείκτες *A. sativa* και *L. minor* σύμφωνα με τις τιμές του Log I_{50} που προέκυψαν.

Πίνακας 4. Παρουσίαση τιμών (Log I50) των κύριων χημικών ουσιών *Salvia officinalis* με την χρήση του προγράμματος SPSS probit analysis

***Salvia officinalis* (Log I_{50})**				
Constitutes	*Avena sativa*	*Lolium multiflorum*	*Lemna minor*	*Cyperus rotondus*
Cineole <1,8>	1,47	1,08	1,37	2,11
a-Thujune	1,39	1,08	1,34	1,99
Camphor	1,12	1	1,26	1,93
Cineole <1,8>/a-Thujune	0,78	1,03	1,35	2,01
Cineole <1,8>/ Camphor	0,11	1	1,33	1,87
a-Thujune/ Camphor	-0,3	0,96	1,29	1,83
a-Thujune/Camphor /Cineole <1,8>	**-0,34**	**0,91**	**1,23**	**1,79**

Στον Πίνακα 4 εμφανίζονται τα κύρια συστατικά της *Salvia officinalis*. Ο συνδυασμός της *a-Thujune/Camphor/Cineole(1,8)* δείχνει ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση τόσο στα ζιζάνια *L. multiflorum*, *C. rotundus* όσο και στους βιοδείκτες *A. sativa* και *L. minor* σύμφωνα με τις τιμές του Log I_{50} που προέκυψαν.

Στον Πίνακα 5 εμφανίζονται τα κύρια συστατικά του *Hypericum empetrifolium*. Ο συνδυασμός του *a -Pinene/a - Terpineol/Z - Caryophyllene* (Bertoli *et al.*, 2011) δείχνει ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση τόσο στα ζιζάνια *L. multiflorum, C. rotundus* όσο και στους βιοδείκτες *A. sativa* και *L. minor* σύμφωνα με τις τιμές του Log I50 που προέκυψαν από την χρήση του probit analysis του SPSS.

Στον Πίνακα 6 εμφανίζονται τα κύρια συστατικά του *Crithmum maritimum*. Ο συνδιασμός του *γ-Terpinene/Sabinene/Terpinen-4-ol* (Senatore *et al.*, 1994) δείχνει ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση τόσο στα ζιζάνια *L. multiflorum, C. rotundus* όσο και στους βιοδείκτες *A. sativa* και *L. minor* σύμφωνα με τις τιμές του Log I50 που προέκυψαν από την χρήση του probit analysis του SPSS.

Πίνακας 5. Παρουσίαση τιμών (Log I50) των κύριων χημικών ουσιών *Hypericum empetrifolium* με την χρήση του προγράμματος SPSS probit analysis

***Hypericum empetrifolium* (Log I_{50})**				
Constitutes	*Avena sativa*	*Lolium multiflorum*	*Lemna minor*	*Cyperus rotondus*
a - Pinene	2,07	2,31	1,34	1,7
a - Terpineol	1,86	2,22	1,37	2
Z - Caryophyllene	2,33	3,38	1,29	2,1
a - Pinene/a - Terpineol	1,75	2,89	1,32	1,94
a - Pinene/Z - Caryophyllene	1,85	2,55	1,3	1,89
a - Terpineol/Z - Caryophyllene	1,8	2,86	1,37	1,91
a -Pinene/a - Terpineol/Z - Caryophyllene	**1,68**	**2,21**	**1,25**	**1,63**

Πίνακας 6. Παρουσίαση τιμών (Log I50) των κύριων χημικών ουσιών *Crithmum maritimum* με την χρήση του προγράμματος SPSS probit analysis

***Crithmum maritimum* (Log I_{50})**				
Constitutes	*Avena sativa*	*Lolium multiflorum*	*Lemna minor*	*Cyperus rotondus*
Sabinene	2,33	2,27	1,63	2,11
γ-Terpinene	2,31	2,15	1,28	1,9
Terpinen-4-ol	2,66	3,07	1,36	2,05
Sabinene/γ-Terpinene	2,47	2,32	1,29	1,98
Sabinene/Terpinen-4-ol	2,6	2,34	1,35	2,02
γ-Terpinene/Terpinen-4-ol	2,5	3,05	1,33	1,95
γ-Terpinene/Sabinene/Terpinen-4-ol	**2,3**	**2,1**	**1,3**	**1,84**

Πίνακας 7. Παρουσίαση τιμών (Log I50) των κύριων χημικών ουσιών *Hypericum hircinum* με την χρήση του προγράμματος SPSS probit analysis

***Hypericum hircinum* (Log I_{50})**				
Constitutes	*Avena sativa*	*Lolium multiflorum*	*Lemna minor*	*Cyperus rotondus*
(Z)-caryophyllene	2,32	2,88	1,28	2,26

Πίνακας 8. Συγκεντρωτικός πίνακας παρουσίασης τιμών (Log I50) των πιο αποτελεσματικών χημικών συνδιασμό με την χρήση του προγράμματος SPSS probit analysis

Bioindicators-Weeds/Log ID50	*a-Thujune/Camphor /Cineole <1,8>*	*Thymol/ Carvacrol*	*a -Pinene/a - Terpineol/Z - Caryophyllene*	*Camphor/ Borneol*
Avena sativa	**-0,34**	**-0,57**	1,68	1,76
Lolium multiflorum	**0,91**	**-0,9**	2,21	1,95
Lemna minor	1,23	0,38	1,25	**1,21**
Cyperus rotondus	1,79	0,97	1,63	**1,36**

Στον παραπάνω συγκεντρωτικό Πίνακα 8 παρουσιάζονται οι πιο δραστικοί συνδυασμοί των κύριων συστατικών των υδρολυμάτων. Ο συνδυασμός *Thymol/Carvacrol* έδειξε την υψηλότερη φυτοτοξικότητα στα είδη που μελετήθηκαν (*A. sativa, L. multiflorum*) ακολουθούμενη από τον συνδυασμό *Camphor/Borneol* (*L. minor, C. rotundus*). Γενικότερα παρατηρείται ότι το υδρόλυμα των ΑΦΦ έδειξε να είναι πιο αποτελεσματικό από τα επιμέρους συστατικά του. Η διαφορετική φυτοτοξική δράση του κάθε ΦΦ αποδίδεται στη διαφορετική βιοχημική εξειδίκευση των υπό μελέτη ΦΦ.

Βιβλιογραφία

Adams R.P., 2007. Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography.

Bertoli A., Cirak C., Teixeira da Silva J, 2011. Hypericum species as sources of valuable essential oils. Medicinal and Aromatic Plant and Biotechnology Global science books, p. 29-47.

Beyrouthy M., Arnold-Apostolides N., Labaki M., Cazier F., Najm S. and Aboukaïs A., 2011. Chemical composition of the essential oil of the Artemisia arborescens L. growing wild in Lebanon. Lebanese Science Journal, Vol. 12, No. 1, p. 71-78.

Dierbach J.H., 1824. Die Arzneimittel des Hippokrates, oder Versuch einer systematischen Aufzählung der in allen hippokratischen Schriften vorkommenden Medikamenten. XXIV, Heidelberg: Neue Akademische Buchhandlung von Karl Groos 1824.

Littré E., 1830. Oeuvres complètes d'Hippocrate : traduction nouvelle avec le texte grec en regard, collationné sur les manuscrits et toutes les éditions; accompagnée d'une introduction, de commentaires médicaux, de variantes et de notes philologiques; suivie d'une table générale des matière, Paris.

Senatore F. and De Feo V., 1994. Essential Oil of a Possible New Chemotype of Crithmum maritimum L. Growing in Campania (Southern Italy), Flavour and Fragrance Journal, Vol. 9, Issue 6, 305-307.

SEARCHING FOR NEW SUBSTANCES WITH POTENTIAL HERBICIDAL ACTION IN HIPPOCRATIC PLANTS

Fanouriou[1] E., Gavriil[1] E., Tarandilis[2] P., and Economou[1] G.

[1]Laboratory of Agronomy, Department of Crop Science, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 11855 Athens, Greece

[2]Food Sciences, General Chemistry, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 11855 Athens

Summary

Medicinal plants (MP) consist the main component of "phytochemical pool" in Mediterranean basin. Actually, some of the MPs produce essential oils characterized by high content of bioactive compounds. In ancient era, Hippocrates (460 -370 BC) established in Kos island (Greece) the famous Medicinal School using certain MPs such as *Hypericum hircinum* L, *H. empetrifolium* Willd, *Crithmum maritimum* L and *Artemisia arborescens* Vaill., for therapeutics aims. Nowadays, these species still occur in small populations in the island. Additionally, two other MPs, *Origanum vulgare spp. hirtum* L. and *Salvia officinalis* L. are known in Mediterranean countries for their medicinal characteristics. The aim of this study was to evaluate the

phytotoxicity of the aforementioned MPs focusing to their potential herbicidal use. According to our methodology, plant tissues (leaves, inflorescences) were collected at full blooming, were air dried and subjected to hydrodistillation and chemotypical analysis of their essential oils. The derived hydrosols after dilution in water to the following concentrations, 50%, 25%, 12.5%, 6%, 3%, 1.5%, 1%, 0.5% v/v, were bioassayed two times for their inhibitory action using the bioindicators *Lemna minor* L. and *Avena sativa L.* as well as the weeds *Cyperus rotundus* L and *Lolium multiflorum* Lam. In petri dishes incubating assays (with 3 replications), the seeds germination and radicle growth of *Avena* and *Lolium*, the tubers vegetation of *Cyperus* and the fronds growth of *Lemna* in aqueous culture, were measured daily for 10 days. Estimating the Inhibitory Index ($I_{50\%}$) based on dose response curves, *Origanum* hydrosol showed the highest phytotoxicity in *Avena, Lolium* and *Cyperus* bioassays, followed in reduced rank by *Artemisia, Crithmum*, *Salvia* and *Hypericum* hydrosols. Noticeably, in *Lemna* assays *Salvia* showed the highest phytotoxic effect. The differential phytotoxic response of bioindicators may be attributed to the different chemotypical specificity of the tested MPs.

Keywords: phytotoxicity, hydrosol, medicinal plants, biomarkers, weeds

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΟΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ (*Triticum monococcum*), ΔΙΚΟΚΚΟΥ (*T. dicoccum*) ΚΑΙ ΣΠΕΛΤΑ (*T. spelta*) ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ

Κ. Κουτής[1], Ε. Κορπέτης[1], Μ. Ηρακλή[1], Π. Ψωμά[2], Δ. Βλαχοστέργιος[3], Κ.Μ. Κουκ[1], Α. Μαυρομάτης[4]

[1] Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων,57001 Θέρμη Θεσσαλονίκης
[2] Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων, 57001 Θέρμη Θεσσαλονίκης
[3] Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών,Θεοφράστου 1, 41335 Λάρισα
[4] Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την καλλιεργητική περίοδο 2014- 2015 και είχε ως στόχο την επιλογή μετά από αξιολόγηση ποικιλιών και παραγωγή βελτιωτικού υλικού «ντυμένου» σιταριού δηλαδή μονόκοκκου (*Triticum monococcum),* δίκοκκου *(T. dicoccum),* και σπέλτα *(T. spelta)* για ολοκληρωμένα συστήματα : (α) βιολογικής γεωργίας και (β) γεωργίας χαμηλών εισροών και την παραγωγή προϊόντων με ικανοποιητικά χαρακτηριστικά ποιότητας και υψηλή διατροφική αξία. Από τα αποτελέσματα της έρευνας αναδείχτηκαν ποικιλίες «ντυμένων» σιταριών (μονόκοκκου, δίκοκκου και σπέλτα), μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν, που παρουσιάζουν χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας σε συνθήκες βιολογικής γεωργίας και μειωμένων εισροών, υψηλή ποιότητα προϊόντων αρτοποίησης και ιδιαίτερη διατροφική αξία με προοοπτική να αξιοποιηθούν περαιτέρω μέσω προγραμμάτων βελτίωσης για την παραγωγή εμπορικών ποικιλιών και πολλαπλασιαστικού υλικού. Ειδικότερα, η έρευνα έδειξε ότι τα «ντυμένα» σιτηρά ενδείκνυνται για συνθήκες μειωμένων εισροών, βιολογικής και παραδοσιακής γεωργίας, σε λιγότερο εύφορες περιοχές καθώς δείχνουν αντοχή σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, ανταγωνίζονται λόγω ύψους τα αγριόχορτα και μπορούν επιτυχώς να ενταχθούν στα συστήματα αμειψισποράς. Επίσης, είναι πλουσιότερα σε πρωτεΐνη και σημαντικά θρεπτικά ιχνοστοιχεία και μακροστοιχεία για τη διατροφή του ανθρώπου σε σχέση με τα «γυμνά». Τέλος, από τα ντυμένα, τόσο το μονόκοκκο όσο και τα δίκοκκο σιτάρι, περιέχουν γλουτένη με χαμηλό δείκτη και κατά συνέπεια τα προϊόντα τους συνίστανται για χρήση σε μίγματα αρτοποίησης για την παραγωγή ψωμιού ή ως αυτούσια για την παρασκευή άλλων αρτοποιημάτων (μπισκότα, φρυγανιές κλπ).

Λέξεις κλειδιά: ντυμένο σιτάρι, προσαρμοστικότητα, αρτοποίηση, διατροφή

Εισαγωγή

Τα λεγόμενα «ντυμένα» σιτηρά δηλαδή το μονόκοκκο σιτάρι (*T. monococcum*), το δίκοκκο σιτάρι (*T. dicoccum*), και το σιτάρι τύπου σπέλτα (*T. spelta*), είναι από τα πιο αρχαία σιτηρά που βρέθηκαν και καλλιεργήθηκαν στην περιοχή της Μεσογείου και της Κεντρικής Ευρώπης. Αυτά τα σιτηρά ήταν δημοφιλή και αποτέλεσαν τη βάση της διατροφής μαζί με τα όσπρια, για εκατοντάδες χρόνια (Valamoti, 2011).

Για κοινωνικούς, πολιτιστικούς ή απλά για οικονομικούς λόγους, τα «γυμνά σιτάρια» (*T. aestivum, T. durum*) έγιναν δημοφιλή και επικράτησαν τα τελευταία 200 χρόνια συνδέοντας τη χρήση τους με τις συνήθειες του σύγχρονου καταναλωτή (λευκό ψωμί, ζυμαρικά κλπ). Στις μέρες μας τόσο σε Μεσογειακές χώρες όπως η Ιταλία αλλά και στην Κεντρική Ευρώπη επανέρχεται το ενδιαφέρον για τα «ντυμένα σιτάρια», τα οποία δεν θεωρούνται πλέον η «τροφή των φτωχών», όπως ήταν στο παρελθόν. Αντίθετα, έχουν γίνει μια αποκλειστική και μοντέρνα τροφή, για την οποία οι απαιτητικοί καταναλωτές είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν υψηλότερη τιμή από ότι για οποιοδήποτε άλλο προϊόν σίτου (Stallknecht et al., 1996). Στην Ελλάδα, ειδικότερα, όπως συνέβη στην Ιταλία με το σιτάρι που φέρει την ονομασία «Faro», η κατανάλωση αυτών των προϊόντων που αναφέρονται με τη συλλογική ονομασία σιτάρια τύπου «ΖΕΑ», έχει ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον από τους καταναλωτές με συνέπεια και οι γεωργοί, οι οποίοι έχουν ανάγκη διαφοροποίησης στην παραγωγή τους, να προσπαθούν να ανταποκριθούν στις νέες προκλήσεις της αγοράς κάνοντας αθρόες εισαγωγές πολλαπλασιαστικού υλικού από το εξωτερικό.

Η βιολογική γεωργία από την άλλη πλευρά που στοχεύει στη μείωση των εισροών σε φάρμακα και λιπάσματα, υποσχόμενη την παραγωγή υγιεινών και ποιοτικών τροφίμων, αποκτά πανευρωπαϊκά αυξανόμενη δημοτικότητα και αυτό έχει οδηγήσει σε ένα ανανεωμένο ενδιαφέρον για τις παραδοσιακές ποικιλίες (Loschenburger et al., 2008) και για τα «ντυμένα» είδη σιταριού (Konvalina et al, 2013). Στην Ελλάδα τελευταία, έχει ήδη ξεκινήσει έρευνα, στα πλαίσια της οργανικής Βελτίωσης, για τη δημιουργία κατάλληλων ποικιλιών ντυμένου σιταριού, ώστε να είναι σε θέση να προσαρμοστούν σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον κλιματικής αλλαγής, χωρίς να χάνουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ποιότητάς τους και προκειμένου να ικανοποιήσουν τις μελλοντικές διατροφικές απαιτήσεις των πολιτών (Κουτής κα., 2014)

Σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν να συμβάλει στη δημιουργία βελτιωμένου γενετικού υλικού των ειδών μονόκοκκου, δίκοκκου και σιταριού σπέλτα το οποίο θα προσαρμόζεται στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας και τη βιολογική ή χαμηλών εισροών γεωργία.

Υλικά και Μέθοδοι

α. Πειραματική διάταξη

Έγινε διατοπική αξιολόγηση 13 γενοτύπων σιταριού σε περιβάλλον βιολογικής καλλιέργειας και περιβάλλον συμβατικής καλλιέργειας με χαμηλές εισροές, σε δύο τοποθεσίες: Λάρισα και Θεσσαλονίκη. Η πειραματική διάταξη ήταν Τυχαιοποιημένες Πλήρεις Ομάδες Τεμαχίων RCBD (Randomized Complete Block Design). Η ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) και η σύγκριση των μέσω όρων έγινε με το πρόγραμμα MSTATC και με τη χρήση του κριτήριου Duncan.

β. Γενότυποι

Η αξιολόγηση αφορούσε 13 γενοτύπους (5 γενότυπους *T. monococcum*, 4 γενότυπους *T. dicoccum*, 2 γενότυπους *T. spelta*, έναν γενότυπο – μάρτυρα *T. durum* και έναν γενότυπο - μάρτυρα *T. aestivum*) οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

γ. Προσδιορισμός της ποιότητας του αλεύρου

Έγινε ο προσδιορισμός των παρακάτω παραμέτρων ποιότητας του αλεύρου :
1. Προσδιορισμός υγρής γλουτένης (WETGL %) και δείκτη γλουτένης (GLIKD %) (ICC METHOD 155&158), 2. Τιμή καθίζησης (Zeleny Test) (ICC METHOD 116/1), 3.Χρόνος πτώσεως (Falling number, FN sec), ή test Hagberg (ICC METHOD 107/1), 4. Προσδιορισμός πρωτεΐνης.(PROT%) κατά Kjeldahl (AFNOR 03-750)

δ. Προσδιορισμός θρεπτικής αξίας αλεύρου

Αναλύθηκε η περιεκτικότητα των μακροστοιχείων P, K, Ca και Mg και των ιχνοστοιχείων Mn, Zn, Fe και Cu. Ο προσδιορισμός των παραπάνω στοιχείων έγινε με τη χρήση συστήματος επαγωγικού πλάσματος (ICP).

Οι αναλύσεις ποιότητας αλεύρου έγιναν στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Σιτηρών του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων και ο προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων στο Εργαστήριο του Ινστιτούτου Εδαφοϋδατικών Πόρων, στη Θέρμη της Θεσσαλονίκης.

Πίνακας 1. Γενότυποι που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διάταξη.

a/a	Γενότυπος	Είδος	Τύπος	Προέλευση
1	B32	*T. monococcum*	Επιλογή 2013-2014	Ελλάδα
2	ID 335	*T. monococcum*	Δείγμα συλλογής Τράπεζας Γενετικού Υλικού (Τ.Γ.Υ.)	Ελλάδα
3	MONARCA	*T. monococcum*	Μάρτυρας	Ιταλία
4	ID 338	*T. monococcum*	Δείγμα Τ.Γ.Υ.	Ελλάδα
5	PI94682	*T. dicoccum*	Επιλογή 2013-2014	Ελλάδα
6	D37	*T. dicoccum*	Επιλογή 2013-2014	Ελλάδα
7	D32	*T. dicoccum*	Επιλογή 2013-2014	Ελλάδα
8	FAR266	*T. dicoccum*	Δείγμα Τ.Γ.Υ.	Ισπανία
9	FAR106	*T. spelta*	Δείγμα Τ.Γ.Υ.	Ιταλία
10	FAR254	*T. spelta*	Δείγμα Τ.Γ.Υ.	Βέλγιο
11	SIFNOS	*T. durum*	Μάρτυρας	Ελλάδα
12	YECORA	*T. aestivum*	Μάρτυρας	Ελλάδα
13	ZEA	*T. dicoccum*	Ποικιλία γεωργών	Ελλάδα

Αποτελέσματα- συζήτηση

Στον Πίνακα 2 διακρίνεται η κατάταξή των γενοτύπων ως προς την απόδοση (Πίνακας 2) στα διάφορα περιβάλλοντα.

Στον Πίνακα 3 διακρίνονται οι τιμές αρτοποίησης του αλεύρου ενώ στον Πίνακα 4 οι τιμές των θρεπτικών στοιχείων ανά γενότυπο.

Από τα αποτελέσματα, σύμφωνα με τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2014 -2015, προέκυψε ότι :

α. Διατοπική διαφοροποίηση ποικιλιών

Δεν υπήρξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην κατάταξη των ποικιλιών ως προς την απόδοση μεταξύ των τοποθεσιών (Λάρισα – Θεσσαλονίκη), ωστόσο οι αποδόσεις:

Στην περιοχή της Λάρισας οι ποικιλίες των ντυμένων σιτηρών ευνοήθηκαν ιδιαίτερα σε συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας, διότι λόγω οψιμότητας στην περίοδο της άνθισης

εκμεταλλεύτηκαν καλύτερα τις πρώϊμες βροχοπτώσεις και συνεπώς γέμισαν καλύτερα τον κόκκο τους σε σχέση με τις αντίστοιχες σε συνθήκες μειωμένων εισροών.

β. Ποικιλίες με καλύτερη απόδοση ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας :

i. σε βιολογικές συνθήκες προκρίθηκαν η ποικιλία B32 μονόκοκκου σιταριού (μέση παραγωγή 1.40 t/ha), η ποικιλία PI94682 δικόκκου (μέση παραγωγή 1.30 t/ha) και η ποικιλία FAR106 σιταριού σπέλτα (μέση παραγωγή 1.00 t/ha)

ii. σε συνθήκες μειωμένων εισροών καλύτερες ως προς την απόδοση ήταν οι ποικιλίες B32 και ID335 μονόκοκκου σιταριού (μέση παραγωγή 1.25 t/ha και 1.20 t/ha, αντίστοιχα), PI94682, D37 και ZEA δικόκκου (μέση παραγωγή 1.05 t/ha, 1.00 t/ha και 1.25 t/ha, αντίστοιχα), και FAR106 σιταριού σπέλτα (μέση παραγωγή 1.00 t/ha).

Πίνακας 2 : Κατάταξη των γενοτύπων σε απόδοση (t/ha) σε δύο τοποθεσίες (A και B) και σε περιβάλλον βιολογικής γεωργίας και μειωμένων εισροών .

Θεσσαλονίκη (A)				Λάρισα (B)			
Βιολογικό		Μειωμένες εισροές		Βιολογικό		Μειωμένες εισροές	
12	4.47 a	11	3.96 a	12	1.67 a	11	1.64 a
11	3.66 b	12	3.67 a	3	1.54 ab	12	1.29 ab
1	1.45 c	3	1.98 b	11	1.50 ab	13	1.09 bc
3	1.41 cd	2	1.55 bc	1	1.40 abc	1	0.92 bc
5	1.36 cde	6	1.55 bc	2	1.38 abc	3	0.90 bc
7	1.30 cde	1	1.46 bc	5	1.27 abc	2	0.90 bc
9	1.12 cdef	13	1.39 bc	13	1.22 bcd	5	0.86 bc
2	1.02 cdef	7	1.39 bc	4	1.21 bcd	6	0.83 c
13	1.00 cdef	9	1.38 bc	6	1.19 bcd	8	0.77 c
4	0.89 cdef	5	1.21 c	8	1.07 cde	7	0.74 c
10	0.84 def	10	1.19 c	7	0.99 cde	9	0.66 c
6	0.78 ef	8	1.12 c	9	0.87 de	10	0.66 c
8	0.71 f	4	1.05 c	10	0.78 e	4	0.64 c
Μ.Ο.	1.54		1.76		1.24		0.92
Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικώς σημαντικοί για P<0. Η αρίθμηση των γενοτύπων είναι σύμφωνα με το Πίνακα 1							

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας αλεύρου προκύπτει ότι τόσο το μονόκοκκο όσο και το δίκοκκο σιτάρι, παρότι έχουν μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης από τα «γυμνά» σιτάρια (μαλακό και σκληρό), ωστόσο υστερούν στην ποιότητα αρτοποίησης (με εξαίρεση το σπέλτα) καθώς έχουν χαμηλό δείκτη γλουτένης και χαμηλή τιμή καθίζησης. Τα προϊόντα τους προτείνονται για παρασκευή άλλων αρτοποιημάτων (μπισκότα, φρυγανιές, κράκερς, χυλοπίτες, κορκότο, κλπ).

Όλα τα είδη των «ντυμένων» σιτηρών περιέχουν γλουτένη. Διαφέρουν όμως έναντι των «γυμνών» όσον αφορά την ποιότητα της γλουτένης (χαμηλός δείκτης). Στο μονόκοκκο σιτάρι δεν είναι δυνατός ο σχηματισμός γλουτένης με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζεται αυτή ως «διαρρέουσα».

Σε ότι αφορά τη διατροφική αξία διαπιστώθηκε ότι η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι υψηλότερη στους σπόρους των «ντυμένων» σιτηρών σε σχέση με τα είδη του σκληρού και του μαλακού σιταριού. Επιπλέον είναι πλουσιότερα σε σημαντικά θρεπτικά ιχνοστοιχεία για τη διατροφή του ανθρώπου, ιδιαίτερα σε ψευδάργυρο και σε λιγότερο βαθμό σίδηρο, μαγγάνιο,

μαγνήσιο σε σχέση με τα «γυμνά» σιτηρά. Το μονόκοκκο εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές από όλα τα υπόλοιπα είδη σε ότι αφορά τα ιχνοστοιχεία. Σε ότι αφορά μακροστοιχεία υπάρχει σαφής υπεροχή των ντυμένων σε φωσφόρο και μαγνήσιο.

Πίνακας 3 : Τιμές ποιότητας αρτοποίησης του αλεύρου

Γενότυπος	Είδος	FN (sec)	WETGL %	GLIND %	PROT %	ZELENY TEST (ml)
B32	*Tr. monococcum*	326.8	1.20	34.90	15.93	6.5
ID 335	*Tr. monococcum*	328.3	17.83	18.70	17.13	9.8
MONARCA	*Tr. monococcum*	229.0	1.20	1.3	18.73	6.5
ID 338	*Tr. monococcum*	355.5	22.43	8.25	18.70	18.0
PI94682	*Tr. dicoccum*	356.8	39.65	18.35	15.93	12.0
D37	*Tr. dicoccum*	475.0	9.75	24.67	14.88	11.5
D32	*Tr. dicoccum*	442.3	13.07	33.05	14.75	13.0
FAR266	*Tr. dicoccum*	393.3	34.88	6.37	16.40	14.3
ZEA	*Tr. dicoccum*	410.8	34.28	12.77	14.00	11.8
FAR106	*Tr. spelta*	424.8	42.38	29.75	17.25	17.0
FAR254	*Tr. spelta*	486.3	36.40	22.77	17.90	17.0
SIFNOS	*Tr. durum*	371.8	23.68	49.90	11.45	13.5
YECORA	*Tr. aestivum*	167.8	27.65	73.13	12.13	18.3
NS : δεν υπάρχει στατιστική διαφορά						
,,*** : Σημαντικότητα για το επίπεδο 0.05, 0.01 και 0.001, αντίστοιχα*		NS	***	**	***	***

Πίνακας 4 : Τιμές θρεπτικών στοιχείων ανά γενότυπο.

		ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (%)				ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (ppm)			
Γενότυπος	Είδος	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn	Cu	Mn
B32	*Tr. monococcum*	0,10	0,15	0,47	0,44	45,0	53,0	6,2	39,3
ID 335	*Tr. monococcum*	0,09	0,13	0,43	0,42	37,3	44,1	6,1	37,4
MONARCA	*Tr. monococcum*	0,08	0,17	0,39	0,48	49,1	49,6	4,2	50,8
ID 338	*Tr. monococcum*	0,08	0,14	0,45	0,44	37,4	46,7	6,2	42,4
PI94682	*Tr. dicoccum*	0,07	0,12	0,38	0,37	30,3	36,7	4,9	32,0
D37	*Tr. dicoccum*	0,08	0,13	0,39	0,38	37,9	33,5	4,2	33,3
D32	*Tr. dicoccum*	0,08	0,14	0,39	0,35	35,4	36,5	5,4	33,0
FAR266	*Tr. dicoccum*	0,07	0,14	0,40	0,40	35,3	38,7	4,2	31,3
ZEA	*Tr. dicoccum*	0,08	0,14	0,41	0,41	31,5	41,0	3,1	29,1
FAR106	*Tr. spelta*	0,09	0,14	0,40	0,42	34,0	37,7	4,9	30,3
FAR254	*Tr. spelta*	0,08	0,16	0,49	0,47	36,5	43,6	5,3	38,8
SIFNOS	*Tr. durum*	0,08	0,12	0,42	0,33	27,1	29,7	5,0	30,6
YECORA	*Tr. aestivum*	0,08	0,11	0,34	0,31	28,6	26,7	4,2	35,8
NS : δεν υπάρχει στατιστική διαφορά									
,,*** : Σημαντικότητα για το επίπεδο 0.05, 0.01 και 0.001, αντίστοιχα*		NS	***	NS	NS	**	***	**	***

Βιβλιογραφία

Κουτής Κ., Βακάλη Χ., και Μαυρομάτης Α. 2014. Ενδοποικιλιακή επιλογή και αξιολόγηση δίκοκκου και μονόκοκκου σιταριού σε περιβάλλον βιολογικής καλλιέργειας.15ο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. Λάρισα, 13-15 Οκτωβρίου 2014. Πρακτικά, σελ. 233.

Konvalina, P., I. Capouchova and Z. Stehno. 2013. Baking quality of hulled wheat species in organic farming. World Academy of Science, Engineering and Technology. International Science Index Vol: 7, No:6, 2013/ waset.org/publication/4020

Loschenberger F., A. Fleck, G. Grausgruber, H. Hetzendorfer, G. Hof, J. Lafferty, M. Marn, A. Neumayer, G. Pfaffi nger, and J. Birschitzky . 2008). Breeding for organic agriculture – The example of winter wheat in Austria. Euphytica 163:469–480.

Stallknecht G.F., K.M. Gilbertson, and J.E. Ranney.1996. Alternative wheat cereals as food grains: einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. In J. Janick(ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria VA

Valamoti S.M. 2011. Ground cereal food preparations from Greece: the prehistory and modern survival of traditional Mediterranean 'fast foods'. Archaeological and Anthropological Sciences 3 (1): 19-39.

Selection and evaluation of emmer (*Triticum monococcum*), einkorn (*T. dicoccum*) and spelta (*T. spelta*) germplasm in Greece for organic farming adaptability and bakery-nutritional quality

Koutis K[1], E. Korpetis[1], M. Irakli[1], P. Psoma[2], D. Vlaxostergios[3] , K.M. Cook[1], A. Mavromatis[4]

1 Institute of Plant Breeding and Plant Genetic Resources, Thermi, 57001 Thessaloniki
2 Institute of Soil and Water Resources, Thermi 57001, Thessaloniki
3 Institute Industrial Plants and Fodder Crops, Theofrastou 1, Larisa41335
4 Plant Breeding Laboratory, School of Agriculture, Aristotelian University of Thessaloniki , 54124

Abstract

In an experiment carried out the growing period 2014-2015 hulled wheat types (einkorn *(Triticum monococcum)*, emmer *(T. dicoccum*), and spelta *(T. spelta)* were studied for their adaptation under low input and organic farming conditions. For this purpose, already selected lines from previous year along with untreated genotypes were sown in two locations . High quality grain production parameters and nutritional value were also investigated. The results of the survey revealed that some varieties, among all genotypes tested, shown adaptability to organic farming and low input conditions. Additionally, their products had high bakery quality and special nutritional value. These particular genotypes can be used in future breeding programs for the creation of commercial varieties .

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Α. Ν. Μαριόλης[1], Ε. Χ. Βλάχος[1] , Ι. Ο. Παυλή[2], Κ. Χ. Γούλας[2], Γ. Ν. Σκαράκης[1]

[1]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα
[2]Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Οδός Φυτόκου. 38446, Νέα Ιωνία, Βόλος

Το καλαμπόκι (*Zea mays* L) αποτελεί σήμερα την κυριότερη πρώτη ύλη παραγωγής βιοαιθανόλης πρώτης γενιάς, ενώ αναμένεται επίσης σύντομα να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο και ως φυτό βιοδιϋλιστηρίου για την συμπαραγωγή βιοαιθανόλης δεύτερης γενιάς από το λιγνοκυτταρινούχο κλάσμα της παραγωγής του. Τα βελτιωτικά προγράμματα του καλαμποκιού αξιοποιούν σήμερα ένα μικρό μέρος των διαθεσίμων ανά τον κόσμο γενετικών πόρων. Η γενετική παραλλακτικότητα είναι περιορισμένη σε μια κυρίως φυλή (Corn Dent Belt), ενώ ένας μικρός μόνο αριθμός ελεύθερα επικονιαζόμενων ποικιλιών αποτελούν την γενετική βάση των περισσότερων γονικών ομόμεικτων σειρών που χρησιμοποιούνται σήμερα διεθνώς. Παρά το γεγονός ότι η γενετική πρόοδος στο καλαμπόκι δεν έχει επιβραδυνθεί, η συνεχής επιλογή στο ίδιο γενετικό υλικό μειώνει την γενετική παραλλακτικότητα και περιορίζει την γενετική πρόοδο. Η χρήση των τοπικών ελληνικών πληθυσμών (OPv), ως πηγή εμπλουτισμού με χρήσιμη παραλλακτικότητα, έχει τύχει μικρής προσοχής. Το ευρωπαϊκό γενετικό υλικό καλαμποκιού διακρίνεται για την μεγάλη ποικιλομορφία του, η οποία οφείλεται στη διαχρονική προσαρμογή των πληθυσμών στα πολλά και διαφορετικά οικοσυστήματα. Στο πλαίσιο της δημιουργίας γενετικού υλικού για την παραγωγή βιοαιθανόλης, αξιολογήθηκε ένας αριθμός από τοπικούς ελληνικούς πληθυσμούς με στόχο τον σχηματισμό του καταλληλότερου υλικού έναρξης των επιλογών. Διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα διαφοροποίησης του γενετικού υλικού σε υλικό υψηλής και χαμηλής απόδοσης. Αξιοποιήθηκε προς τούτο η αμφίπλευρη μαζική επιλογή, η απλούστερη και ταχύτερη προσέγγιση ποσοτικής γενετικής ανάλυσης, και κριτήριο επιλογής αποτέλεσε το ολικό άμυλο (απόδοση καρπού x περιεκτικότητα αμύλου %). Η επιλογή του υλικού εκκίνησης προς βελτίωση έγινε λαμβάνοντας υπόψη α) την αγρονομική συμπεριφορά υβριδίων μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών για απόδοση σε ολικό άμυλο, σε καρπό, σε άξονες, υγρασία, ημέρες άνθησης και ASI και β) την ετερωτική συμπεριφορά των πληθυσμιακών υβριδίων ως προς την μεσογονική τιμή τους για τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Η πειραματική διάταξη της αμφίπλευρης μαζικής επιλογής ήταν διαστρωματωμένη σε υποτεμάχια 1000 φυτών που προήλθαν από ισόρροπη ανάμειξη μίγματος σπόρων από σπάδικες αμοιβαίων πληθυσμιακών υβριδίων του επιλεγμένου τοπικού πληθυσμού με επιτυχημένο εμπορικό υβρίδιο, ενώ με βάση 500 φυτά του υβριδίου αυτού εκτιμήθηκε η περιβαλλοντική παραλλακτικότητα. Η αξιολόγηση της προόδου επιλογής έγινε σε τρία περιβάλλοντα σε σχέδιο ΤΠΟ. Αξιολογήθηκαν η απόδοση καρπού, υγρασία, απόδοση αξόνων, ύψος φυτού, ανθοφορία, ASI, και τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά καρπού. Παράλληλα, εκτιμήθηκαν διάφορες γενετικές παράμετροι (γενετική και φαινοτυπική διακύμανση, συντελεστής κληρονομικότητας, γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας, αναμενόμενη πρόοδος επιλογής, κλπ.) για όλα τα γνωρίσματα που συνδιαμορφώνουν την παραγωγή της βιοαιθανόλης. Η αμφίπλευρη μαζική επιλογή για

υψηλό και χαμηλό άμυλο υπήρξε ιδιαίτερα αποτελεσματική. Η σημαντικά θετική γενετική συσχέτιση της απόδοσης σε ολικό άμυλο και καρπό, καθιστά και τα δύο γνωρίσματα κατάλληλα για βελτίωση του καλαμποκιού προς την παραγωγή βιοαιθανόλης.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΡΟΚΟΥ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΘΟΦΟΡΙΑΣ

Π. Ράλλη[1,2], Δ. Ζυμαράς[2], Κ. Αλμπανίδης[2], Κ. Παπανικολάου[2], Χ. Ταμπουρατζής[2], Γ. Μενεξές[2], Χ. Δόρδας[2]

[1] Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός-ΔΗΜΗΤΡΑ, Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, 570 01, Θέρμη-Θεσσαλονίκη
[2] Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, 541 24, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Ο καλλιεργούμενος κρόκος (*Crocus sativus* L.), είναι το μοναδικό είδος κρόκου που καλλιεργείται συστηματικά σε ολόκληρο τον κόσμο, για τα στίγματα του άνθους του (σαφράν), τα οποία αποτελούν το εμπορικά εκμεταλλεύσιμο τμήμα του φυτού και προϊόν μεγάλης αξίας. Η στρεμματική απόδοση της καλλιέργειας επηρεάζεται από έναν μεγάλο αριθμό περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων, καθώς και των καλλιεργητικών πρακτικών που εφαρμόζονται, και κυρίως του μεγέθους των κορμών που χρησιμοποιούνται και της πυκνότητας φύτευσης. Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του μεγέθους του κορμού (δύο μεταχειρίσεις: διάμετρος μέχρι 2,5 cm και διάμετρος μεγαλύτερη από 2,5 cm) και της πυκνότητας φύτευσης (πέντε μεταχειρίσεις: 22, 27, 33, 44 και 67 κορμοί/m^2 με αποστάσεις φύτευσης 30, 25, 20, 15 and 10 cm πάνω στη γραμμή, αντίστοιχα) στην απόδοση της καλλιέργειας σε σαφράν, ώστε η βελτίωση της παραγωγής να αποτελέσει κίνητρο για την επέκταση της καλλιέργειας στη χώρα μας. Επίσης, δεδομένων των σημαντικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι μακροχρόνιες φυτείες κρόκου στον Νομό Κοζάνης, το πείραμα παρέμεινε στον αγρό για έξι έτη, ώστε να μελετηθεί η διακύμανση της απόδοσης κατά τη διάρκεια των έξι ετών με στόχο την επισήμανση της βέλτιστης διάρκειας κροκοκαλλιέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καλλιεργητική περίοδος και η αλληλεπίδραση καλλιεργητικής περιόδου και μεγέθους του κορμού επηρέασαν σημαντικά όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, όπως το νωπό και ξηρό βάρος ανθέων και στιγμάτων, τον αριθμό ανθέων/m^2, και κατά συνέπεια την απόδοση της καλλιέργειας. Αντίθετα, η πυκνότητα φύτευσης δεν επηρέασε σημαντικά τα επί μέρους χαρακτηριστικά, κατά τη διάρκεια των έξι ετών της καλλιέργειας. Ακόμα, από τη μελέτη της διακύμανσης της ανθοφορίας προέκυψε ότι η απόδοση φτάνει στο μέγιστο κατά το τρίτο και τέταρτο έτος καλλιέργειας και μετά φθίνει.

Λέξεις κλειδιά: Σαφράν, διάρκεια καλλιέργειας, παραγωγικότητα, αριθμός ανθέων.

Εισαγωγή

Ο *Crocus sativus* L. ανήκει στην οικογένεια *Iridaceae* και είναι το μοναδικό είδος κρόκου που καλλιεργείται συστηματικά σε ολόκληρο τον κόσμο εδώ και δέκα τουλάχιστον αιώνες, για τα κοκκινοπορτοκαλόχρωμα στίγματα του άνθους του, το σαφράν. Το σαφράν αποτελεί ένα από τα πιο ακριβά φυτικά προϊόντα και το ακριβότερο καρύκευμα στον κόσμο. Ο καλλιεργούμενος κρόκος περιέχει μεγάλο αριθμό δευτερογενών μεταβολιτών, όπως

καροτενοειδών, μονοτερπενοειδών, φλαβονοειδών και ανθοκυανινών. Η χρήση των αποξηραμένων στιγμάτων ειδών κρόκου απαντάται στη Μικρά Ασία, στην Αρχαία Αίγυπτο, στη Μινωική και στην Κλασσική Ελλάδα, όπου χρησιμοποιούνταν ως αρωματικό, ως χρωστική και φαρμακευτική ουσία. Σήμερα χρησιμοποιείται ως καρύκευμα και χρωστική τροφίμων και έχει πολλές φαρμακευτικές ιδιότητες. Είναι ένα στείρο τριπλοειδές είδος, που αναπαράγεται με κορμούς. Ο αγενής αναπολλαπλασιασμός έχει το πλεονέκτημα της διατήρησης των γενετικών χαρακτηριστικών του είδους, αποτελεί όμως εμπόδιο στη γενετική βελτίωση.

Ο κρόκος δεν έχει ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές απαιτήσεις, ωστόσο τα θερμά και εύκρατα κλίματα ευνοούν την καλλιέργειά του. Στο διάστημα της ανθοφορίας δε χρειάζονται ούτε βροχές, ούτε ηλιόλουστες μέρες, γιατί ανεβαίνει πολύ η θερμοκρασία. Γενικά η ανθοφορία αρχίζει 60-90 μέρες μετά τη φύτευση των κορμών, εξαρτώμενη από την εποχή φύτευσης και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν μετά από αυτή (Gresta κ.ά. 2008). Η καλλιέργεια είναι συνήθως πολυετής, με κυμαινόμενη διάρκεια στις διάφορες χώρες. Μετά το τέταρτο με πέμπτο έτος όμως, η απόδοση σε στίγματα πέφτει λόγω της μεγάλης πυκνότητας και του ανταγωνισμού των φυτών για νερό και θρεπτικές ουσίες, της μείωσης του μεγέθους και της αναπαραγωγικής ικανότητας των κορμών και των μυκητολογικών προσβολών (Sampathu κ.ά. 1984). Γι' αυτό και μετά από ορισμένα χρόνια εκριζώνεται η φυτεία και φυτεύονται οι κορμοί σε νέο αγρό. Πολύ σημαντικό ρόλο στη στρεμματική απόδοση του κρόκου παίζουν οι καλλιεργητικές πρακτικές και κυρίως η πυκνότητα φύτευσης και το μέγεθος των κορμών που χρησιμοποιούνται.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να προσδιοριστεί η επίδραση του μεγέθους του κορμού και της πυκνότητας φύτευσης στην απόδοση του σαφράν, καθώς και η μελέτη της διακύμανσης της ανθοφορίας της καλλιέργειας κατά τη διάρκεια των έξι ετών, που έλαβε χώρα το πείραμα.

Υλικά και Μέθοδοι

Το φυτικό υλικό προέρχονταν από την ευρύτερη περιοχή του χωριού Κρόκου, του Νομού Κοζάνης. Το πείραμα εγκαταστάθηκε τον Αύγουστο του 2009, στην περιοχή της Θέρμης Θεσσαλονίκης (αγρόκτημα ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ) και ολοκληρώθηκε στα τέλη του 2014. Το πολλαπλασιαστικό υλικό ομαδοποιήθηκε ανάλογα με το μέγεθός του, οπότε οι κορμοί που είχαν διάμετρο μικρότερη από 2,5 cm ταξινομήθηκαν στο μέγεθος S1, ενώ οι κορμοί με διάμετρο μεγαλύτερη από 2,5 cm ταξινομήθηκαν στο μέγεθος S2. Το πείραμα ήταν βασισμένο στο RCBD (Randomized Complete Block Design-Ομάδες Πλήρως Τυχαιοποιημένες) με διάταξη split-split plot με τέσσερις επαναλήψεις. Κύρια τεμάχια (main plots) ήταν τα μεγέθη των κορμών (δύο επίπεδα: S1 και S2), υποτεμάχια (subplots) οι πυκνότητες φύτευσης (πέντε επίπεδα: 22, 27, 33, 44 και 67 κορμοί/m^2 με αποστάσεις φύτευσης 30, 25, 20, 15 και 10 cm επί της γραμμής, αντίστοιχα). Τα έτη θεωρήθηκαν ως υπο-υποτεμάχια (έξι έτη καλλιέργειας). Η φύτευση έγινε με τοποθέτηση των κορμών σε βάθος 15 cm σε γραμμές, που απείχαν 15 cm μεταξύ τους.

Για τη μελέτη της επίδρασης του μεγέθους του κορμού και της πυκνότητας φύτευσης στην απόδοση σε σαφράν, αλλά και της διακύμανσης της ανθοφορίας στα έξι έτη καλλιέργειας, έγινε καταγραφή της διάρκειας της άνθισης, του αριθμού των ανθέων κάθε φυτού, του ύψους

των φύλλων κατά την άνθιση, του νωπού και ξηρού βάρους των ανθέων και των στιγμάτων και του μήκους στίγματος, για όλες τις δειγματοληψίες που πραγματοποιούνταν κάθε έτος.

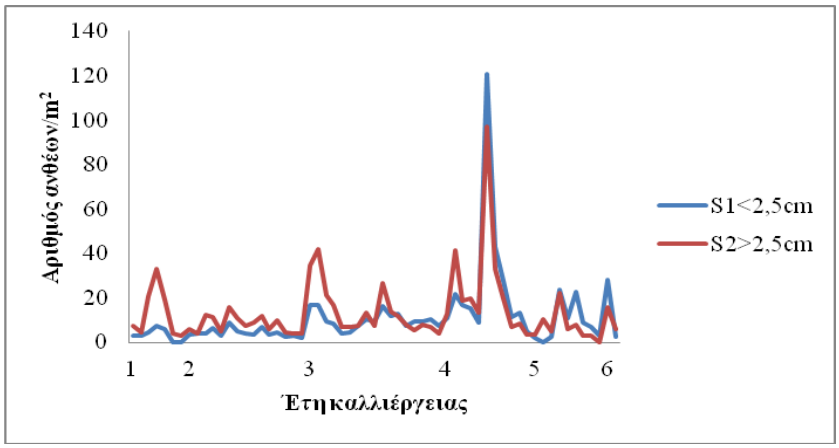
Οι στατιστικές αναλύσεις των δεδομένων που προέκυψαν από τα πειράματα αγρού έγιναν με τη χρήση του λογισμικού πακέτου SPSS (έκδοση 15.0). Σε όλες τις συγκρίσεις μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας α=0,05.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η έναρξη της ανθοφορίας σημειώθηκε ακριβώς 60 ημέρες μετά τη φύτευση. Το πρώτο έτος η ανθοφορία άρχισε στις 27 Οκτωβρίου και έφτασε ως τις 23 Νοεμβρίου 2009, με μέγιστη παραγωγή ανθέων στις 7 Νοεμβρίου. Το δεύτερο έτος η ανθοφορία άρχισε στις 9 Νοεμβρίου και ολοκληρώθηκε στις 2 Δεκεμβρίου 2010, με ημερομηνία καλύτερης δειγματοληψίας στις 16 Νοεμβρίου. Το τρίτο έτος η ανθοφορία διήρκησε από τις 8 Νοεμβρίου έως τις 8 Δεκεμβρίου 2011 με ημέρα καλύτερης ανθοφορίας την 23η Νοεμβρίου. Αντίστοιχα, το τέταρτο έτος η ανθοφορία άρχισε από τις 6 και έφτασε ως τις 25 Νοεμβρίου 2012, με μέγιστη παραγωγή ανθέων στις 14 Νοεμβρίου. Το πέμπτο έτος η έναρξη της ανθοφορίας σημειώθηκε στις 5 Νοεμβρίου και ολοκληρώθηκε στις 23 Νοεμβρίου 2013, με ημερομηνία καλύτερης δειγματοληψίας στις 13 Νοεμβρίου, ενώ το τελευταίο έτος (έκτο) η διάρκεια της ανθοφορίας μειώθηκε πολύ και διήρκησε μόλις λίγες ημέρες, από την 1η έως την 7η Νοεμβρίου 2014 με ημέρα καλύτερης ανθοφορίας την 4η Νοεμβρίου (Πίν. 1). Γενικά η άνθιση στο πειραματικό τεμάχιο στη Θεσσαλονίκη όλες τις χρονιές σημειώθηκε κυρίως μέσα στον Νοέμβριο και ήταν οψιμότερη από την αντίστοιχη καλλιέργεια στην Κοζάνη, λόγω του ηπιότερου κλίματος της περιοχής. Η διακύμανση της ανθοφορίας συγκεντρωτικά των έξι ετών της καλλιέργειας και η επίδραση του μεγέθους των κορμών στον αριθμό των ανθέων/m^2 απεικονίζεται στην Εικόνα 1.

Πίνακας 1. Χρονοδιάγραμμα ανθοφορίας

Έτος καλλιέργειας	Έναρξη Ανθοφορίας	Μέγιστη ανθοφορία	Λήξη Ανθοφορίας	Ημέρες ανθοφορίας
1ο Έτος	27-10-2009	7-11-2009	23-11-2009	27
2ο Έτος	9-11-2010	16-11-2010	2-12-2010	23
3ο Έτος	8-11-2011	23-11-2011	8-12-2011	30
4ο Έτος	6-11-2012	14-11-2012	25-11-2012	19
5ο Έτος	5-11-2013	13-11-2013	23-11-2013	18
6ο Έτος	1-11-2014	4-11-2014	7-11-2014	6



Εικόνα 1 Απεικόνιση της επίδρασης του μεγέθους κορμών κρόκου στη διακύμανση της ανθοφορίας (αριθμός ανθέων/m²) ανά δειγματοληψία στο Μ.Ο. των πέντε πυκνοτήτων φύτευσης κατά τα 6 έτη καλλιέργειας (όπου S1 μέγεθος κορμού < 2,5 cm, S2 μέγεθος κορμού > 2,5 cm).

Διαπιστώθηκε ότι η καλλιεργητική περίοδος (έτος) και η αλληλεπίδραση της καλλιεργητικής περιόδου και του μεγέθους του κορμού επηρέασαν το σύνολο των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν, όπως τον αριθμό των ανθέων και το νωπό βάρος του άνθους και του στίγματος, τόσο στην ετήσια παραγωγή (Πίν. 2) όσο και στην κορύφωση της ανθοφορίας κάθε χρονιάς, το ξηρό βάρος άνθους και στίγματος και κατά συνέπεια και την απόδοση του κρόκου σε σαφράν (P<0,001). Επιπρόσθετα, σημειώθηκε σταδιακή κλιμάκωση της ανθοφορίας από το πρώτο στο δεύτερο έτος, η κορύφωσή της κατά το τρίτο και τέταρτο έτος και πάλι η σταδιακή πτώση της το πέμπτο και έκτο έτος, όπως και καλύτερη απόδοση των κορμών με μέγεθος > 2,5 cm, τα τρία πρώτα έτη, και αντίστροφα καλύτερη απόδοση των κορμών με μέγεθος <2,5 cm, από το τέταρτο μέχρι και το έκτο έτος.

Πίνακας 2 Νωπό βάρος άνθους και στίγματος (g/m²) και αριθμός ανθέων/m² των δύο διαφορετικών μεγεθών κορμών (S1 και S2) σε 6 έτη καλλιέργειας (Y1,Y2,Y3,Y4,Y5 και Y6).

Μέγεθος * Έτος	**Νωπό βάρος άνθους g/m²**		**Νωπό βάρος στίγματος g/m²**		**Αριθμός ανθέων/m²**	
	Log(X+1)	**X**	**Log(X+1)**	**X**	**Log(X+1)**	**X**
S1Y1	0,62	(3,58)a	0,12	(0,33)a	1,10	(13)ab
S1Y2	1,01	(13,36)c	0,29	(1,25)bc	1,39	(35)c
S1Y3	1,45	(38,76)d	0,55	(3,09)d	1,91	(122)d
S1Y4	1,76	(93,76)f	0,82	(7,68)f	2,14	(229)e
S1Y5	0,96	(21,05)bc	0,32	(1,96)c	1,41	(66)c
S1Y6	0,87	(10,88)bc	0,25	(0,99)bc	1,25	(29)bc
S2Y1	1,44	(27,73)d	0,55	(2,63)d	1,90	(82)d
S2Y2	1,47	(34,58)de	0,58	(3,17)d	1,89	(90)d
S2Y3	1,51	(56,49)de	0,62	(4,59)de	1,98	(169)de
S2Y4	1,65	(76,98)ef	0,72	(6,39)ef	2,04	(193)de
S2Y5	0,77	(11,29)ab	0,20	(1,06)ab	1,22	(35)bc
S2Y6	0,60	(5,08)a	0,09	(0,45)a	0,94	(13)a
$LSD_{0,05}$	0,197		0,115		0,211	

†Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι παραγωγοί χρησιμοποιούν κορμούς με διάμετρο από 2,5-3,5 cm (Kumar κ.ά. 2009, Plessner κ.ά. 1989). Όσο πιο μεγάλοι είναι οι κορμοί τόσο πιο νωρίς φτάνουν στο μέγιστο της παραγωγής και η απόδοση σε άνθη είναι μεγαλύτερη, κάτι που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη (De Juan κ.ά. 2009). Παρόλα αυτά οι Cavusoglu και Erkel (2009) βρήκαν ότι το πλεονέκτημα των μεγαλύτερων κορμών χάνεται στο τρίτο έτος. Τα περισσότερα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σχετικά με την επίδραση του μεγέθους των κορμών στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας ήταν ετήσια (Kumar κ.ά. 2009, Plessner κ.ά. 1989) ή το πολύ τριετή (Cavusoglu και Erkel 2009, Negbi κ.ά. 1989). Στην Ελλάδα όμως και σε άλλες χώρες οι παραγωγοί διατηρούν την καλλιέργεια έξι και ορισμένες φορές και πλέον έτη. Επίσης, η σημαντική μείωση που παρατηρήθηκε στο πέμπτο και έκτο έτος της καλλιέργειας παρατηρήθηκε και από άλλους ερευνητές, αλλά σε αρκετές περιπτώσεις πιο νωρίς, δηλαδή από το τέταρτο έτος (Douglas κ.ά. 2014) και οφείλεται στον ανταγωνισμό για νερό και θρεπτικά στοιχεία και στη μεγάλη πυκνότητα των κορμών, καθώς και στις ασθένειες, όπως η ριζοκτόνια, που εξαπλώνονται στην καλλιέργεια με την πάροδο των ετών. Εξάλλου, σε πείραμα διάρκειας δέκα ετών, η Grilli Caiola (2005), παρατήρησε ότι οι κορμοί που έμειναν στο έδαφος, χωρίς την εφαρμογή καλλιεργητικών φροντίδων, συνέχισαν να παράγουν θυγατρικούς κορμούς τα πρώτα τρία έως πέντε έτη και στη συνέχεια εκφυλίσθηκαν και δεν μπορούσαν να αναπαραχθούν αγενώς. Ο Tammaro (1990), κατέληξε σε αντίστοιχα συμπεράσματα. Στο συγκεκριμένο πείραμα η σημαντική μείωση της ανθοφορίας του τελευταίου έτους οφείλεται και στον μεγάλο αριθμό βροχοπτώσεων, που σημειώθηκαν εκείνη τη χρονιά, που επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση της καλλιέργειας. Η πυκνότητα φύτευσης δεν επηρέασε σημαντικά τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά, στο σύνολο των έξι ετών της καλλιέργειας ($P<0,001$). Ωστόσο, η αλληλεπίδραση της πυκνότητας με την καλλιεργητική περίοδο επηρέασε το νωπό βάρος ανθέων σε επίπεδο σημαντικότητας $P<0,05$. Επιπλέον, οι δύο μεγαλύτερες πυκνότητες φύτευσης αύξησαν την απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας το πρώτο έτος, ενώ οι μικρότερες αύξησαν την απόδοση το τέταρτο και το πέμπτο έτος. Οι Douglas κ.ά. (2014) διαπίστωσαν ότι η πυκνότητα φύτευσης επηρεάζει την απόδοση της καλλιέργειας, αλλά γενικά δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα για όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας και μάλιστα για έξι έτη.

Η καλλιέργεια του κρόκου αποτελεί μια αξιόλογη πηγή συναλλάγματος και συμβάλλει σημαντικά στην εθνική μας οικονομία. Η εφαρμογή των αποτελεσμάτων στον αγρό μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της καλλιέργειας και να αποτελέσει κίνητρο για την επέκταση της κροκοκαλλιέργειας στη χώρα μας.

Βιβλιογραφία

Cavusoglu, A., and E. Erkel. 2009. Saffron (*Crocus sativus* L.) growing without removing of mother corms under greenhouse condition. Turk. J. Field Crops 14: 170–180.

De Juan, J.A., H.L, Corcoles, R. Ma Munoz, and M.R. Picornell. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212–219.

Douglas, M.H., B.M. Smallfield, A.R. Wallace, and J.A. McGimpsey. 2014. Saffron (*Crocus sativus* L.): The effect of mother corm size on progeny multiplication, flower and stigma production. Scientia Horticulturae 166: 50–58.

Gresta, F., G.M. Lombardo, L. Siracusa, and G. Ruberto. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. Agron. Sustain. Dev. 28: 95-112.

Grilli Caiola, M. 2005. Embryo origin and development in *Crocus sativus* L. (Iridaceae). Plant Biosystems 139: 335–343.

Kumar, R., V. Singh, K. Devi, M. Sharma, M.K. Singh, and P.S. Ahuja. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: a comprehensive review. Food Rev. Int. 25: 44–85.

Negbi, M., B. Dagan, A. Dror, and D. Basker. 1989. Growth, flowering, vegetative reproduction and dormancy in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Isr. J. Bot. 38: 95–113.

Plessner, O., M. Negbi, M. Ziv, and D. Basker. 1989. Effects of temperature on the flowering of saffron crocus (*Crocus sativus* L.): induction of hysteranthy. Isr. J. Bot. 38: 1–7.

Sampathu, S.R., S. Shivashankar, and Y.S. Lewis. 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.): Cultivation, processing, chemistry and standardization. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 20: 123–157.

Tammaro, F. 1990. *Crocus sativus* L.-cv Piano di Navelli (L' Aquila saffron): environment, cultivation, morphometric characteristics, active principles, uses. In: Tammaro F., and L. Marra (eds), Proceedings of the international conference on saffron (*Crocus sativus* L.), L' Aquila: 47–57.

EFFECT OF CORM SIZE AND PLANTING DENSITY IN THE YIELD OF CROCUS CULTIVATION AND STUDY OF FLOWERING DURATION

P. Ralli[1,2], D. Zymaras[2], K. Albanithis[2], K. Papanikolaou[2], C. Tabouratzis[2], G. Menexes[2], C. Dordas[2]

[1] Hellenic Agricultural Organization – DEMETER, Directorate General of Agricultural Research, Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources, GR 570 01, Thermi - Thessaloniki, Greece
[2] Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Agriculture, Laboratory of Agronomy, GR 541 24, Thessaloniki, Greece

Abstract

Crocus sativus L., is the only species of the genus Crocus that is cultivated systematically all over the world, for the flower's stigmas (saffron), which are the commercially exploitable part of the plant and a food product of great value. The yield of the crop is affected by a number of environmental and genetic factors, and from the cultivation practices that are used, and particularly the size of the corm, which is the reproductive organ of *C. sativus*, and the planting density. The aim of the present work was to examine the effect of the size of the corm (two treatments: diameter up to 2,5 cm and diameter greater than 2,5 cm) and the planting density (five treatments: 22, 27, 33, 44 and 67 corms/m^2 with planting distances 30, 25, 20, 15 and 10 cm on the plant row, respectively) to the yield of saffron during the six years of cultivation, in order the production improvement to consist an incentive for the expansion of saffron crocus cultivation in our country. Also, given the considerable problems that the long saffron plantations are facing in Kozani's Prefecture, the experiment remained in the field for six years in order to study the variation in flowering during the six years and identify the optimal duration of *C. sativus* cultivation. The results showed that the growing season and the interaction of growing season and size of corm affected significantly all the studied characteristics, such as the fresh and dry weight of flowers and stigmas, the number of flowers/m^2, and consequently the yield. On the contrary, the planting density did not affect

significantly the individual characteristics that were studied during the six years of cultivation, and therefore didn't affect the yield of saffron. In addition, the study of the duration of flowering showed that the yield reaches a maximum on the third and fourth year of cultivation and then declines.

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΞΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΛΩΣΤΙΚΗΣ ΚΑΝΝΑΒΗΣ

Ε. Τσαλίκη, Ι. Γρηγοριάδης, Ι. Πανώρας, Χ. Λελούδης, Α. Καλύβας.

ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τ.Κ.57001, Θέρμη Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η κλωστική κάνναβη (*Cannabis sativa* L.) είναι ένα φυτό που προσαρμόζεται στις περιβαλλοντικές συνθήκες της χώρας μας και εφόσον σύμφωνα με το ΦΕΚ αρ. 929Β/6-4-2016, επιτράπηκε η καλλιέργεια της στην Ελλάδα μπορεί να συμβάλει στην αύξηση του εισοδήματος του Έλληνα παραγωγού, λόγω των πολλαπλών χρήσεων της. Οι ποικιλίες κάνναβης που επιτρέπεται να καλλιεργηθούν θα πρέπει να έχουν περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) <0,2% και να είναι εγγεγραμμένες στον Κοινοτικό Κατάλογο. Σύμφωνα με το προαναφερόμενο ΦΕΚ, ο ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ είναι ο αρμόδιος φορέας για:

- την αξιολόγηση των ποικιλιών κλωστικής κάνναβης στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας μας, με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας της καλλιέργειας
- τη δημιουργία οδηγού καλλιέργειας ποικιλιών κλωστικής κάνναβης
- την εκπαίδευση των ελεγκτών που πραγματοποιούν τη συλλογή των δειγμάτων

Στο Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, εγκαταστάθηκαν πειραματικοί αγροί έξι ποικιλιών κλωστικής κάνναβης από τη Γαλλία και την Πολωνία, που είναι εγγεγραμμένες στον Κοινοτικό κατάλογο. Η σπορά πραγματοποιήθηκε τον Μάιο του 2016 και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ελήφθησαν παρατηρήσεις αγροκομικών χαρακτηριστικών των υπό μελέτη ποικιλιών. Μετά την ολοκλήρωση της καλλιέργειας και τη συγκομιδή της εκτιμήθηκε η απόδοση των ποικιλιών, η προσαρμοστικότητα στις ελληνικές συνθήκες, η περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων ινών. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης παρουσιάζονται τα στάδια καλλιέργειας και ανάπτυξης των διαφορετικών ποικιλιών της κλωστικής κάνναβης επισημαίνοντας βέβαια ότι, για την εξαγωγή αξιόπιστων επιστημονικών συμπερασμάτων από τη δοκιμαστική καλλιέργεια ποικιλιών κλωστικής κάνναβης, απαιτείται τουλάχιστον τριετής πειραματισμός σε διαφορετικές περιοχές της χώρας με ποικιλομορφία ως προς τις εδαφοκλιματικές τους συνθήκες.

Λέξεις κλειδιά: κλωστική κάνναβη, τετραϋδροκανναβινόλη, αγροκομικά χαρακτηριστικά, ίνα

Εισαγωγή

Η κλωστική κάνναβη είναι ετήσιο φυτό εαρινής σποράς που απαιτεί καλά στραγγιζόμενα εδάφη, πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και υγρασία. Η καλλιέργεια της μπορεί να γίνει χωρίς τη χρήση ζιζανιοκτόνων. Λόγω της γρήγορης και μεγάλης ανάπτυξης των φυτών, προκαλείται σκίαση και ανταγωνισμός των ζιζανίων (Struik, et al., 2000). Ακόμη, το ριζικό σύστημα που φθάνει σε μεγάλο βάθος, βοηθάει στη βελτίωση της δομής των εδαφών και ενδείκνυται για αμειψισπορά (Piotrowski and Carus, 2011). Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες κάνναβης είναι συνήθως μόνοικες, με αρσενικά και θηλυκά άνθη στο ίδιο φυτό. Τα αρσενικά άνθη, που συνήθως είναι λίγα σε αριθμό, απελευθερώνουν τη γύρη και μαραίνονται. Στις

δίοικες ποικιλίες, τα αρσενικά φυτά μόλις ρίξουν τη γύρη τους γηράσκουν και ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο ενώ τα θηλυκά φυτά παραμένουν ζωντανά και ωριμάζουν (Amaducci et al., 2014).

Η σπορά των εκτάσεων για παραγωγή κάνναβης πρέπει να γίνεται αποκλειστικά με χρήση πιστοποιημένου σπόρου ποικιλιών των οποίων η περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) δεν υπερβαίνει το 0,2% και είναι εγγεγραμμένες στον Εθνικό ή στον Κοινοτικό Κατάλογο Ποικιλιών. Το 2015 στην Ευρώπη η συνολική καλλιεργούμενη έκταση κλωστικής κάνναβης έφτασε τα 252.240 στρέμματα με κύρια χώρα καλλιέργειας τη Γαλλία, στην οποία καλλιεργείται σχεδόν το 50% της προαναφερόμενης έκτασης, ενώ το 2014 η καλλιεργούμενη έκταση ήταν 175.230 στρέμματα και το 2011 ήταν 80.000 στρέμματα (Carus and Sarmento, 2016).

Οι παραγόμενες ίνες κάνναβης (περίπου 28%) χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σπάγκων, σχοινιών, δικτύων, υφασμάτων για σάκους, πανιά ιστιοφόρων κ.α. Οι ίνες ανώτερης ποιότητας προωθούνται στην υφαντουργία, ενώ μεγάλο μέρος των υπολοίπων χρησιμοποιούνται από τη χαρτοβιομηχανία. Από ίνες κατώτερης ποιότητας, αποτελείται το «καννάβι» των υδραυλικών, για τη σύνδεση σωλήνων ύδρευσης. Οι ίνες χρησιμοποιούνται ακόμα για την κατασκευή μονωτικών και οικοδομικών υλικών. Ίνες κάνναβης χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, ως μονωτικό και στεγανωτικό επίστρωμα των αυτοκινήτων (Shahzad, 2011). Η εντεριώνη (shieve) των στελεχών της καννάβης (περίπου 55%) χρησιμοποιείται ως υλικό στρωμνής ζώων και ιδιαίτερα αλόγων, γιατί είναι περισσότερο απορροφητική από το άχυρο του σιταριού, έχει μεγάλη διάρκεια και δεν ελκύει έντομα και τρωκτικά. Το υλικό αυτό, μετά τη χρησιμοποίησή του, αποτελεί ένα άριστο χουμικό-βελτιωτικό του εδάφους για ανθοκηπευτικές καλλιέργειες (ΕΙΗΑ, 2011).

Οι σπόροι της κάνναβης έχουν μέση περιεκτικότητα σε λάδι 20-35%. Χρησιμοποιούνταν αρχικά για τη διατροφή ωδικών πτηνών και το λάδι των σπόρων κυρίως στη σαπωνοποιία και βερνικοποιία. Σήμερα υπάρχει έντονο ενδιαφέρον και μελέτες σχετικά με τη χρησιμοποίηση των σπόρων και των προϊόντων τους (π.χ. αλεύρι, πρωτεΐνη, λάδι για ανθρώπινη χρήση), λόγω υψηλής θρεπτικής αξίας (Carus and Sarmento, 2016).

Έχουν αναγνωρισθεί και απομονωθεί από την κάνναβη περίπου 60 κανναβινοειδείς ενώσεις, από τις οποίες οι περισσότερες βρίσκονται σε ελάχιστη αναλογία. Το κανναβινοειδές που έχει τις πιο έντονες ψυχοτρόπες ιδιότητες είναι η τετραϋδροκανναβινόλη (tetrahydrocannabinol, THC), η περιεκτικότητα της οποίας στις καλλιεργούμενες ποικιλίες πρέπει να είναι <0,2 %. Η κανναβιδιόλη (CBD), η οποία δεν έχει ψυχοτρόπο δράση, συναντάται σε ποσοστό 0,5 - 2 % στο άνω 1/3 του φυτού και έχει μελετηθεί για τη θεραπευτική της δράση για καρκίνο, διαβήτη, Αλτσχάιμερ, επιληψία, (Sikora et al., 2011).

Υλικά και μέθοδοι

Για την καλλιεργητική περίοδο 2016, οι μόνοικες ποικιλίες που δοκιμάστηκαν είναι οι Santhica 27, Fedora 32, Tygra, Bialobrzeskie, Felina 32 και Futura 75 από Πολωνία και Γαλλία. Ο σπόρος που χρησιμοποιήθηκε ήταν πιστοποιημένος Β' σταδίου και εισήχθη στη χώρα μας κατόπιν των διαδικασιών που προβλέπονται στο σχετικό ΦΕΚ (αρ. 929Β/6-4-2016).

Οι δοκιμαστικοί αγροί την καλλιεργητική περίοδο 2016, εγκαταστάθηκαν στο αγρόκτημα του ΕΛΓΟ Δήμητρα στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Όλες οι ποικιλίες είναι μόνοικες και εφαρμόστηκαν οι συνήθεις καλλιεργητικές πρακτικές για την καλλιέργεια των

ανοιξιάτικων φυτών. Ο επιλεγείς αγρός ήταν μέσης μηχανικής σύστασης, χαμηλής περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο, μέσης περιεκτικότητας σε οργανική ουσία και το pH ήταν 7,64 (στα πρώτα 30 εκ του εδάφους). Ο αγρός οργώθηκε και ψιλοχωματίστηκε και πριν τη σπορά εφαρμόσθηκε βασική λίπανση (11-15-15) σε ποσότητα 20 κιλά /στρέμμα. Δεν έγινε χημική ζιζανιοκτονία. Η σπορά έγινε με τη χρήση μηχανής σποράς σιτηρών, σε αποστάσεις γραμμών 14 εκ στις 18 Μαΐου 2016, σε τέσσερις επαναλήψεις των 16 σειρών για τις πέντε ποικιλίες. Για τη Fedora 17, η σπορά έγινε στις 31 Μαΐου 2016. Χρησιμοποιήθηκαν 5 κιλά σπόρου / στρέμμα και η τελική πυκνότητα των φυτών ήταν περίπου 100 φυτά/τ.μ.

Η βλάστηση του σπόρου πραγματοποιήθηκε 8 ημέρες περίπου μετά και τα φυτά σε ένα μήνα είχαν φτάσει μέσο ύψος των 60 εκ. Δε χρειάστηκε κανενός είδους φυτοπροστασία, γιατί δεν παρουσιάστηκαν ιδιαίτερα προβλήματα μυκητολογικών και εντομολογικών προσβολών. Οι μόνες προσβολές που εντοπίστηκαν ήταν από βρωμούσες και πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*). Τα αγροκομικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν κατά την άνθιση των φυτών, σε είκοσι φυτά κάθε επανάληψης, ήταν το ύψος των φυτών, το πάχος του βλαστού και το μήκος του μεσογονατίου διαστήματος, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του UPOV (2012).

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά στα τέλη Αυγούστου, περίπου 100 ημέρες μετά την σπορά και όταν εμφανίστηκαν οι πρώτοι ώριμοι σπόροι. Σε επιλεγμένα τεμάχια (1 τ.μ.) από κάθε επανάληψη, κόπηκαν τα στελέχη εκατό φυτών, 4-5 εκ. πάνω από το έδαφος, και αφού ζυγίστηκαν έγινε αποκοπή των ταξιανθιών περίπου στα 30 εκ. Στα στελέχη εφαρμόστηκε η διαδικασία της διαβροχής σε δεξαμενή με νερό, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 6-7 ημέρες (wet retting). Μετά το πέρας των 6-7 ημερών παραμονής στο νερό, οι ίνες απομακρύνθηκαν από τα στελέχη χειρωνακτικά με τράβηγμα και στη συνέχεια υπολογίστηκε η απόδοση ίνας επί ξηρού βάρους.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα ανεξάρτητο παράγοντα (one way Anova) με το κριτήριο Tukey HSD (Honestly Significant Difference) χρησιμοποιώντας το λογισμικό πρόγραμμα IBM SPSS Statistics (Version 20).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η σπορά της κλωστικής κάνναβης πραγματοποιείται από τα μέσα Μαρτίου και μετά, όταν η θερμοκρασία εδάφους είναι 12 - 14ºC και όχι χαμηλότερη από 6 - 8ºC. Για παραγωγή ίνας η σπορά πρέπει να γίνει όσον το δυνατόν νωρίτερα για να έχουμε το μεγαλύτερο μήκος και την υψηλότερη απόδοση (Amaducci et al. 2014). Τη καλλιεργητική περίοδο 2016, λόγω καθυστέρησης έκδοσης του σχετικού ΦΕΚ και προμήθειας σπόρου, η σπορά πραγματοποιήθηκε τουλάχιστον ένα μήνα αργότερα γεγονός που προκάλεσε τον έντονο ανταγωνισμό με τα ζιζάνια. Για το λόγο αυτό χρειάστηκε να γίνει απομάκρυνση των ζιζανίων με το χέρι, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Κατά τη σπορά, συνήθως για παραγωγή ίνας χρησιμοποιούνται 5 κιλά/στρέμμα σε βάθος 2 εκ. Η πυκνή σπορά επιβάλλεται για να δημιουργηθούν μονοστέλεχα φυτά. Ο επιδιωκόμενος αριθμός φυτών είναι 200.000 - 250.000 φυτά/στρ. Στην περίπτωση καλλιέργειας για παραγωγή σπόρου, χρησιμοποιούνται 3 κιλά/στρ. Οι αποστάσεις των γραμμών σποράς είναι μεγαλύτερες, περίπου στα 50 εκ. και ο επιδιωκόμενος αριθμός φυτών στον αγρό είναι 100.000 φυτά/στρέμμα (Amaducci et al. 2014). Στη δοκιμαστική καλλιέργεια της Θέρμης, ο μέσος όρος φυτών ήταν 100 φυτά/τ.μ., λόγω απωλειών μεγάλης ποσότητας

σπόρου από πουλιά, αμέσως μετά τη σπορά και λόγω του έντονου ανταγωνισμού από τα ζιζάνια, που ταυτίζεται με την πυκνότητα φυτών των πειραματικών αγρών δύο ετών στην Ιταλία (Angelini et al. 2016).

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι παρατηρήσεις από τα αγροκομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών. Τα φυτά δεν έφτασαν το προσδοκώμενο ύψος κυρίως λόγω της καθυστερημένης σποράς, ενώ υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές των ποικιλιών Santhica 27 και Fedora 17 με τις άλλες τέσσερις ποικιλίες. Οι δύο συγκεκριμένες ποικιλίες είχαν και την μικρότερη ανάπτυξη. Ως προς το πάχος βλαστού, όμως, που αναπτύχθηκε ικανοποιητικά σε σύγκριση με τα δεδομένα των Cappelletto et al. 2011 στη βόρεια Ιταλία, δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Επίσης, ως προς το μέσο μήκος μεσογονατίου βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο μεταξύ της Fedora 17 και της Bialobrzeskie που είχε και το μικρότερο μέσο μήκος μεσογονατίου.

Πίνακας 1. Αγροκομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών κλωστικής κάνναβης.

Ποικιλία	**Ύψος (εκ)**	**Μέσο πάχος βλαστού (mm)**	**Μέσο μήκος μεσογονατίου (cm)**
Santhica 27	140,65[a]	6,02[a]	6,70[b]
Futura 75	180,60[b]	5,67[a]	7,37[b]
Felina 32	177,7[b]	5,93[a]	7,45[b]
Tygra	179,60[b]	6,10[a]	7,32[b]
Bialobrzeskie	182,00 [b]	6,61[a]	5,74[bc]
Fedora 17	126,95[a]	6,76[a]	7,75[ab]

a,b,c: Τιμές με τον ίδιο δείκτη δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι αποδόσεις σε πράσινη και ξηρά βιομάζα, σε στελέχη και ίνες επί ξηρού βάρους. Για τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της απόδοσης που μελετήθηκαν δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των έξι ποικιλιών. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δίνουν μια διακύμανση στην απόδοση σε ξηρή βιομάζα από 21 έως 47 t/ha. Η ποικιλίας Bialobrzeskie υπερείχε στην απόδοση σε πράσινη βιομάζα όπως και σε ίνα παρόλο που είναι μια ποικιλία που ευδοκιμεί σε περιοχές της βόρειας Ευρώπης. Η ίδια ποικιλία στη Λιθουανία είχε αποδόσεις σε ίνα επί του ξηρού 30,8 % και 25,1 % αντίστοιχα τα έτη 2006-2007 (Jankauskien and Gruzdeviene, 2013) ενώ στη φετινή δοκιμαστική καλλιέργεια στην Ελλάδα ήταν 24,7%.

Πίνακας 2. Αποδόσεις σε χλωρή και ξηρή βιομάζα, στελέχη και ποσοστό ινών.

Ποικιλία	**Απόδοση σε χλωρή βιομάζα (κιλά/m²)**	**Απόδοση σε ξηρή βιομάζα (κιλά/m²)**	**Στελέχη (κιλά/m²)**	**Ίνες % επί ξηρού**
Santhica 27	5,41[a]	2,08[a]	2,09[a]	27,65[a]
Futura 75	7,73[a]	3,09[a]	2,65[a]	25,46[a]
Felina 32	9,73[a]	3,88[a]	2,91[a]	23,20[a]
Tygra	7,49[a]	2,70[a]	2,20[a]	26,29[a]
Bialobrzeskie	10,64[a]	4,73[a]	3,50[a]	24,70[a]
Fedora 17	8,49[a]	2,95[a]	2,15[a]	20,47[a]

a,: Τιμές με τον ίδιο δείκτη δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Η αξιολόγηση των ποικιλιών κλωστικής κάνναβης στις ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες και η μελέτη του οικονομικού αποτελέσματος θα βοηθήσει στην επιστροφή σε μια εναλλακτική καλλιέργεια με μειωμένες εισροές, μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και νέα εγχώρια προϊόντα. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει η δοκιμαστική καλλιέργεια και η αξιολόγηση ποικιλιών κλωστικής κάνναβης να συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια και να γίνει προσπάθεια αξιολόγησης και άλλων ποικιλιών για σπόρο και για ίνα, σε ένα δίκτυο πειραματικών σε διάφορες περιοχές της χώρας. Σημαντικό τομέα επέκτασης της καλλιέργειας αποτελεί και η αξιοποίηση του τελικού προϊόντος, γεγονός που θα επιτευχθεί με τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

Βιβλιογραφία

Amaducci, S., D. Scordia, F.H. Liu, S.L. Cosentino.2014. Key cultivation techniques for hemp in Europe in China. Industrial Crops and Products. 06:041. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.06.041

Angelini, L.G., S. Tavarini, M.D. Candilo. 2016. Performance of new and traditional fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for novel applications: Stem, Bark, and Core Yield and Chemical Composition. Journal of Natural Fibers. 13 (2): 238-252.

Cappelletto, P., M. Brizzi, F. Mongardini, B. Barberi, M. Sannibale, G. Nenci, M. Poli, G. Corsi, G. Grassi, P. Pasini. 2011. Italy-grown hemp: yield, composition and cannabinoid content. Industrial Crops and Products 13: 101–113

Carus, M., L. Sarmento. 2016. The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shives and seeds. European Industrial Hemp Association. http://eiha.org/media/2016/05/16-05-17-European-Hemp-Industry-2013.pdf

European Industrial Hemp Association. 2011. Hemp Fibres for Green Products – An assessment of life cycle studies on hemp fibre applications. http://eiha.org/media/2014/10/Hemp-Fibres-for-Green-Products--An-assessment-of-life-cycle-studies-on-hemp-fibre-applications-2011.pdf

Jankauskien, Z. E. Gruzdeviene, 2013. Physical parameters of dew retted and water retted hemp (*Cannabis sativa* L.) fibres. Zemdirbyste - Agriculture. 100: 71-80

Piotrowski, S. M. Carus. 2011. Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products. Nova institute. 5. 1-6.

Shahzad, A. 2011. Hemp fiber and its composites – a review. Journal of Composite Materials. 46 (8) 973-986.

Sikora V, J. Berenji, and D. Latkovic .2011. Influence of agroclimatic conditions on content of main cannabinoids in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) Genetika, 43, (3): 449 -456.

Struik, P.C., S. Amaducci, M.J. Bullard, N.C. Stutterheim, G. Venturi, H.T.H. Cromack. 2000. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. Industrial Crops and Products. 11: 107-118.

UPOV – International Union for the protection of new varieties of plants. 2012. Quidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Hemp.*Cannabis Sativa* L.

TRIAL CULTIVATION OF SIX INDUSTRIAL HEMP VARIETIES

E. Tsaliki, I. Grigoriadis, I. Panoras, Ch.Leloudis, A. Kalyvas.

Hellenic Agricultural Organization – DEMETER, Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources, PO Box 60458, Postal code 57001, Thermi, Thessaloniki, Greece. tsaliki@ipgrb.gr

Abstract

Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) is a sustainable and high yielding crop well adapted to Greek climatic conditions that is grown for a multitude of end products like fiber, seed, cannabinoids and wooden core. The year 2016 Greek authorities allowed the cultivation of hemp in Greece, for varieties registered to European Catalogue with a low content of tetrahydrocannabinol (THC)<0.2%. According to the legislation, Hellenic Agricultural Organization – DEMETER is responsible for the evaluation of industrial hemp varieties in Greece, the cultivation guidelines and the training of auditors responsible for collecting crop samples for THC estimation. The experimental trials were established, during May 2016, in the fields of Hellenic Agricultural Organization – DEMETER - Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources, in Thermi Thessaloniki. A randomized block plot design was used, with six varieties and four replicates. The varieties evaluated are monoecius from France (Santhica 27, Fedora 32, Felina 32, Futura 75) supplied by Cooperative Centrale des Producteurs de Semensces de Chanvre (CCPSC) and from the Institute of Natural Fibers and Medicinal Plants of Poland (Tygra, and Bialobrzeskie). Through, all the cultivation period agronomic data were collected and two harvesting dates were tested. Hemp for fiber was harvested after 102 days from sowing and hemp for seeds was harvested 123 days after sowing. Green biomass yield was estimated and after water retted and fiber content was also calculated. The trial cultivation will continue next years, in many areas of Greece with the involvement of all the interesting parties.

Key words: Industrial hemp, tetrahydrocannabinol, agronomic characteristics, fiber

4Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΦΥΤΟΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΕΓΧΩΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (*Castanea sativa Mill.*) ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Μ. Σακελλαρίου, Φ. Μυλωνά

Τράπεζα Γενετικού Υλικού, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, 57001 Θέρμη (E-mail: phmylona@nagref.gr)

Περίληψη

Στην Ελλάδα, η καστανιά, *CastaneasativaMill.*, αποτελεί σημαντικό δασοπονικό και μελισσοτροφικό είδος. Οιφυσικοί πληθυσμοί κατανέμονται σε έξι κύριες γεωγραφικές περιοχές, και απαρτίζουν το κύριο γονιδιακό απόθεμα της καστανιάς στην Ευρώπη. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας σε φυσικούς πληθυσμούς καστανιάςσε δύο ορεινές περιοχές, του Βοΐου και του Πηλίου. Ως κύριο κριτήριο για τον εντοπισμό και χαρακτηρισμό των φυσικώνπληθυσμώνεπιλέχθηκε η ηλικία των δέντρων και συγκεκριμένα τα γηραιά δέντρα. Από κάθε εξεταζόμενο δένδρο συλλέχθηκαν δείγματα νεαρών φύλλων για τη διερεύνηση της γενετικής παραλλακτικότητας με τη χρήση μοριακών δεικτών URP (UniversalRicePrimers) που βασίζονται στην εφαρμογή της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης (PCR). Η μελέτη παρουσιάζει και συζητά την παραλλακτικότητα εντός και μεταξύ των φυσικών πληθυσμών καστανιάς. Πρόσθετα προβάλλονται οι δυνατότητες αξιοποίησης των αποτελεσμάτων στη αποτίμηση της γενετικής παραλλακτικότητας των φυσικών πληθυσμών καστανιάς στην Ελλάδα ως σύγχρονο εργαλείο για την προστασία και διαχείριση των φυτογενετικών πόρων με στόχο την εφαρμογή στην παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού για περιστολή της γενετικής διάβρωσης και ενίσχυση της ορεινής οικονομίας.

Λέξεις κλειδιά: φυτογενετικοί πόροι, URP μοριακοί δείκτες, ενδο-πληθυσμιακή παραλλακτικότητα

Εισαγωγή

Η καστανιά (*Castanea sativa* Mill.) αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα δασικά είδηστη Νότια Ευρώπη και καλλιεργείται ευρέως για τους εδώδιμους καρπούς της, αλλά και για την παραγωγή ξυλείας. Ανάμεσα στα είδη του γένους *Castanea* (Fagaceae), το είδος *Castanea sativa* θεωρείται το μόνο αυτόχθονο είδος στην Ευρώπη. Η καστανιά είναι διαδεδομένη σε όλες τις χώρες της Μεσογείου, λόγω της εξημέρωσης της κατά τη Ρωμαϊκή περίοδο, σύμφωνα με τον Θεόφραστο (Conedera *et al.,* 2004).Έτσι η προσαρμογή του γένους *Castanea* σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ευρείας βιοποικιλότητας μεταξύ των διαφόρων ειδών, η οποία εκφράζεται μέσω των διαφορετικών μορφολογικών και οικολογικών χαρακτηριστικών, του διαφορετικού βλαστικού και αναπαραγωγικού ρυθμού, αλλά και μέσω διαφορών στο μέγεθος του καρπού, στα χαρακτηριστικά του ξύλου, στην προσαρμοστικότητα και αντοχή σε βιοτικές και αβιοτικές πιέσεις (Aravanopoulos, et al. 2001; Mellano *et al.,* 2012). Εντούτοις στις μέρες μας, αυτή η πολύτιμη γενετική παραλλακτικότητα απειλείται σημαντικά καθώς ένας μεγάλος αριθμός οικοτύπων και ποικιλιών του γένους Castanea αντιμετωπίζει τον κίνδυνο εξάλειψης, λόγω κυρίως φυτοϋγειονομικών

προβλημάτων (έλκος, μελάνωση), τα οποία οδήγησαν σταδιακά στη μείωση ή ακόμη και στην εγκατάλειψη της καλλιέργειας καστανιάς τις τελευταίες δεκαετίες (Zlatanov *et al.,* 2013).

Στην Ελλάδα, η καστανιά, *Castanea sativa Mill.*, αποτελεί σημαντικό δασοπονικό και μελισσοτροφικό είδος. Η καλλιέργεια της απαντάται σχεδόν σε όλες τις ορεινές περιοχές της χώρας καθώς βασίζεται στην αξιοποίηση των φυσικών, αυτόχθονων πληθυσμών και απαρτίζει αναπόσπαστο τμήμα της τοπικής οικονομίας. Οιφυσικοί πληθυσμοί κατανέμονται σε έξι κύριες γεωγραφικές περιοχές, και απαρτίζουν το κύριο γονιδιακό απόθεμα της καστανιάς στην Ευρώπη. Συνεπώς οι φυσικοί πληθυσμοί καστανιάς της Ελλάδας αποτελούν έναν ιδιαίτερα σημαντικό φυτογενετικό πόρο καθώς συγκροτούν φυσικούς ταμιευτήρες γονιδιακής ποικιλότητας του είδους.

Λαμβάνοντας υπόψη τη γενετική ποικιλότητα των φυσικών πληθυσμών καστανιάς που παραμένει ακόμη αναξιοποίητη, την ιδιαίτερη σημασία του γονιδιακού αποθέματος των φυσικών πληθυσμών και την σημαντική συμβολή της καλλιέργειας στην πρωτογενή παραγωγή και οικονομία, κρίθηκε σκόπιμο να αξιολογήσουμε τους διαθέσιμους φυτογενετικούς πόρους καστανιάς, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών πληθυσμών στις περιοχές Βοίου-Κοζάνης και Πηλίου-Βόλου. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας σε φυσικούς πληθυσμούς καστανιάς.

Υλικά και Μέθοδοι

Φυτικό Υλικό

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από δύο διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, το Βόιο - Κοζάνης και το Πήλιο, οι οποίες θεωρούνται αντιπροσωπευτικές περιοχές της κατανομής των φυσικών πληθυσμών καστανιάς στην Ελλάδα. Ο αριθμός των δειγμάτων που συλλέχθηκαν από κάθε περιοχή ήταν ανάλογη του μεγέθους του πληθυσμού. Συνολικά επιλέχθηκαν 50 δένδρα καστανιάς. Η εντός των πληθυσμών βασίστηκε στην ηλικία των δέντρων (επιλέχθηκαν τα γηραιότερα δένδρα). Υγιή, νεαρά φύλλα συλλέχθηκαν ανά επιλεγμένο δέντρο και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές επισημασμένες πλαστικές σακούλες, παρουσία διοξειδίου του πυριτίου (silica gel).

Ανάλυση με μοριακούς δείκτες

Για την απομόνωση του γενωμικού DNA χρησιμοποιήθηκαν 50mg αφυδατωμένου φυλλικού ιστού. Η θραύση των ιστών έγινε σε πορσελάνινα γουδιά, με χρήση υγρού αζώτου. Η υπόλοιπη διαδικασία απομόνωσης διεξήχθηκε χρησιμοποιώντας το εμπορικό σκεύασμα (kit) Dneasy96 Plant, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (Qiagen). Στη συνέχεια προσδιορίστηκε η ποσότητα και ποιότητα του γενωμικού DNA στα δείγματα με τη χρήση του νανοφωτόμετρου Nanodrop ND 1000 Spectrophotometer (PeqlabBiotechnologies).

Για τη μοριακή ανάλυση των πληθυσμών επιλέχθηκαν 12 πολυμορφικοί εκκινητές URP (1F, 2F, 2R, 4R, 6R, 9F, 13R, 17R, 25F, 30F, 32F και 38F). Οι εκκινητές URP (Universal Rice Primers) αναπτύχτηκαν από τους Kang*et al.* (2002) και βασίζονται σε επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες που εντοπίστηκαν στο γένωμα του ρυζιού.Οι αντιδράσεις ήταν τελικού όγκου 15μl και περιείχαν 7.5μL Ready Mix KAPA® (10mMTrisHCl, 50 mMKCl, 1.5 mM MgCl, 2.5 mMdNTPs, 1.0 UTaq πολυμεράση), 10 μM εκκινητή και 30 ngγενωμικούDNA. Ακολούθησε η ενίσχυση των μικροδορυφορικών περιοχών DNA με τη μέθοδο της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR). Έπειτα από πολλαπλές δοκιμές για τη βελτιστοποίηση των θερμοκρασιακών συνθηκών, οι συνθήκες της PCR που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι ακόλουθες:

Πίνακας 1. Θερμικό προφίλ της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR)

ΣΤΑΔΙΟ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ
Αρχική αποδιάταξη	94ºC	3 min
Αποδιάταξη	94ºC	30 sec
Επανυβριδισμός	47-56ºC	45 sec
Επέκταση	72ºC	3min
Τελική επέκταση	72ºC	10min

Τα προϊόντα ενίσχυσης της PCR διαχωρίζονταν σε πηκτή αγαρόζης (2%), που περιείχε 0.004% (w/v) βρωμιούχο αιθίδιο. Η διάρκεια της ηλεκτροφόρησης ήταν 1 ώρα και η εφαρμοζόμενη τάση 113V. Οι συνθήκες αυτές διατηρήθηκαν σταθερές για το σύνολο των εκκινητών και την αξιοπιστία της σύγκρισης των αποτελεσμάτων. Για την εκτίμηση του μοριακού βάρους των ζωνών χρησιμοποιήθηκε ladder (100bp) των 100 βάσεων με ζώνες από 100bp έως 3000bp. Η βαθμονόμηση των ζωνών που ανέπτυξε κάθε εκκινητής έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος GelAnalyzer 2010 (http://www.gelanalyzer.com). Ακολούθησε η καταγραφή της παρουσίας / απουσίας κάθε ζώνης σε κάθε ένα γενότυπο ξεχωριστά και για το σύνολο των εκκινητών που χρησιμοποιήθηκαν. Η καταγραφή έγινε με βάση το δυικό σύστημα, όπου με 1 αντιστοιχήθηκε η παρουσία ζώνης και με 0 η απουσία. Ακολούθως τα δεδομένα αυτά αναλύθηκαν με το πρόγραμμα GenAlEx 6.5.02 (http://biology.anu.edu.au/GenAlEx) και υπολογίστηκαν οι γενετικές αποστάσεις. Για την μελέτη των φυλογενετικών αποστάσεων μεταξύ των γενοτύπων, κατασκευάστηκε δενδρόγραμμα (Εικ.1) με τη μέθοδο UPGMA και τη βοήθεια του προγράμματος MEGA 6 (http://www.megasoftware.net).

Αποτελέσματα

Οι 12 εκκινητές URP που χρησιμοποιήθηκαν έδωσαν συνολικά 137 ενισχυμένες ζώνες, εκ των οποίων οι 131 ήταν πολυμορφικές και στους δύο πληθυσμούς (95,6%). Το μέγεθος των ενισχυμένων ζωνών είχε εύρος από 194 έως 1803 ζεύγη βάσεων. Από την ανάλυση της μοριακής παραλλακτικότητας (AMOVA), η οποία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την εύρεση της παραλλακτικότητας τόσο εντός όσο και μεταξύ των πληθυσμών, προέκυψε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της παρατηρούμενης παραλλακτικότητας εντοπίζεται εντός των πληθυσμών, σε ποσοστό 80%, ενώ αντίστοιχα η παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών συνέβαλε σε ποσοστό 20% στη συνολική γενετική παραλλακτικότητα (Πιν. 2).

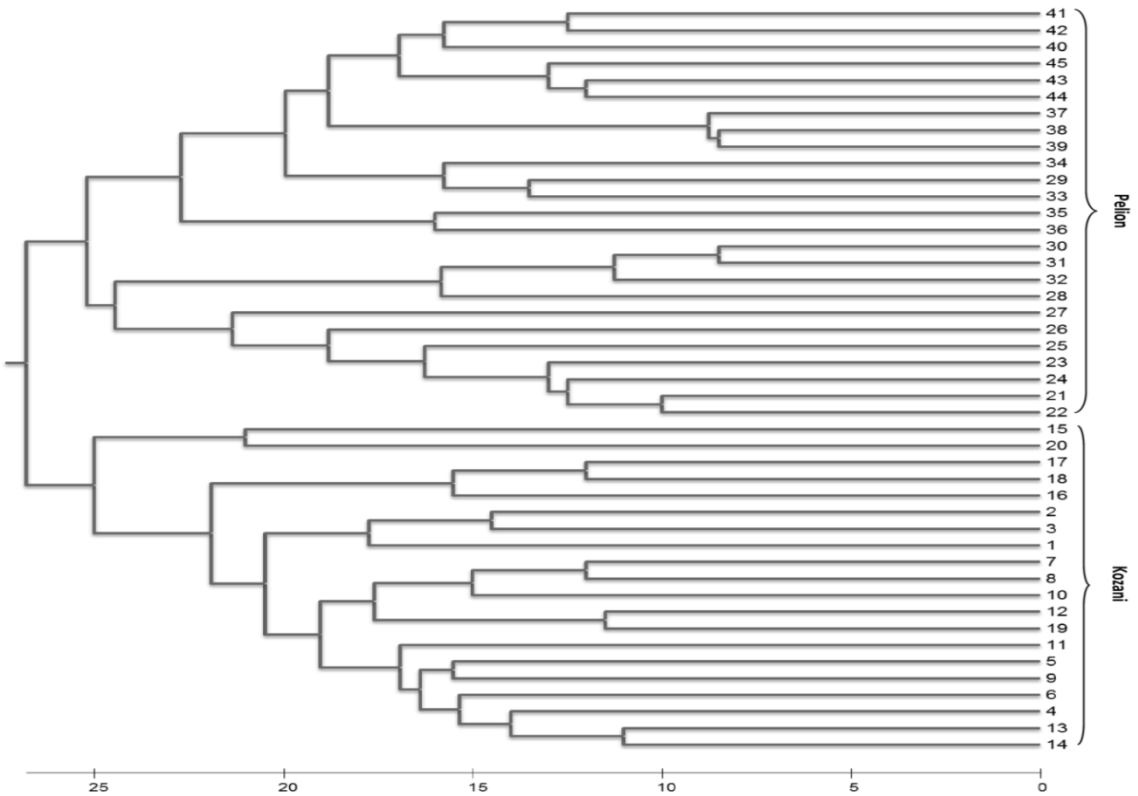
Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η γενετική απόσταση μεταξύ των εξεταζόμενων γενοτύπων και των δύο πληθυσμών με την εφαρμογή του συντελεστή Jaccard και με τη μέθοδο ομαδοποίησης UPGMA κατασκευάστηκε το δενδρόγραμμα γενετικών αποστάσεων (Εικ. 1).

Με βάση το δενδρόγραμμα των γενετικών αποστάσεων, οι γενότυποι διακρίνονται σε δυο κύριες ομάδες, οι οποίες αντιστοιχούν στους δυο εξεταζόμενους πληθυσμούς, της Κοζάνης (γενότυποι 1-20) και του Πηλίου (γενότυποι 21-45) αντίστοιχα. Ο πληθυσμός του Πηλίου χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ των ατόμων του πληθυσμού, σε σχέση με τον πληθυσμό της Κοζάνης.

Πίνακας 2. Ανάλυση της μοριακής παραλλακτικότητας (AMOVA) για τους δύο πληθυσμούς καστανιάς 'Κοζάνη' και 'Πήλιο'.

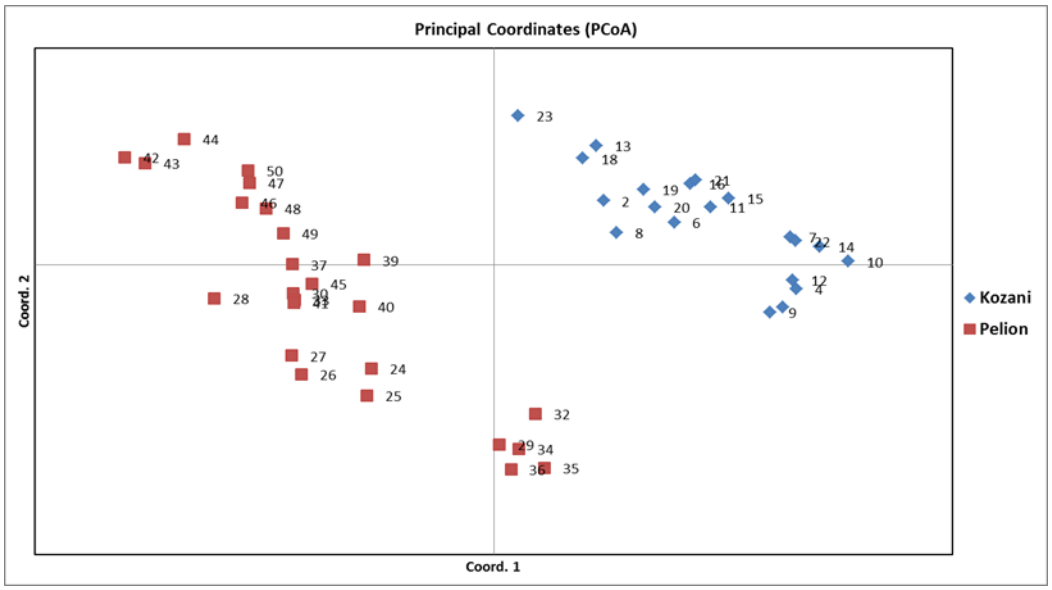
Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	SS	MS	Εκτιμώμενη παραλλακτικότητα	%
Μεταξύ Πληθυσμών	1	139.276	139.276	5.295	20%
Εντός Πληθυσμών	43	929.080	21.607	21.607	80%
Σύνολο	44	1068.356		26.902	100%
PhiPT	0.197**				

(SS= ΆθροισμαΤετραγώνων, MS=ΜέσοΆθροισμαΤετράγωνων, PhiPT : **p< 0.001)



Εικόνα 1. Δενδρόγραμμα γενετικών αποστάσεων με τη μέθοδο UPGMA

Η μεγαλύτερη ενδοπληθυσμιακή παραλλακτικότητα του Πηλίου επιβεβαιώθηκε και από την ανάλυση κύριων συντεταγμένων (PCoA). Η ανάλυση κύριων συντεταγμένων (PCoA) επιβεβαίωσε το σαφή διαχωρισμό των δυο πληθυσμών (Εικ. 2). Όπως προκύπτει από το διάγραμμα, ο πληθυσμός του Πηλίου παρουσιάζει μεγαλύτερη διασπορά (ενδοπληθυσμιακή παραλλακτικότητα), σε σχέση με το πληθυσμό της Κοζάνης, ο οποίος εμφανίζεται πιο ομοιόμορφος.



Εικόνα 2. Ανάλυση Κύριων Συντεταγμένων για τους δυο φυσικούς πληθυσμούς καστανιάς, 'Κοζάνη' και 'Πήλιο'.

Συμπεράσματα

- Οι μοριακοί δείκτες URP κατάφεραν να διαχωρίσουν τους δυο φυσικούς πληθυσμούς καστανιάς, καθώς και να καταδείξουν τον καταμερισμό της συνολικής γενετικής παραλλακτικότητας. Επομένως, κρίνονται αξιόπιστο εργαλείο για τη μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας, τόσο μεταξύ, όσο και εντός των φυσικών πληθυσμών καστανιάς.
- Ο σαφής διαχωρισμός των δυο πληθυσμών, όπως επιβεβαιώθηκε με όλες τις γενετικές αναλύσεις, καταδεικνύει το μεγάλο γενετικό απόθεμα που υπάρχει στους φυσικούς πληθυσμούς καστανιάς της Ελλάδας.
- Η ενδοπληθυσμιακή παραλλακτικότητα που παρατηρήθηκε στον πληθυσμό του Πηλίου είναι σημαντική και χρήζει μεγαλύτερης προσοχής και μελέτης για περαιτέρω αποτελεσματική αξιοποίηση.
- Συμπερασματικά, οι φυσικοί πληθυσμοί καστανιάς αποτελούν ένα αξιόλογο φυτογενετικό πόρο που χρήζει προστασίας και αξιοποίησης μέσω δράσεων διατήρησης και βελτίωσης για την αειφόρο επί τόπου προστασία της δασικής βιοποικιλότητας και της τοπικής πρωτογενούς παραγωγής.

Βιβλιογραφία

Aravanopoulos, F., Drouzas, A., and Alizoti, P. 2001. Electrophoretic and quantitative variation in chestnut (Castanea sativa Mill.) in Hellenic populations in old-growth natural and coppice stands. For.Snow Landsc. Res. 76: 429-434.

Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M., and Torriani, D. 2004.The cultivation of *Castanaea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale.Veget. Hist. Archaeobot. 13: 161-179.

Kang, H.-W., Park, D.-S., Go, S.-J., and Eun, M.-Y.2002. Fingerprint of diverse genomes using PCR with universal rice primers generated from repetitive sequence of Korean weedy rice. Molecules and Cells, Vol. 13, No. 2: 281-287.

Mellano, M. G., Beccaro, G. L., Donno, D., Torello Marinoni, D., Boccacci, P., Canterino, S., Cerutti, A. K., and Bounous, G. 2012.Castanea spp. biodiversity conservation: collection and characterization of the genetic diversity of an endangered species. Genet.Resour. Crop Evol. 59: 1727-1741.

Nei, M., and Li, W.H. 1979.Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Sci. 76: 5269-5273.

Zlanatov, T., Schleppi, P., Velichkov, I., Hinkov, G., Georgieva, M., Eggertsson, O., Zlanatova, M., and Vacik, H. 2013. Structural diversity of abandoned chestnut (Castanea sativa Mill.) dominated forests: Implications for forest management. Forest Ecology and Management, 291: 326-335.

GENETIC DIVERSITY ASSESSMENT IN WILD POPULATIONS OF CHESTNUT (*CASTANEA SATIVA* MILL.) USING MOLECULAR MARKERS

M. Sakellariou, P. Mylona

Greek Gene Bank, Institute of Plant Breeding & Genetic Resources, HAO-DEMETER, 57001 Thermi
e-mail: phmylona@nagref.gr

Abstract

In Greece, european chestnut (*Castanea sativa*, Mill.) is an important forestry species and chestnut production constitutes an integral part of the local economy. Its cultivation is found in almost all mountain areas of the country and it is based mainly on natural and indigenous populations. Currently, six distinct natural populations of european chestnut (*Castanea sativa* Mill.) exist in Greece, which are spread in different geographical areas of the country. The present study aims to assess the genetic variability of wild grown chestnut populations from the mountainous areas of Voio and Pelion. Plant material was collected from old trees and evaluation of genetic diversity was engaged using the URP molecular markers. The results of the study discuss the intra- and inter-population variability along with the genetic relationships. Moreover the importance of genetic diversity assessment in wild grown chestnut populations is discussed as contemporary means for conservation and management of genetic resources to restrain genetic erosion and enhance local growth and development.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΑΥΞΙΝΩΝ ΣΤΟΝ ΜΙΚΡΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΚΑΠΠΑΡΗ "*Capparis orientalis* Veill.", ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΚΕΑΣ

Κ. Παλτάκη[1], Β. Σαρροπούλου[2], Ε. Πολυμένη[1], Κ. Δήμας[1], Ε. Μαλούπα[2]

[1]Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 574 00 Εχέδωρος
[2]Ελληνικός Αγροτικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Εργαστήριο για την Προστασία και Αξιοποίηση Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών, Βαλκανικός Βοτανικός Κήπος Κρουσσίων, Τ.Θ. 60458, Τ.Κ. 570 01, Θέρμη, Θεσσαλονίκη
E-mails: pleuaggelia@gmail.com, vsarrop@gmail.com, kpaltaki@hotmail.com, dimas@cp.teithe.gr, maloupa@bbgk.gr

Περίληψη

Σε πειράματα ελεγχόμενων συνθηκών (εργαστήριο, θερμοκήπιο) που διεξάχθηκαν στο Εργαστήριο για την Προστασία και Αξιοποίηση Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών Θεσσαλονίκης διερευνήθηκε η δυνατότητα πολλαπλασιασμού με ιστοκαλλιέργεια ως αγενή μέθοδο αναπαραγωγής με καλλιέργεια βλαστικών κορυφών του ενδημικού είδους από την Κέα "*Capparis orientalis*Veill." (Κάππαρη η θαμνώδης) με σκοπό τη μαζική παραγωγή και διατήρηση του. Κατά την διάρκεια διεξαγωγής της πειραματικής εργασίας, σε πρώτο στάδιο έγινε η κοπή βλαστικών κορυφών 1-1,5 εκ. από τα εντός θερμοκηπίου μητρικά φυτά (τέλη Μαΐου) και απολύμανση με εμβάπτιση σε διάλυμα μυκητοκτόνου για 25 λεπτά, σε αλκοόλη 70% για 20 δευτερόλεπτα και σε NaOCl 2% για 5 λεπτά. Μετά από 6 εβδομάδες καλλιέργειας σε υπόστρωμα εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη + 6,5 g/l άγαρ καταγράφηκε ένα ποσοστό 93,18% άνοσου φυτικού υλικού, 44,19% βλαστογένεση και 1,84 βλαστοί/έκφυτο μήκους 3,72 cm. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το πλήρως τυχαιοποιημένο. Στο δεύτερο στάδιο του πολλαπλασιασμού, χρησιμοποιήθηκαν 5 υποστρώματα καλλιέργειας που διέφεραν ως προς τη σύσταση και τη συγκέντρωση σε ανόργανα και οργανικά συστατικά. Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκαν τα υποστρώματα: 1) MS, 2) WPM, 3) 2MS (2xMS,), 4) 2WPM (2xWPM) και (5) MS+WPM. Σε κάθε ένα από τα υποστρώματα προστέθηκαν 30 g/l σακχαρόζης, 25 mg/l ασκορβικού οξέος, 25 mg/l κιτρικού οξέος και 0,3 mg/l BA σε συνδυασμό με 3 διαφορετικές αυξίνες (IBA, NAA & IAA) έκαστη σε συγκέντρωση 0,03 mg/l και 7 g/l άγαρ. Μετά από 3 ½ εβδομάδες καλλιέργειας, το υπόστρωμα 2WPM εμπλουτισμένο με 0,3 mg/lBA + 0,03 mg/lIAA έδωσε 13 βλαστούς/ έκφυτο, ικανοποιητικά ωστόσο αποτελέσματα έδωσε και το υπόστρωμα MS+WPM, ανεξαρτήτως αυξίνης. Το μήκος των βλαστών ήταν σημαντικά μεγαλύτερο, κατά τη συνδυασμένη επίδραση MS+WPM + 0,3 mg/lBA + 0,03 mg/l IAA. Βλαστογένεση 100% σημειώθηκε στις εξής μεταχειρίσεις: MS+WPM + 0,3 mg/lBA ανεξαρτήτως τύπου αυξίνης, 2WPM + 0,3 mg/lBA + 0,03 mg/lIAA, 2MS + 0,3 mg/lBA + 0,03 mg/lIAA ή NAA και WPM + 0,3 mg/lBA + 0,03 mg/lIBA. Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας, εφαρμόστηκαν 2 διαφορετικοί τύποι αυξινών, IBA και IAA σε διάφορες συγκεντρώσεις και συνδυασμούς. Μετά από 8 εβδομάδες καλλιέργειας σε MS υπόστρωμα που περιείχε 30 g/l σακχαρόζη και 6 g/l Άγαρ βρέθηκε ότι το ποσοστό ριζοβολίας αυξήθηκε από 75% (μάρτυρας) σε 100% παρουσία 4 mg/lIBA, 4 mg/lIAA και 2 mg/lIBA+2 mg/lIAA.

Τελικά, για το στάδιο του πολλαπλασιασμού συνιστώνται κατά σειρά προτίμησης τα εξής πρωτόκολλα: (1) MS+WPM + 0,3 mg/lBA + 0,03 mg/lIAA& (2) 2WPM + 0,3 mg/lBA + 0,03 mg/lIAA ενώ για το στάδιο της ριζοβολίας 2 mg/lIBA + 2 mg/lIAA. Το ποσοστό επιτυχούς *exvitro* επιβίωσης των έρριζων *in vitro* μοσχευμάτων μετά από 4 εβδομάδες παραμονής στην υδρονέφωση ήταν 100%. Συμπερασματικά ο μικροπολλαπλασιασμός αποτελεί την πιο κατάλληλη μέθοδο αγενούς αναπαραγωγής του είδους *Capparis orientalis*Veill. έναντι των συμβατικών μεθόδων καθώς τόσο η εγγενής αναπαραγωγή με σπέρματα όσο και η αγενής με μοσχεύματα δίνουν χαμηλά ποσοστά φύτρωσης και ριζοβολίας, αντίστοιχα.

Λέξεις κλειδιά: ιστοκαλλιέργεια, βλαστογένεση, ριζοβολία, απολύμανση, βλαστικές κορυφές

Εισαγωγή

Το είδος *C. orientalis* Veill. έχει καταγραφεί σε πολλές περιοχές της Μεσογείου, στη Νότια Ευρώπη (Αλβανία, Κροατία, Ελλάδα Ιταλία, Μάλτα, Ισπανία) τη Βόρεια Αφρική (Αλγερία, Λιβύη), την Τουρκία (Inocencio et al.,2006), με τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να είναι η μεγαλύτερη αγορά κάππαρης (Raissi et al., 2016).

Η κάππαρη είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη τόσο στη φαρμακευτική όσο και στη μαγειρική. Τα σπέρματά της έχουν αντι-πολλαπλασιαστική και ανασταλτικές δραστηριότητες για την HIV-1 ανάστροφη μεταγραφάση (LamandNg, 2009). Ο φλοιός της ρίζας και τα φύλλα της έχουν κάποια αντικαρκινική δράση. Στην πραγματικότητα, η ουσία γλυκοζινόλη έχει αντικαρκινικές επιδράσεις (Rosa, 1997). Επίσης, η ρουτίνη και η κερκετίνη μπορεί να συμβάλουν στην πρόληψη του καρκίνου (Caoetal., 2010). Όσον αφορά τη μαγειρική, οι μικροί ανθοφόροι οφθαλμοί (μπουμπούκια) είτε γίνονται τουρσί σε ξίδι είτε διατηρούνται μέσα σε χοντρό αλάτι. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι η γεύση της κάππαρης είναι παρόμοια με εκείνη της μουστάρδας και του μαύρου πιπεριού από το οποίο προέρχεται και το έλαιο της μουστάρδας (Muharrem et al., 2009).Τέλος, οι Έλληνες χρησιμοποιούν τα φύλλα της κάππαρης που είναι ιδιαίτερα εύγευστα και δύσκολο βρίσκονται εκτός Ελλάδος. Τα φύλλα ή αλλιώς τα καππαρόφυλλα βράζονται ή γίνονται τουρσί και διατηρούνται μέσα σε βάζα με άλμη (Moghaddasi, 2011).

Η συμβατική μέθοδος πολλαπλασιασμού με σπέρματα δεν προτιμάται λόγω χαμηλού ποσοστού βλάστησης (Ölmez et al., 2004). Επίσης, ο πολλαπλασιαμός με μοσχεύματα δίνει χαμηλά ποσοστά ριζοβολίας (55%) και παρουσιάζει χαμηλό βαθμό επιτυχίας (30%) (Sozzi, 2006). Ως εκ τούτου, η χρησιμοποίηση του μικροπολλαπλασιασμού θα ήταν επωφελής για την επιτυχία του πολλαπλασιασμού, τη βελτίωση και διατήρηση της κάππαρης (Musallam et al., 2011). Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας πολλαπλασιασμού με *in vitro* καλλιέργεια βλαστικών κορυφών του ενδημικού είδους από την Κέα "*Capparis orientalis* Veill." με τελικό σκοπό τη μαζική παραγωγή και διατήρηση του.

Υλικά και Μέθοδοι

Ως έκφυτα χρησιμοποιήθηκαν ως έκφυτα βλαστικές κορυφές μήκους 1-1,5εκ., και η κοπή τους έγινε μέσα Μαΐου. Η απολύμανση έγινε με εμβάπτιση σε μυκητοκτόνο (25 λεπτά), 70% αλκοόλη (20 δευτερόλεπτα) και 2% NaOCl (5 λεπτά). Η καλλιέργεια των εκφύτων έγινε σε υπόστρωμα MS με προσθήκη 20 g/l σακχαρόζης και 6,5 g/l άγαρ.

Για το στάδιο του πολλαπλασιασμού, μελετήθηκε η επίδραση 5 διαφορετικών υποστρωμάτων καλλιέργειας (MS, WPM, 2MS, 2WPM, MS+WPM) που διέφεραν ως προς τη σύσταση και τη συγκέντρωση σε ανόργανα και οργανικά συστατικά. Όλα τα υποστρώματα εμπλουτίστηκαν με 0,3 mg/l BA σε συνδυασμό με 3 διαφορετικές αυξίνες (IBA, NAA, IAA) σε συγκέντρωση 0,03mg/l, 25 mg/l ασκορβικό οξύ,25 mg/l κιτρικό οξύ,30 g/l σακχαρόζη και 7g/l άγαρ. Το πείραμα περιελάμβανε 15 μεταχειρίσεις με 9 επαναλήψεις (έκφυτα)/ μεταχείριση.

Για το στάδιο της ριζοβολίας, μελετήθηκε η επίδραση 2 διαφορετικών αυξινών (IBA,IAA) σε διάφορες συγκεντρώσεις και συνδυασμούς. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το MS, το οποίο εμπλουτίστηκε με 30 g/l σακχαρόζη και 6 g/l άγαρ. Το πείραμα περιελάμβανε 9 μεταχειρίσεις με 12 επαναλήψεις/ μεταχείριση.

Τα έκφυτα καλλιεργήθηκαν σε δοχεία ιστοκαλλιέργειας τύπου Magenta. Η διατήρηση των *in vitro* καλλιεργειών πραγματοποιήθηκε σε θάλαμο ανάπτυξης με θερμοκρασία 22±2°C, φωτοπερίοδο 16 ωρών και ένταση τεχνητού φωτός 40 μmol/m^2/s.

Το πείραμα του πολλαπλασιασμού είχε διάρκεια 3,5 εβδομάδες και ελήφθησαν παρατηρήσεις σχετικά με τον αριθμό και το μήκος των βλαστών καθώς και το ποσοστό βλαστογένεσης. Το πείραμα της ριζοβολίας διήρκησε 8 εβδομάδες και έγινε καταγραφή των εξής μακροσκοπικών χαρακτηριστικών: αριθμός ριζών, μήκος ριζών και ποσοστό ριζοβολίας.

Το στάδιο του εγκλιματισμού-σκληραγώγησης των *in vitro* μοσχευμάτων σε *ex vitro* συνθήκες συντελέστηκε δύο στάδια και διήρκησε συνολικά 8 εβδομάδες. Στο πρώτο, τα μικρομοσχεύματα τοποθετήθηκαν για 4 εβδομάδες σε εσωτερική υδρονέφωση επιτραπέζιου πάγκου, με σύστημα ελεγχόμενης και ρυθμιζόμενης σχετικής υγρασίας 55-75%, σε θήκες πολλαπλών θέσεων και σε εδαφικό υπόστρωμα εμπλουτισμένη τύρφη (μείγμα μαύρης-ξανθιάς) (Terrahum) και περλίτης (Perflor) σε αναλογία 1:1. Στο δεύτερο στάδιο, πραγματοποιήθηκε μεταφύτευση των επιτυχώς εγκλιματισμένων-σκληραγωγημένων έρριζων φυτών σε επιτραπέζιο πάγκο τούνελ, χωρίς θερμοκουρτίνες ή σκίαση, στο θερμοκήπιο εκτός υδρονέφωσης όπου η άρδευση γινόταν με καταιονισμό σε συνάρτηση με σύστημα ρυθμιζόμενης σχετικής υγρασίας 45-55%. Η μεταφύτευση έγινε σε φυτοδοχεία όγκου 0,33 Lt. Το εδαφικό υπόστρωμα ήταν εμπλουτισμένη ξανθιά τύρφη TS2, περλίτης (Perflor) και χώμα σε αναλογία 2:1:1. Η διάρκεια αυτού του σταδίου ήταν 4 εβδομάδες.

Η στατιστική ανάλυση έγινε με την πειραματική μέθοδο ANOVA, ανάλυση παραλλακτικότητας, στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0, σύγκριση μέσων όρων με κριτήριο Dunkan σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στη παρούσα έρευνα, 6 εβδομάδες μετά από την απολύμανση του είδους *C. orientalis* Veill και την καλλιέργεια των εκφύτων (συνολικά 44 σε αριθμό) σε θρεπτικό υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη και 6,5 g/l άγαρ ελήφθησαν 93,18% ποσοστό καθαρών εκφύτων, 1,84 βλαστοί/ έκφυτο, 37,52 χιλ. μέσο μήκος βλαστών, 44,19% ποσοστό βλαστογένεσης και 0% ποσοστά υάλωσης και νέκρωσης. Σύμφωνα με τους Al-Mahmood κ.ά. (2012), στο φυτικό είδος *C. spinosa* L. χρησιμοποιήθηκε 70% αλκοόλη για 30 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια 1% NaOCl για 30 λεπτά για την αρχική απολύμανση του φυτικού υλικού όπου ως έκφυτα χρησιμοποιήθηκαν βλαστικές κορυφές.

Στο πείραμα πολλαπλασιασμού, μεταξύ των 5 υποστρωμάτων καλλιέργειας καλύτερα για τη βλαστογένεση ήταν κατά σειρά προτίμησης το MS+WPM και το 2WPM με την προσθήκη και στα δύο, 0,3mg/lBA+0,03 mg/lIAA. Και στις δύο περιπτώσεις, το ποσοστό βλαστογένεσης ήταν 100%. Η επιμήκυνση των βλαστών ήταν μέγιστη (31,91 χιλ.) στο θρεπτικό υπόστρωμα MS+WPM+0,3 mg/lBA+0,03 mg/lIAA. Στο υπόστρωμα 2WPM+0,3 mg/lBA+0,03 mg/lIAA σημειώθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστών (13 βλαστοί/έκφυτο). Αντίθετα, τα υποστρώματα MS ή WPM δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα (Πίνακας 1). Σύμφωνα με τους Carra κ.ά. (2012) στο είδος *C. spinosa* L. subsp. *rupestris*, η μεταχείριση των εκφύτων (τμήματα γονάτων) με 4 μM BA + 0,5 μM IBA σε υπόστρωμα MS ήταν ιδανική για το στάδιο του *in vitro* πολλαπλασιασμού.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα πειράματος πολλαπλασιασμού στο είδος *C. orientalis* Veill.

Μεταχειρίσεις (mg/l)		Αριθμόςβλαστών/ Έκφυτο	Μήκος βλαστών (χιλ.)	Ποσοστό βλαστογένεσης (%)
MS	0,3 BA + 0,03 IBA	3,44 a*	20,26ab	66,67 a
	0,3 BA + 0,03 NAA	3,78 a	18,25 ab	77,78 b
	0,3 BA + 0,03 IAA	3,67 a	19,93 ab	77,78 b
WPM	0,3 BA + 0,03 IBA	3,33 a	16,67 a	100 d
	0,3 BA + 0,03 NAA	2,89 a	16,38 a	66,67 a
	0,3 BA + 0,03 IAA	3,22 a	17,51 ab	77,78 b
2MS	0,3 BA + 0,03 IBA	4,44 ab	21,97 ab	88,89 c
	0,3 BA + 0,03 NAA	4,78 ab	22,23 ab	100 d
	0,3 BA + 0,03 IAA	4,89 ab	25,04 b	100 d
2WPM	0,3 BA + 0,03 IBA	5,33 ab	18,20 ab	88,89 c
	0,3 BA + 0,03 NAA	6,67 bc	22,95 ab	88,89 c
	0,3 BA + 0,03 IAA	13,00 e	19,95 ab	100 d
MS+WPM	0,3 BA + 0,03 IBA	10,00 d	17,28 ab	100 d
	0,3 BA + 0,03 NAA	8,67 cd	18,03 ab	100 d
	0,3 BA + 0,03 IAA	10,44 d	31,91 c	100 d

Αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα σε κάθε στήλη δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p \leq 0,05$.

Στο πείραμα ριζοβολίας, μεταξύ των 3 αυξινών η συνδυασμένη εφαρμογή 2 mg/lIBA+2 mg/lIAA έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα με ποσοστό ριζοβολίας 100% και το υψηλότερο μήκος ριζών (20,07 χιλ.). Ριζοβολία 100% σημειώθηκε παρουσία των 4 mg/l IAA ή 4 mg/l IBA ή 2 mg/l IBA + 2 mg/l IAA (Πίνακας 2). Οι Musallam κ.ά.(2011) ανέφεραν 80% ποσοστό ριζοβολίας στο είδος *C. Spinosa* σε ½ MS υπόστρωμα στο οποίο είχαν προστεθεί 5 mg/l IAA.

Η διαδικασία εγκλιματισμού-σκληραγώγησης στο είδος *C. orientalis* Veill., είχε διάρκεια 8 εβδομάδες. Το ποσοστό επιτυχούς *ex vitro* επιβίωσης έρριζων *in vitro* μοσχευμάτων σε εσωτερική υδρονέφωση ήταν 100% (4 εβδομάδες) και σε συνθήκες επιτραπέζιου πάγκου θερμοκηπίου εκτός υδρονέφωσης, 8 εβδομάδες από την αρχική εξαγωγή τους από το in vitro περιβάλλον ήταν 96,94%. Το ποσοστό επιβίωσης έρριζων μικρομοσχευμάτων *C. spinosa* L. σε

ex vitro συνθήκες θερμοκηπίου ήταν υψηλό (85%) ενώ το εδαφικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύρφη και περλίτης σε αναλογία 1:1 (Al-Mahmood et al.,2012).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα πειράματος ριζοβολίας στο είδος *C. orientalis* Veill.

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός ριζών/έρριζο μικρομόσχευμα	Μήκος ριζών (χιλ.)	Ποσοστό (%) ριζοβολίας
Μάρτυρας	6,57 b*	18,70 bc	75 a
3 IBA	6,90 b	15,06 abc	91,67 c
4 IBA	4,90 ab	11,91 a	100 d
3 IAA	5,40 ab	15,99 abc	83,33 b
4 IAA	3,25 a	17,10 abc	100 d
1,5 IBA + 1,5 IAA	6,91 b	16,07 abc	91,67 c
2 IBA + 2 IAA	5,00 ab	20,07 c	100 d
1 IBA + 2 IAA	4,60 ab	13,51 ab	91,67 c
2 IBA + 1 IAA	5,37 ab	13,73 ab	75 a

*Αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα σε κάθε στήλη δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p \leq 0,05$.

Συμπεράσματα

Ο μικροπολλαπλασιασμός αποτελεί την πιο κατάλληλη μέθοδο αγενούς αναπαραγωγής του είδους *Capparis orientalis*Veill. έναντι των συμβατικών μεθόδων καθώς τόσο η εγγενής αναπαραγωγή με σπέρματα όσο και η αγενής με μοσχεύματα δίνουν χαμηλά ποσοστά φύτρωσης και ριζοβολίας, αντίστοιχα.

Βιβλιογραφία

Al-Mahmood, H.J., Shatnawi, M.A., ShibliR.A., Makhadmeh, I. M., Abubaker, S.M., and A.N. Shadiadeh. 2012. Clonal propagation and medium-term conservation of *Capparis spinosa*: A medicinal plant. J. Med. Plants Res. 6(22):3826-3836.

Cao, Y., Li, X., and M. Zheng. 2010. Capparisspinosa protects against oxidative stressin systemic sclerosis dermal fibroblasts. Arch. Dermatol. Res. 302(5):349-355.

Carra, A., Del Signore, M.B., Sottile, F., Ricci, A., and F. Carimi. 2012. Potential use of new diphenylurea derivatives in micropropagation of *Capparisspinosa* L. Plant Growth Regul. 66:229-237.

Inocencio, C., Rivera, D., Obón, M.C., Alcaraz, F., and J.A. Barrena. 2006. A systematic revision of *Capparis* section *Capparis* (Capparaceae). Ann. Mo. Bot. Gard. 93:122-149.

Lam, S.K., and T.B. Ng. 2009. A protein with antiproliferative, antifungal and HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activities from caper (*Capparisspinosa*) seeds. Phytomedicine16(5):444-50.

Lloyd, G. and B. McCown. 1980. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Proc.Intl. Plant Prop. Soc. 30: 421-427.

Moghaddasi, M.S. 2011. Caper (Capparis spp.) importance and medicinal usage.Adv. Environ. Biol. 5(5):872-879.

Muharrem, G., Gürsel, Ö., and E. Sezai. 2009. Caper (*Capparis*spp.) growing techniques and economicical importance. In: 1st IntSymp. on Sustainable Development. Sarajevo: 94-97.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. Revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15:473-497.

Musallam, I., Duwayri, M., and R. A. Shibli. 2011. Micropropagation of caper (*Capparisspinosa*L.) from wild plants. Func. Plant Sci. Biotechnol. 5(1):17-21.

Ölmez, Z., Yahyaoglu, Z., and A.O. Ucler. 2004. Effects of H_2SO_4, KNO_3 and GA_3 treatments of germination of caper (*Capparisovata*Desf.) seeds. Pak. J. Biol. Sci.7(6):879-882.

Raissi, A., Arbabi, M., and M.A. Rasoolizadeh. 2016. *Capparisspinosa* L. An important medicinal plant from Sistan and Baloochestan province, Iran. J. Prod. Develop. 2(3):90-101.

Rosa, E.A.S., Heaney, R.K., Fenwick, G.R., and C.A.M. Portas. 1997. Glucosinolates in crop plants. Hortic. Rev. 99-215.

Sossi, G.O. 2001. Caper bush: botany and horticulture. Hortic.Rev. 27:125-188.

EFFECT OF DIFFERENT STRENGTH NUTRIENT CULTURE MEDIA AND DIFFERENT AUXINS ON MICROPROPAGATION OF THE ENDEMIC CAPER (*Capparis orientalis*Veill.) ORIGINATED FROM KEA.

K. Paltaki[1], V. Sarropoulou[2], E. Polymeni[1], K. Dimas[1], E. Maloupa[2]

[1] Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, School of Agriculture Technology, Food Technology and Nutrition, Department of Agronomy Technologists, Echedoros 574 00, Thessaloniki

[2] Hellenic Agricultural Organization (HAO)-DEMETER, Institute of Breeding and Plant Genetic Resources, Laboratory for the Conservation and Evaluation of Native and Floricultural Species, Thermi 570 01, Thessaloniki

Abstract

In controlled experimental conditions (laboratory, greenhouse) conducted at the Laboratory of Protection and Evaluation of Native and Floriculture Species in Thessaloniki, *in vitro* propagation possibility of shoot tips of indigenous "*Capparis orientalis* Veill." (Caper shrubby) from Kea, as asexual reproduction method was investigated aiming to its mass production and *ex situ* conservation. In the 1ststage of the experimental work, shoot-tips 1-1.5 cm long were cut from mother plants maintained inside greenhouse and disinfected by immersion in a fungicide solution for 25 min, followed by 70% alcohol for 20sec and NaOCl 2% for 5 min. After 6 weeks of culture in MS medium supplemented with 20 g/l sucrose and 6.5 g/l agar, 93.18% pathogen-free plant material was obtained exhibiting 44.19% shoot multiplication,1.84 shoots/explant and 3.72 cm shoot length. The experimental design used was the completely randomized. In the 2nd stage of proliferation, 5 culture media were used which differed in composition and concentration of inorganic and organic components: 1) MS, 2) WPM, 3) 2MS [2x MS/2x), 4) 2WPM and 5) MS+WPM. All 5 media were enriched with 30 g/l sucrose, 25 mg/l ascorbic acid, 25 mg/l citric acid, 0,3 mg/l BA combined with 3 different auxins (IBA, NAA, IAA), each applied at 0,03 mg/l. After 3 ½ weeks of culture, the 2WPM medium containing 0,3 mg/l BA+0,03 mg/l IAA gave 13 shoots/ explant. Satisfactory results gave the MS+WPM medium as well, regardless of auxin type (8.67-10.44 shoots/explant). Shoot length was greater (31.91 mm) in the combined medium MS+WPM+0,3 mg/l BA+0,03 mg/l IAA. Shoot proliferation 100% was noted in the following treatments: MS+WPM+0,3 mg/l BA irrespective of auxin type, 2WPM+0,3 mg/l BA+0,03 mg/l IAA, 2MS+0,3 mg/l BA+0,03 mg/l IAA or NAA, and WPM+0,3 mg/l BA+0,03 mg/l IBA. In the 3rd stage of rooting, 2 different types of auxins (IBA, IAA) were applied in various concentrations and combinations. After 8 weeks of culture in MS medium containing 30 g/l sucrose and 6 g/l agar, the rooting percentage was ranged from 75% (control) to 100% at the presence of 4 mg/l IBA, 4 mg/l IAA or 2 mg/l IBA+2 mg/l IAA. For shoot proliferation stage the following protocols are recommended: (1) MS+WPM and (2) 2WPM, each supplemented with 0,3 mg/l BA+0,03 mg/l IAA, whereas for the rooting stage the combinated treatment of 2 mg/l IBA+2 mg/l IAA. The successful *ex vitro* survival percentage of rooted *in vitro* plantlets was 100%. In conclusion, micropropagation is the most appropriate method of asexual reproduction of *Capparis orientalis* Veill. over conventional methods.

IN VITRO ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ *EX SITU* ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΕΑ (*Capparis orientalis* Veill.) ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΑΥΞΙΝΩΝ ΓΙΑ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑ

Ε. Πολυμένη[1], Β. Σαρροπούλου[2], Κ. Παλτάκη[1], Ε. Μαλούπα[2] , Κ. Δήμας[1]

[1]Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 574 00 Εχέδωρος, Θεσσαλονίκη
[2]Ελληνικός Αγροτικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Εργαστήριο για την Προστασία και Αξιοποίηση Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών, Τ.Κ. 570 01, Θέρμη, Θεσσαλονίκη
E-mails: pleuaggelia@gmail.com, vsarrop@gmail.com, kpaltaki@hotmail.com, maloupa@bbgk.gr, dimas@cp.teithe.gr

Περίληψη

Σε πειράματα ελεγχόμενων συνθηκών (εργαστήριο, θερμοκήπιο) που διεξήχθησαν στο Εργαστήριο για την Προστασία και Αξιοποίηση Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών Θεσσαλονίκης διερευνήθηκε η δυνατότητα μικροπολλαπλασιασμού του ενδημικού είδους από την Κέα "*Capparis orientalis* Veill." (κάππαρη η θαμνώδης) με σκοπό την προστασία, αξιοποίηση, μαζική παραγωγή και *ex situ* διατήρηση του. Κατά την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος, σε πρώτο στάδιο έγινε η εμβάπτιση βλαστικών κορυφών ύψους 1-1,5 cm, μετά την αποκοπή των φύλλων τους, σε διάλυμα μυκητοκτόνου για 25 λεπτά, σε αλκοόλη 70% για 20 δευτερόλεπτα και σε NaOCl 2% για 5 λεπτά. Μετά από 6 εβδομάδες καλλιέργειας των μικρομοσχευμάτων σε υπόστρωμα εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη και 6,5 g/l άγαρ καταγράφηκε ένα ποσοστό καθαρών εκφύτων 93,18%, βλαστογένεση 44,19% και παραγωγή 1,84 βλαστών/έκφυτο μήκους 3,72 εκ. Στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη, 25 mg/l ασκορβικό οξύ, 25 mg/l κιτρικό οξύ, 7 g/l άγαρ και 5 διαφορετικούς τύπους κυτοκινινών (BA, KN, 2-ip, ZT&TDZ), σε συγκέντρωση 0.5, 1, και 2 mg/l εκάστη. Τον υψηλότερο αριθμό βλαστών/έκφυτο έδωσαν οι ZT και TDZ σε συγκέντρωση 2 mg/l. Σημαντική ενίσχυση του μήκους των βλαστών παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση του 1 mg/l για την 2-ip και στη συγκέντρωση των 2 mg/l για την KN. Βλαστογένεση 100% σημειώθηκε παρουσία BA (0,5-2 mg/l), TDZ (0,5-2 mg/l), 0,5 και 2 mg/l ZT. Συμπτώματα υπερενυδάτωσης ήπιας μορφής παρατηρήθηκαν μόνο με TDZ και σε αρκετά μεγάλο αριθμό εκφύτων, συνεπώς το TDZ δεν ενδείκνυται για τον πολλαπλασιασμό του συγκεκριμένου είδους. Επιπρόσθετα, οι KN και 2-ip οδήγησαν στη παραγωγή σημαντικά μικρότερου αριθμού βλαστών και ποσοστού βλαστογένεσης συγκριτικά με τις BA και ZT, άρα η χρήση τους δεν συνιστάται. Στο τρίτο στάδιο (ριζοβολίας), μελετήθηκε η επίδραση 3 διαφορετικών τύπων αυξινών, IBA, NAA και IAA σε διάφορες συγκεντρώσεις και συνδυασμούς. Ο μεγαλύτερος αριθμός ριζών/ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα σχηματίστηκε στο υπόστρωμα που περιείχε 2 mg/l NAA, το μεγαλύτερο μήκος ριζών στο υπόστρωμα που περιείχε 1 mg/l IBA + 1 mg/l IAA, ενώ υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας παρουσία 1 ή 2 mg/l IAA ή 2 mg/l IBA. Στον μάρτυρα (απουσία αυξινών) δεν παρατηρήθηκε ριζοβολία, συνεπώς για το αρχικό στάδιο του πολλαπλασιασμού συνιστάται μεταχείριση των εκφύτων με 2 mg/l

ZT, για το στάδιο της επιμήκυνσης των βλαστών 1 mg/l 2-ip και για το στάδιο της ριζοβολίας 2 mg/l IAA. Για τον εγκλιματισμό και τη σκληραγώγηση των έρριζων μικροφυταρίων χρησιμοποιήθηκαν θήκες πολλαπλών θέσεων που περιείχαν "τύρφη Terrahum : περλίτη σε αναλογία 1:1". Στη συνέχεια, τα φυτά τοποθετήθηκαν στην υδρονέφωση υπό συνθήκες μειωμένης έντασης φωτός. Το ποσοστό επιτυχούς *ex vitro* επιβίωσης των έρριζων *in vitro* μοσχευμάτων μετά από 4 εβδομάδες παραμονής στην υδρονέφωση ήταν 100%. Συμπερασματικά η αγενής αναπαραγωγή του είδους *Capparis orientlis* Veill με μικροπολλαπλασιασμό επιτεύχθηκε εντός 6 μηνών με παραγωγή 2500-3000 φυτών σε *in vitro* περιβάλλον και 90 εύρωστων και υψηλής ζωηρότητας φυτών σε *ex vitro* συνθήκες θερμοκηπίου, γεγονός που επιτρέπει την μαζική εμπορική αξιοποίηση του είδους.

Λέξεις κλειδιά: NaOCl 2%, υπόστρωμα MS, ορμόνες πολλαπλασιασμού, ορμόνες ριζοβολίας, εγκλιματισμός, σκληραγώγηση.

Εισαγωγή

Οι πιο σημαντικές χώρες στις οποίες καλλιεργείται η κάππαρη είναι η Ισπανία, η Γαλλία, η Ιταλία, το Μαρόκο και η Ινδία. Στην Ελλάδα αυτοφύεται σε πολλές περιοχές και κυρίως σε πετρώδεις και βραχώδεις τοποθεσίες. Τα εναέρια τμήματα του μπορεί να καλύψουν περίπου 15 m^2 στην περιοχή του εδάφους. Το φυτό έχει πολύ ισχυρό πολυετές ριζικό σύστημα. Μπορεί να φτάσει μέχρι και 40 m κάτω από το χώμα. Το φυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη θεραπεία διαφόρων παθήσεων, όταν χρησιμοποιείται ως διουρητικό, τονωτικό, αποχρεμπτικό, ανθελμινθικό και ως εμμηναγωγό, για θεραπεία των ρευματισμών της ουρικής αρθρίτιδας, της φυματίωσης και της πίεσης του αίματος. Η κάππαρη πολλαπλασιάζεται με σπόρο και με μοσχεύματα. Ο σπόρος συλλέγεται από τους καρπούς, όταν αυτοί έχουν ωριμάσει στο τέλος του καλοκαιριού. Ένα σοβαρό μειονέκτημα του πολλαπλασιασμού με σπόρο, είναι η χαμηλή φυτρωτική ικανότητα του σπόρου, αφού συνήθως μόνο το 5 % των σπόρων φυτρώνει και δίνει ολόκληρα φυτά. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα παράγει ομοιόμορφα φυτά και έχει σχετικά μεγάλο ποσοστό επιτυχίας που φτάνει το 50% (Δόρδας, 2012). Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η προστασία και η αξιοποίηση της μαζικής παραγωγής και *ex situ* διατήρησης του είδους *C. orientalis* Veill

Υλικά και Μέθοδοι

Το πρωτόκολλο απολύμανσης περιελάμβανε εμβάπτιση των εκφύτων (βλαστικών κορυφών 1-1,5 εκ.) σε διάλυμα μυκητοκτόνου (25 λεπτά) + 70% αλκοόλη (20 δευτερόλεπτα) + 20% NaOCl (5 λεπτά) και ακολουθούσε καλλιέργεια των εκφύτων για 6 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS (Murashige and Skoog, 1962) εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη και 6 g/l Άγαρ. Στο 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού μελετήθηκε η επίδραση 5 κυτονινών: 6-βενζυλαδενίνη (BA), κινητίνη (KN), 2-ισοπεντένυλ-αδενίνη (2-ip), ζεατίνη (ZT) και thidiazuron (TDZ) σε 3 συγκεντρώσεις (0.5, 1, 2 mg/l) για 6 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη+25 mg/l ασκορβικό οξύ+25 mg/l κιτρικό οξύ+7 g/l Άγαρ με 9 επαναλήψεις (έκφυτα) ανά μεταχείριση. Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας μελετήθηκε η συνδυασμένη επίδραση 3 αυξινών (IBA, NAA, IAA) σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (υπόστρωμα MS +30 g/l σακχαρόζη+6 g/l Άγαρ) για 7 εβδομάδες με 12 επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Τα έκφυτα μετά τον εμβολιασμό διατηρούνται σε θάλαμο ανάπτυξης με

θερμοκρασία 22±2°C, φωτοπερίοδο 16 ωρών και ένταση τεχνητού φωτός 40 μmol/m²/s. *Ex vitro* σκληραγώγηση και εγκλιματισμός πραγματοποιείται σε εσωτερική υδρονέφωση για 4 εβδομάδες σε εδαφικό υπόστρωμα τύρφης Terrahum:περλίτη σε αναλογία 1:1. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ANOVA, το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0, για επίπεδο σημαντικότητας 5%, και για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Duncan.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στην παρούσα έρευνα, 6 εβδομάδες μετά την καλλιέργεια των εκφύτων του είδους *C. orientalis* Veill (συνολικά 44 έκφυτα) σε θρεπτικό υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη και 6,5 g/l άγαρ ελήφθησαν τα εξής αποτελέσματα: 93,18% ποσοστό καθαρών εκφύτων, 1,84 βλαστοί/έκφυτο, 37,52 mm μέσο μήκος βλαστών, 44,19% ποσοστό βλαστογένεσης και 0% ποσοστά υάλωσης και νέκρωσης. Σύμφωνα με τους Kumari et al. (2015), στο είδος *C. spinosa* Linn η απολύμανση των εκφύτων (βλαστικές κορυφές, τμήματα γονάτου, μεσογονάτια διαστήματα, φύλλα) και η επιτυχής εγκατάσταση τους *in vitro* έγινε με 0,1% (w/v) διάλυμα $HgCl_2$ για 3-5 λεπτά, ανάλογα με την φύση του εκφύτου. Στο είδος *C. Cartilaginea* Decne, σημειώθηκε 100% ποσοστό επιβίωσης βλαστικών κορυφών μετά από απολύμανση με 1% NaOCl για 15 λεπτά (Hassanein et al., 2008).

Πίνακας 1. Επίδραση της συγκέντρωσης και του τύπου 5 κυτοκινινών σε υπόστρωμα MS στον αριθμό των βλαστών/έκφυτο, το μήκος βλαστών, την βλαστογένεση (%) και υάλωση (%) μετά από 6 εβδομάδες *in vitro* καλλιέργειας στο είδος *C. orientalis* Veill.

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός βλαστών /έκφυτο	Μήκοςβλαστών (mm)	Βλαστογένεση (%)	Υάλωση (%)
0,5 BA	11,11 ± 1,05 cd	21,77 ± 1,26 abcd	100 e	0 a
1 BA	9,33 ± 1,70 c	21,67 ± 1,84 abcd	100 e	0 a
2 BA	10,56 ± 1,06 cd	18,60 ± 0,87 abcd	100 e	0 a
0,5 KN	1,56 ± 0,25 a	18,98 ± 1,92 abcd	44,44 b	0 a
1 KN	1,22 ± 0,15 a	26,11 ± 2,85 cde	22,22 a	0 a
2 KN	1,44 ± 0,18 a	31,94 ± 4,82 e	44,44 b	0 a
0,5 2-ip	3,56 ± 0,77 a	25,46 ± 2,27 bcde	77,78 c	0 a
1 2-ip	4,22 ± 0,81 ab	32,30 ± 7,25 e	77,78 c	0 a
2 2-ip	4,11 ± 0,79 ab	27,78 ± 4,43 de	77,78 c	0 a
0,5 ZT	9,67 ± 1,26 cd	18,70 ± 1,47 abcd	100 e	0 a
1 ZT	7,89± 1,75 bc	17,41 ± 2,32 abc	88,89 d	0 a
2 ZT	18,22 ± 1,35 e	20,06 ± 0,72 abcd	100 e	0 a
0,5 TDZ	11,56 ± 2,76 cd	17,29 ± 1,35 abc	100 e	77,78 b
1 TDZ	13,56 ± 1,15 d	13,90 ± 0,65 a	100 e	88,89 c
2 TDZ	18,56 ± 1,86 e	15,83 ± 0,59 ab	100 e	100 d
P-values (2-way ANOVA)				
Τύπος κυτοκινίνης (A)	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
Συγκέντ. κυτοκινίνης (B)	0,000***	0,401 ns	0,000***	0,000***
(A) * (B)	0,000***	0,138 ns	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη ± S.E. (Standard Error) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$), nsp>0,05/*** $p \leq 0,001$.

Στο 2ο στάδιο πολλαπλασιασμού της παρούσας έρευνας, η μεταχείριση των εκφύτων με 2 mg/l ZT ή 2 mg/l TDZ έδωσε τον υψηλότερο αριθμό βλαστών/έκφυτο (18,22-18,56). Στο υπόστρωμα καλλιέργειας προστέθηκαν 2 mg/l KN ή 1 mg/l 2-ip με αποτέλεσμα η επιμήκυνση των παραγόμενων μικροβλαστών να είναι μεγαλύτερη (31,94-32,30 mm). Υπό την επίδραση BA (0,5-2 mg/l), 0,5 ή 2 mg/l ZT ή TDZ (0,5-2 mg/l) παρατηρήθηκε επαγωγή βλαστογένεσης στο 100% των εκφύτων (Πίνακας 1). Στο είδος *C.decidua (*Forsk.*)* Edgew, το υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 17,76 μM BAP+ 0,54 μM NAA ήταν το πιο κατάλληλο για την παραγωγή πολλαπλών βλαστών *in vitro* (Vijay et al., 2014). Στο ίδιο είδος *C.decidua*, η ενσωμάτωση 5 mg/l BA + 0,1 NAA σε υπόστρωμα MS έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα βλαστογένεσης (Deora et al., 1995). Στο υπόστρωμα καλλιέργειας παρουσία BA, KN, 2-ip και ZT δεν σημειώθηκαν συμπτώματα υπερενυδάτωσης, αντίθετα το TDZ επέφερε υάλωση στο 77,78-100% των εκφύτων (Πίνακας 1), συνεπώς δεν συνιστάται η χρήση του για το στάδιο πολλαπλασιασμού του είδους αυτού. Όπως και με το φυτικό είδος *C. orientalis* Duh, το υπόστρωμα MS με 3 mg/l BA ήταν άριστο για τον πολλαπλασιασμό των εκφύτων (γόνατα και βλαστικές κορυφές) ενώ ο συνδυασμός 1 mg/l 2-ip + 3 mg/l BA έδωσε πιο ενθαρρυντικά αποτελέσματα σχετικά με την επιμήκυνση των πλάγιων πλευρικών βλαστών. Στο είδος *C. leucophylla* DC, η προσθήκη 1 ή 3 mg/l BA σε υπόστρωμα MS έδωσε καλύτερα αποτελέσματα για την εγκατάσταση τμημάτων γονάτων ενώ ο συνδυασμός 2,5 mg/lBA + 2,5 mg/l 2-ip ευνόησε περισσότερο τον πολλαπλασιασμό των βλαστικών κορυφών (Hegazi et al., 2011). Απο τα ευρήματα της συγκεκριμένης εργασίας στο είδος *C.orientalis* Veill. προκύπτει οτι η κυτοκινίνη ZT σε συγκέντρωση 2 mg/l είναι η καλύτερη για το αρχικό στάδιο του πολλαπλασιασμού της επαγωγής των βλαστών ενώ για το μετέπειτα στάδιο της επιμήκυνσης των βλαστών ενδείκνυνται οι κυτοκινίνες KN (2 mg/l) ή 2-ip (1 mg/l) (Πίνακας 1). Στο είδος *C. spinosa* L., 0,8 mg/lBA έδωσαν τον μέγιστο αριθμό βλαστών και η αύξηση της συγκέντρωσης της KN (0,4 - 2 mg/l) αύξησε τον αριθμό και το μήκος των βλαστών (Al-Mahmood et al., 2012). Επίσης στο είδος *C. spinosa* L. subsp.*rupestris* Sibth. &Sm., η ZT (1-2 mg/l) έδωσε καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τον αριθμό των βλαστών και το ποσοστό βλαστογένεσης σε σύγκριση με την BA, ενώ η BA (1-2 mg/l) διέγειρε περισσότερο την επιμήκυνση των βλαστών (Chalakand Elbitar, 2006). Στο είδος *C. spinosa* L., καλύτερα αποτελέσματα για το στάδιο του *in vitro* πολλαπλασιασμού παρατηρήθηκαν με 1-2 mg/lBA ή 0,8 mg/lKN ή 1,6 mg/lZT (Musallam et al., 2011).

Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας, απουσία αυξινών (μάρτυρας) δεν παρατηρήθηκε σχηματισμός ριζών. Η ενσωμάτωση 2 mg/lNAA έδωσε τον μεγαλύτερο αριθμό ριζών/ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα (42). Παρουσία 1 mg/l IBA + 1 mg/l IAA και 2 mg/l NAA το μήκος των ριζών ήταν μεγαλύτερο (18,42 και 16,55mm αντίστοιχα). Παρουσία 2 mg/l IBA ή 1-2 mg/l IAA σημειώθηκαν τα υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας (50-50,33%) (Πίνακας 2). Σύμφωνα με τους Kumari et al. (2015) στο είδος *C. spinosa* L., ο αριθμός των σχηματιζομένων ριζών σε υπόστρωμα MS ήταν μεγαλύτερος παρουσία 1,5 mg/l NAA ενώ το μήκος των ριζών και το ποσοστό ριζοβολίας ήταν μέγιστα παρουσία 2 mg/l IAA. Η αυξίνη IBA ήταν η λιγότερο αποτελεσματική για την προώθηση της ριζοβολίας του είδους *C. orientalis* Veill. (Πίνακας 2). Σύμφωνα με τους Khalaf et al. (2012) στο είδος *C. spinosa* L.,μεταξύ των 3 αυξινών (NAA, IAA, IBA) υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας (62,5%) παρατηρήθηκε παρουσία 1 mg/lNAA σε υπόστρωμα MS. Οι Rodriguez et al. (1990) βρήκαν ότι η προσθήκη 5,25 mg/l IAA ήταν η καλύτερη μεταχείριση για την ριζοβολία μικροβλαστών *C. spinosa* L. Τα ευρήματα της έρευνας

υποδεικνύουν την καταλληλότητα του IAA σε συγκέντρωση 2 mg/l σε υπόστρωμα MS για τηνριζοβολία του είδους *C. orientalis* Veill. (Πίνακας 2).

Πίνακας 2 Επίδραση του διαφορετικού τύπου και της συγκέντρωσης αυξινών στον αριθμό των ριζών/ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα, μήκος ριζών και ποσοστό ριζοβολίας στο είδος *C.orientalis* Veill.

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός ριζών/ ριζοβοληθέντα μικρομόσχευμα	Μήκοςριζών (mm)	Ριζοβολία (%)
Μάρτυρας	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0 a
1 IBA	6,66 ± 0,64 bc	13,38 ± 0,40 bc	25 c
2 IBA	5,42 ± 0,51 b	13,48 ± 0,69 bc	58,33 e
1 NAA	17,66 ± 1,58 e	12,11 ± 1,06 b	25 c
2 NAA	42,00 ± 0,00 f	16,55 ± 0,00 ef	8,33 b
1 IAA	6,58 ± 1,03 bc	15,86 ± 0,93 de	58,33 e
2 IAA	10,84 ± 1,74 d	16,79 ± 1,18 ef	50 e
1 IBA + 1 NAA	9,00 ± 0,00 cd	14,44 ± 0,00 cd	8,33 b
1 IBA + 1 IAA	10,00 ± 0,97 d	18,42 ± 0,79 f	33,33 d
1 NAA + 1 IAA	10,00 ± 0,81 d	13,02 ± 0,22 bc	33,33 d
P-values	0,000***	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη ± S.E. (StandardError) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan's multiple range test για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$), *** $p \leq 0,001$

Στην παρούσα πειραματική εργασία, το ποσοστό επιτυχούς επιβίωσης έρριζων μικρομοσχευμάτων σε *exvitro* συνθήκες ήταν υψηλό 96,94%. Το εδαφικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν αρχικά μείγμα μαύρης- ξανθιάς εμπλουτισμένης τύρφης (Terrahum):περλίτης (Perflor) σε αναλογία (1:1) και μετά την έξοδο των φυταρίων από την υδρονέφωση στον επιτραπέζιο πάγκο του θερμοκηπίου σε εδαφικό υπόστρωμα με εμπλουτισμένη ξανθιά τύρφη TS2:περλίτης:χώμα σε αναλογία 2:1:1. Η συνολική διάρκεια της διαδικασίας εγκληματισμού και σκληραγώγησης ήταν 7-8 εβδομάδες. Σύμφωνα με τους Al-Mahmood et al. (2012) στο είδος *C. spinosa* L., το αντίστοιχο ποσοστό ήταν εξίσου υψηλό 85% ενώ το εδαφικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν περλίτης-τύρφη (1:1). Στο είδος *C. spinosa* L.subsp. *rupestris* Sibth. & Sm., το ανάλογο ποσοστό ήταν 92% (Chalak et al., 2006). Σύμφωνα με τους Musallam et al. (2011), στο είδος *C. spinosa* L. σημειώθηκε 63% ποσοστό επιτυχούς *ex vitro* σκληραγώγησης έρριζων *in vitro* φυταρίων σε εδαφικό υπόστρωμα τύρφη:περλίτη:κομπόστ (1:1:1). Στα 2 ενδημικά είδη της Αιγύπτου *C.orientalis* Duh. and *C. leucophylla* DC καταγράφηκε ποσοστό επιβίωσης 92%-98% *ex vitro* μετά απο εγκληματισμό/σκληραγώγηση των φυταρίων σε εδαφικό μείγμα τύρφης:άμμου (1:1 v/v) σε συνθήκες θερμοκηπίου (Hegazi et al., 2011).

Συμπεράσματα

Στο 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού *in -vitro* μεταξύ των 5 κυτοκινινών (BA, KN, 2-ip, ZT, TDZ) καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η προσθήκη 2 mg/l ZT στο αρχικό στάδιο επαγωγής πολλαπλών βλαστών ενώ στο ακόλουθο στάδιο της επιμήκυνσης των παραγόμενων βλαστών καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η προσθήκη 1 mg/l 2-ip ή 2 mg/l KN. Η κυτοκινίνη TDZ παρά την σημαντική ενίσχυση του ρυθμού πολλαπλασιασμού δεν ενδείκνυται η χρήση της λόγω της

πρόκλησης συμπτωμάτων υάλωσης σε υψηλό ποσοστό εκφύτων. Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας,μεταξύ των 3 αυξινών (IBA, NAA, IAA ή συνδυασμοί αυτών) συνιστάται η μεταχείρηση των εκφύτων με 2 mg/l IAA.

Βιβλιογραφία

Al-Mahmood, H.J., Shatnawi, M.A., Shibli. R.A., Makhadmeh, I.M., Abubaker, S.M., and A.N. Shadiadeh. 2012.Clonal propagation and medium-term conservation of *Capparis spinosa*: A medicinal plant.J. Med. Plants Res.6: 3826-3836.

Chalak, L., and A. Elbitar. 2006. Micropropagation of *Capparis spinosa L.* subsp. *Rupestris* Sibth. & Sm. *By nodal cuttings.* Indian J. Biotechnol. 5:555-558.

Deora, N.S., and N.S Shekhawat. 1995. Micropropagation of *Capparis decidua* (Forsk.) Edgew. - a tree of arid horticulture. Plant Cell Rep. 15:278-281.

Hegazi, G.A., Eid, S.R., El Monem, A., and M. Sharaf. 2011. Micropropagation for conservation of two rare Capparis species from Egypt. Catrina J. 6(1).

Khalaf, G.H.A., and R. Arafeh.2012. *In vitro* root induction and culture of the medicinal plant *Capparis spinosa* L.1st Students Innovation Conference, 13th June 2012, Biotechnology Research Center, Palestine Polytechnic University, Palestine.

Kumari, M., Asthana, N., and R.Kumari. 2015. Plantlets regeneration through callus culture in *Capparis spinosa Linn*. Int. J. Exchange Knowledge 2:34-40.

Musallam, I., Duwayri, M., andR. Shibli.2011. Micropropagation of caper (*Capparis spinosa*) from wild plants. Fun. Plant Sci. Biotechnol. 5: 17-21.

Rodríguez, R., Rey, M., Cuozzo, L., and G. Ancora. 1990. *In vitro* propagation of caper (*Capparis spinosa* L.). In Vitro Cell. Develop. Biol. – Plant 26:531-536.

Vijay, N., Arya, S., andI.D. Arya. 2014. Rapid and mass propagation of the economically important desert plant*Capparis decidua* for its afforestation program. J. AridLandStud.24: 33-36.

Δόρδας, Χ. 2012. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, σελ. 179-182.

IN VITRO PROPAGATION AND *EX SITU* CONSERVATION OF ENDEMIC *Capparis orientalis* Veill. SPECIES FROM KEA USING DIFFERENT CYTOKININ CULTURE MEDIA FOR SHOOT PROLIFERATION AND DIFFERENT AUXINS FOR ROOTING

E. Polymeni[1], V. Sarropoulou[2], K. Paltaki[1], E. Maloupa[2], K. Dimas[1]

[1] Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, School of Agriculture Technology, Food Technology and Nutrition,Department of Agronomy Technologists, Echedoros 574 00, Thessaloniki

[2] Hellenic Agricultural Organization (HAO)-DEMETER, Institute of Breeding and Plant Genetic Resources, Laboratory for the Conservation and Evaluation of Native and Floricultural Species, Thermi 570 01, Thessaloniki

Abstract

In controlled condition experiments (laboratory, greenhouse) conducted at the Laboratory of Protection and Evaluation of Native and Floricultural Species in Thessaloniki the micropropagation potential of the endemic species "*Capparis orientalis* Veill." (Caper the shrub) originated from Kea, was investigated for its protection, exploitation, mass production and *ex situ* conservation. During the experimental process, in the first stage shoot-tip explants

1-1.5 cm long were soaked in a fungicide solution for 25 minutes followed by 70% alcohol for 20 seconds and 2% NaOCl for 5 minutes. Explants cultured for 6 weeks after disinfection in MS medium supplemented with 20 g/l sucrose and 6.5 g/l agar produced 93.18% of pathogen-free plant material, 44.19% shoot multiplication, 1.84 mean shoot number/explant and 3.72 cm mean shoot length. In the second stage, the MS medium was supplemented with 30 g/l sucrose, 25 mg/l ascorbic acid, 25 mg/l citric acid and 7 g/l agar with 5 different types of cytokinins (BA, KN, 2-ip, ZT, TDZ), each applied at 3 different concentrations (0.5, 1, 2 mg/l). ZT or TDZ at 2 mg/l gave the highest shoot number/explant. Shoot length was greatest with1 mg/l 2-ip or 2 mg/l KN. Explants treated with 0.5-2 mg/l BA or TDZ and 0.5 or 2 mg/l ZT resulted in 100% shoot multiplication. Mild hyperhydricity symptoms were observed only with TDZ in the majority of explants, therefore TDZ is not suitable for the proliferation of the species. KN and 2-ip led to lower shoot number and shoot multiplication percentage compared to BA and ZT, so their use is not recommended. In the third stage (rooting), the effect of 3 auxins (IBA, NAA, IAA) in various concentrations and combinations was studied. NAA at 2 mg/l gave the highest root number, the combination 1 mg/l IBA+1 mg/l IAA the longer roots, and 1 or 2 mg/l IAA or 2 mg/l IBA the highest rooting percentage. In the control (auxins-free) no rooting was observed. For the initial phase of proliferation (shoot number and respective percentage) 2 mg/l ZT is more suitable, for the subsequent shoot elongation phase 1 mg/l 2-ip and for the rooting stage 2 mg/l IAA. For the acclimatization and hardening of the rooted microcuttings multipoint pouches were used containing Terrahum peat:perlite (1:1) soil substrate. Then, the plants were placed in the mist system under controlled conditions of relative humidity (65-75%) and reduced light intensity.The successful *ex vitro* survival percentage of plantlets after 4 weeks in the mist was 100%. In conclusion, the asexual propagation of *C. orientalis* Veill. with micropropagation was successfully achieved within six months establishing 2500-3000 vitroplants and 90 robust and highvigor plants in *ex vitro* greenhouse conditions, allowing the mass commercialization of the species.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ 5 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΥΤΟΚΙΝΙΝΩΝ ΣΤΟΝ *IN VITRO* ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΚΑΙ 3 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΥΞΙΝΩΝ ΣΤΗ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑ ΒΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis raeseri Boiss & Heldr.* (ΤΣΑΙ ΒΟΥΝΟΥ ΤΟΥ ΒΕΛΟΥΧΙΟΥ Ή ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ)

Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα

Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Εργαστήριο για την Προστασία και Αξιοποίηση Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών, Τ.Θ. 60458, Τ.Κ. 570 01 Θέρμη, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η δημιουργία πρωτοκόλλου αγενούς αναπαραγωγής με *in vitro* καλλιέργεια βλαστικών κορυφών του είδους *Sideritis raeseri* Boiss & Heldr. (Τσάι Βουνού του Βελουχίου ή Παρνασσού). Στην έναρξη της πειραματικής διαδικασίας έγινε απολύμανση των φυτικών ιστών με εμβάπτιση σε διάλυμα μυκητοκτόνου (30 λεπτά) + 70% αλκοόλη (30 δευτερόλεπτα) + 2% NaOCl (15 λεπτά) και ακολούθως καλλιέργεια σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη + 0,5 mg/l 6-βενζυλαδενίνη (BA) + 8 g/l άγαρ. Μετά από 4 εβδομάδες καλλιέργειας καταγράφηκε ένα ποσοστό 96,72% καθαρών εκφύτων, 69,77% βλαστογένεση και παραγωγή 2,7 βλαστών/έκφυτο μήκους 19,04 χιλ. Στο 2ο στάδιο, μελετήθηκε η μεμονωμένη επίδραση 5 διαφορετικών τύπων κυτοκινινών, ήτοι ζεατίνη (ZT), κινητίνη (KN), 2-ισοπεντένυλ-αδενίνη (2-ip), thidiazuron (TDZ) και BA σε 3 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 1 mg/l). Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Phytagel. Μετά από 5 εβδομάδες καλλιέργειας παρατηρήθηκε ότι η μεταχείριση των εκφύτων με 0,25 mg/l ZT, 0,25-1 mg/l TDZ ή 1 mg/l BA έδωσε τον μεγαλύτερο αριθμό παραγόμενων βλαστών/έκφυτο σε σύγκριση με τον μάρτυρα (απουσία κυτοκινινών). Η προσθήκη των 5 κυτοκινινών δεν προκάλεσε σημαντική διαφοροποίηση στο μήκος των βλαστών με εξαίρεση την υψηλότερη συγκέντρωση TDZ του 1 mg/l, η οποία επέφερε μείωση κατά 0,63 εκ. σε σχέση με το μάρτυρα. Βλαστογένεση 100% σημειώθηκε με την προσθήκη 0,25 mg/l 2-ip, 0,25-0,5 mg/l ZT, 0,25-1 mg/l TDZ, 1 mg/l KN και 1 mg/l BA. Ίδιο ποσοστό υάλωσης με αυτό του μάρτυρα (33,33%) καταγράφηκε παρουσία 0,5 ή 1 mg/l KN, ενώ σε όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στο ποσοστό των εκφύτων με συμπτώματα υπερυδάτωσης (40-90%). Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας, μελετήθηκε η συνδυασμένη επίδραση 3 διαφορετικών τύπων αυξινών, IBA, NAA και IAA σε διάφορες συγκεντρώσεις και αναλογίες (0.25, 0.5, 1 mg/l) σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Gelrite. Μετά από 8 εβδομάδες καλλιέργειας, οι 3 μεταχειρίσεις που έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα ριζοβολίας είναι οι εξής: (α) 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA (β) 1 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA και (γ) 1 mg/l NAA + 0,5 mg/l IAA. Για το στάδιο του πολλαπλασιασμού συνιστώνται οι εξής μεταχειρίσεις : (α) 0,5 mg/l IBA + 0,5 mg/l IAA , (β) 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA και (γ) 0,25-0,5 mg/l BA ή ZT, ή 1 mg/l KN. Το ποσοστό επιτυχούς *ex vitro* επιβίωσης των έρριζων μικρομοσχευμάτων *S. raeseri* Boiss & Heldr. ήταν 94%.

Λέξεις κλειδιά: 6-βενζυλαδενίνη, ζεατίνη, θειδιαζουρόνη, 2-ισοπεντενυλ-αδενίνη, κινητίνη, IBA, NAA, IAA , βλαστογένεση,

Εισαγωγή

Τα είδη του γένους *Sideritis* (Lamiaceae) έχουν γίνει πολύ δημοφιλή τελευταία, εξαιτίας των φαρμακευτικών ιδιοτήτων των κύριων συστατικών του. Η εμπορευματοποίηση όμως των ειδών *Sideritis* οδηγεί σε εκτεταμένη συλλογή φυτών, με αποτέλεσμα τη δραματική μείωση του μεγέθους των φυσικών πληθυσμών τους ή ακόμα και την απώλεια κάποιων από αυτούς. Ως κατάλληλα μέτρα διαχείρισης για την προστασία των φυτογενετικών πόρων ενάντια στη γενετική διάβρωση, προτείνεται η e*x situ* διατήρηση σε τράπεζες γενετικού υλικού και η ενίσχυση της καλλιέργειας. Το είδος *Sideritis raeseri* Boiss & Heldr., κοινώς τσάι του Παρνασσού, ή τσάι του Βελουχιού αποτελεί το κυρίως καλλιεργούμενο είδος στην Ελλάδα. Είναι έντονα αρωματική πολυετής πόα, ύψους μέχρι 40 cm. Ανθίζει από τον Ιούνιο έως τα μέσα Αυγούστου. Αυτοφύεται στον Παρνασσό, Τυμφρηστό (Βελούχι) και σε άλλα βουνά της Αιτωλίας, Δωρίδας και Φθιώτιδας, σε υψόμετρα 1.200-2.400 m. Ο σιδερίτης πολλαπλασιάζεται εγγενώς με σπόρο, αλλά και αγενώς με παραφυάδες. Προτιμάται ο αγενής τρόπος πολλαπλασιασμού, ώστε να αποφευχθεί η ανομοιομορφία του φυτικού υλικού στην ανάπτυξη κατά την άνθιση και στον αριθμό των παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών. Μέσω ιστοκαλλιέργειας μπορεί να δημιουργηθεί αρχικό υλικό υψηλής ποιότητας σε μεγάλη ποσότητα και σε σύντομο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια να προκύψουν νέα υγιή φυτά στον αγρό από παραφυάδες (Γκόλιαρης, 1999). Σκοπός διεξαγωγής αυτής της εργασίας ήταν η δημιουργία πρωτοκόλλου αγενούς αναπαραγωγής με *in vitro* καλλιέργεια βλαστικών κορυφών (εκφύτων) του είδους *S. raeseri* Boiss & Heldr.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πρωτόκολλο απολύμανσης περιελάμβανε εμβάπτιση των εκφύτων σε διάλυμα μυκητοκτόνου (30 λεπτά) + 70% αλκοόλη (30 δευτερόλεπτα) + 2% NaOCl (15 λεπτά) και ακολουθούσε καλλιέργεια των εκφύτων για 4 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS (Murashige και Skoog, 1962) εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη, 0,5 mg/l 6-βενζυλαδενίνη (BA) και άγαρ 8 g/l. Στο 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού, μελετήθηκε η επίδραση 5 κυτοκινινών: ζεατίνη (ZT), κινητίνη (KN), 2-ισοπεντένυλ-αδενίνη (2-ip), thidiazuron (TDZ) και BA σε 4 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 1 mg/l) με καλλιέργεια των εκφύτων για 5 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Phytagel. Το πείραμα περιλάμβανε 12 επαναλήψεις (έκφυτα)/μεταχείριση) και τα έκφυτα τοποθετήθηκαν σε ειδικά δοχεία τύπου Magenta διαστάσεων 62,4 mm × 95,8 mm και όγκου 200 mL (4 έκφυτα/βάζο). Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας, μελετήθηκε η συνδυασμένη επίδραση 3 αυξινών (IBA, NAA, IAA) σε διάφορες συγκεντρώσεις (0,25-1 mg/l) με καλλιέργεια των εκφύτων για 8 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS που περιείχε 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Gelrite. Το πείραμα περιλάμβανε 10 επαναλήψεις/μεταχείριση. Η τοποθέτηση των εκφύτων έγινε σε ειδικούς δοκιμαστικούς σωλήνες (1 έκφυτο/σωλήνα). Η *in vitro* καλλιέργεια συντελέστηκε σε ειδικό θάλαμο ανάπτυξης υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος, θερμοκρασία 22 ± 2 ^{o}C, φωτοπερίοδο 16 ώρες φως – 8 ώρες σκοτάδι, λάμπες φθορισμού λευκού ψυχρού φωτισμού έντασης 40 μmol/m^2/s. Η σκληραγώγηση και ο εγκλιματισμός των έρριζων μικρομοσχευμάτων σε *ex vitro* συνθήκες θερμοκηπίου πραγματοποιήθηκε εντός 8 εβδομάδων, την 1η εβδομάδα στην

υδρονέφωση τοποθετημένα σε θήκες πολλαπλών θέσεων και τις υπόλοιπες 7 εβδομάδες σε επιτραπέζιο πάγκο θερμοκηπίου με άρδευση υπό μορφή καταιονισμού. Το εδαφικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε τις πρώτες 4 εβδομάδες ήταν τύρφη Terrahum:περλίτης σε αναλογία 1:1, ενώ τις υπόλοιπες 4 εβδομάδες έγινε μεταφύτευση των φυταρίων σε μεγαλύτερου όγκου φυτοδοχεία 0,33 Lt σε εδαφικό υπόστρωμα τύρφη TS2:περλίτης σε αναλογία 1:1. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της ANOVA και το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0 για επίπεδο σημαντικότητας 5%, με βάση το κριτήριο Duncan.

Αποτελέσματα

Στο φυτικό είδος *Sideritis raeseri*, και οι 5 κυτοκινίνες (ZT, KN, 2-ip, TDZ & BA) σε εύρος συγκεντρώσεων 0,25-1 mg/l αύξησαν το ποσοστό βλαστογένεσης στο 75-100% σε σχέση με το μάρτυρα (62,5%). Βλαστογένεση 100% παρατηρήθηκε υπό την επίδραση 0,25 ή 0,5 mg/l ZT, 0,25 mg/l 2-ip, 1 mg/l KN ή BA, ή 0,25-1 mg/l TDZ. Η συχνότητα επαγωγής πολλαπλών βλαστών στα έκφυτα ακολουθεί την εξής αύξουσα σειρά: TDZ (100%) > ZT (91,67-100%) > 2-ip (90-100%) > KN (76,67-100%) > BA (75-100%). ZT και TDZ (0,25-1 mg/l), 1 mg/l KN ή 2-ip και BA (0,5 και 1 mg/l) αύξησαν σημαντικά τον αριθμό των βλαστών/έκφυτο (4,17-6,25) συγκριτικά με το μάρτυρα (2,46 βλαστοί/έκφυτο). Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των βλαστών ήταν μεγαλύτερος (6,25) με 1 mg/l TDZ. Αντίθετα, η επιμήκυνση των βλαστών ήταν μικρότερη κατά 0,5-0,67 εκ. σε σύγκριση με το μάρτυρα με τη προσθήκη TDZ στο υπόστρωμα καλλιέργειας. Οι υπόλοιπες 4 κυτοκινίνες (ZT, KN, 2-ip και BA) δεν μετέβαλλαν σε σημαντικό βαθμό το μήκος των βλαστών (11,7-20,99 χιλ.), το οποίο κυμάνθηκε στα επίπεδα του μάρτυρα (17,37 χιλ.). Στη περίπτωση του μάρτυρα παρατηρήθηκε υπερυδάτωση των φυτικών ιστών στο 33,33% των εκφύτων. Με εξαίρεση την KN σε συγκέντρωση 0,5 mg/l, οι υπόλοιπες 4 κυτοκινίνες (ZT, 2-ip, TDZ & BA) καθώς και η KN σε συγκέντρωση 0,25 mg/l επέτειναν την εμφάνιση της υπερυδάτωσης, αυξάνοντας το ποσοστό υάλωσης στο 40-90% έναντι του μάρτυρα (33,33%). Το πρόβλημα της υάλωσης ήταν πιο έντονο και εκτεταμένο στα έκφυτα που μεταχειρίστηκαν με TDZ (75%), και 1 mg/l 2-ip (90%) (Πίνακας 1).

Μεταξύ των διαφόρων συνδυασμών αυξινών, οι 3 μεταχειρίσεις που οδήγησαν στο μεγαλύτερο αριθμό ριζών/έρριζο μικρομόσχευμα (14,67/13,11/12,5) ήταν οι εξής: 0,5 mg/l NAA+0,5 mg/l IBA, 0,5 mg/l NAA+0,5 mg/l IBA+0,5 mg/l IAA, και 1 mg/l IBA+0,5 mg/l IAA, αντίστοιχα. Ωστόσο, το μήκος των ριζών ήταν υψηλότερο (18,67 χιλ.) στην περίπτωση του μάρτυρα ακολουθούμενο από τη μεταχείριση 1 mg/l NAA + 1 mg/l IBA (15,38 χιλ.). Ριζοβολία στο 100% των εκφύτων παρατηρήθηκε κατά τη συνδυασμένη εφαρμογή NAA + IBA και IAA + IBA (0,25 ή 0,5 mg/l) (Πίνακας 2).

Η μεταχείριση 0,5 mg/l IBA + 0,5 mg/l IAA έδωσε τον μεγαλύτερο αριθμό βλαστών ανά έκφυτο (9,3). Το μέγιστο κατ' απόλυτη τιμή μήκος των βλαστών (25,67 χιλ.) σημειώθηκε υπό την επίδραση 0,5 mg/l NAA + 1 mg/l IBA. Βλαστογένεση 100% παρατηρήθηκε στις εξής 2 μεταχειρίσεις: 0,5 mg/l IBA + 0,5 mg/l IAA και 1 mg/l IBA + 1 mg/l IAA. Συμπτώματα υπερενυδάτωσης εμφανίστηκαν σε όλες τις μεταχειρίσεις με εξαίρεση το συνδυασμό 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA. Το ποσοστό υάλωσης ήταν υψηλότερο (60-70%) κατά τη συνδυασμένη επίδραση 1 mg/l IBA + 1 mg/l IAA και NAA + IBA + IAA, ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις κυμάνθηκε στο 10-44,44% των εκφύτων. Συμπτώματα νέκρωσης ήταν εμφανή στο σύνολο των μεταχειρίσεων με εξαίρεση το συνδυασμό 0,5 mg/l IBA + 0,5 mg/l IAA. Το ποσοστό νέκρωσης

ήταν υψηλότερο (62,5%) παρουσία 1 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA στο υπόστρωμα καλλιέργειας, ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις καταγράφηκε νέκρωση στο 10-42,86% των εκφύτων (Πίνακας 3).

Πίνακας 1. Επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης 5 κυτοκινινών στον αριθμό των βλαστών/έκφυτο, στο μήκος των βλαστών (χιλ.) και στα ποσοστά (%) βλαστογένεσης και υάλωσης του είδους *Sideritis raeseri* Boiss. & Heldr.

Μεταχειρίσεις	Αριθμός βλαστών/έκφυτο	Μήκος βλαστών (χιλ.)	Ποσοστό βλαστογένεσης (%)	Ποσοστό υάλωσης (%)
Μάρτυρας	2,46 ± 0,31 a	17,37 ± 2,01 bcde	62,5 a	33,33 a
0,25 mg/l ZT	5,45 ± 0,45 efg	16,17 ± 0,88 abcde	100 f	63,64 cde
0,5 mg/l ZT	3,33 ± 0,31 abc	20,99 ± 3,15 e	100 f	41,67 ab
1 mg/l ZT	4,17 ± 0,49 bcdef	15,05 ± 1,24 abcde	91,67 e	50 bc
0,25 mg/l KN	2,67 ± 0,43 ab	17,64 ± 2,74 cde	76,67 bc	58,33 cd
0,5 mg/l KN	3,08 ± 0,38 abc	17,68 ± 1,96 cde	83,33 cd	33,33 a
1 mg/l KN	4,17 ± 0,49 bcdef	18,69 ± 2,59 de	100 f	33,33 a
0,25 mg/l 2-ip	3,67 ± 0,59 abcd	17,07 ± 2,48 abcde	100 f	66,67 de
0,5 mg/l 2-ip	4,00 ± 0,51 abcde	17,50 ± 2,14 cde	90,91 e	54,55 bcd
1 mg/l 2-ip	4,20 ± 0,50 bcdef	14,05 ± 1,24 abcd	90 de	90 g
0,25 mg/l TDZ	5,75 ± 0,77 fg	11,29 ± 1,06 ab	100 f	75 f
0,5 mg/l TDZ	5,00 ± 0,55 defg	12,01 ± 2,40 abc	100 f	75 f
1 mg/l TDZ	6,25 ± 0,60 g	11,10 ± 0,96 a	100 f	75 f
0,25 mg/l BA	3,60 ± 0,26 abcd	14,40 ± 0,37 abcd	80 bc	40 ab
0,5 mg/l BA	4,50 ± 0,36 cdef	13,63 ± 0,40 abcd	75 b	50 bc
1 mg/l BA	5,50 ± 0,60 efg	11,70 ± 0,92 abc	100 f	50 bc
P-values (2-way ANOVA)				
Είδος κυτοκινίνης (A)	0,000***	0,001**	0,000***	0,000***
Συγκέντρ. κυτοκινίνης (B)	0,000***	0,045*	0,000***	0,000***
(A) * (B)	0,004**	0,448 ns	0,000***	0,142 ns

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη ± S.E. (Standard Error) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$), nsp>0,05/*** $p \leq 0,001$.

Συζήτηση

Στο φυτικό είδος *Sideritis raeseri* Boiss & Heldr. λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη όλες τις επιμέρους παραμέτρους στο στάδιο του πολλαπλασιασμού συνιστάται η ενσωμάτωση κατά σειρά προτίμησης στο υπόστρωμα MS για αναγέννηση βλαστών (α) 1 mg/l KN, (β) 1 mg/l ZT, (γ) 0,5 mg/l BA και (δ) 1 mg/l BA. Σύμφωνα με τους Papafotiou και Kalantzis (2009), στο είδος *Sideritis athoa* κατά την 1η επανακαλλιέργεια *in vitro* παρατηρήθηκε μέγιστος αριθμός βλαστών (2,3-2,5) με τη προσθήκη 0,2-1 mg/l BA στο υπόστρωμα MS σε σύγκριση με τις κυτοκινίνες 2-ip (0,5-1 mg/l) και TDZ (0,05-0,2 mg/l). Οι ίδιοι ερευνητές βρήκαν ότι στο *είδος Sideritis athoa,* υψηλότερα ποσοστά βλαστογένεσης σημειώθηκαν με προσθήκη 0,05-0,2 mg/l

TDZ (83-93%) και 0,5-1 mg/l BA (87-90%) ενώ η ικανότητα των εκφύτων για παραγωγή πολλαπλών βλαστών ήταν μειωμένη και πιο χαμηλή υπό την επίδραση 0,2 mg/l BA (63%) και 0,5-1 mg/l 2-ip (43-55%) (Papafotiou και Kalantzis 2009). Στην παρούσα ερευνητική εργασία με το είδος *S. raeseri* Boiss. & Heldr., η συνδυασμένη επίδραση 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA προώθησε σημαντικά περισσότερο την *in vitro* ριζοβολία των εκφύτων συγκριτικά με την επαγωγή βλαστογένεσης, ενώ ο συνδυασμός 0,5 mg/l IBA + 0,5 mg/l IAA ενίσχυσε περισσότερο την αναγέννηση βλαστών και σε μικρότερο βαθμό τη ριζοβολία. Σύμφωνα με τους Σαμαράς κ.α. (2011), η αυξίνη NAA έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα ριζοβολίας *in vitro* για τον *Sideritis scardica* Griseb. στη συγκέντρωση των 5 μM (1 mg/l) και για τον *Sideritis sipylea* Boiss. στη συγκέντρωση των 8 μM (1,5 mg/l). Στο είδος *Sideritis athoa,* ο υψηλότερος αριθμός βλαστών/έκφυτο (4,8) παρατηρήθηκε παρουσία 2 mg/l IAA σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη, 8 g/l άγαρ ενώ καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με το μήκος των βλαστών (3,5 εκ) και το ποσοστό βλαστογένεσης (95%) σημειώθηκαν με 5 mg/l IAA (Papafotiou και Kalantzis, 2009).

Πίνακας 2 Επίδραση 3 αυξινών σε διάφορους συνδυασμούς και συγκεντρώσεις στον αριθμό των ριζών/έρριζο μικρομόσχευμα, στο μέσο μήκος ριζών (χιλ.) και στο ποσοστό (%) ριζοβολίας στο είδος *Sideritis raeseri* Boiss. & Heldr.

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός ριζών/ έρριζο μικρομόσχευμα	Μήκος ριζών (χιλ.)	Ποσοστό (%) ριζοβολίας
Μάρτυρας	3,33 ± 0,31 a	18,67 ± 0,48 e	33,33 c
0,5 NAA + 0,5 IBA	14,67 ± 0,96 d	10,09 ± 0,94 bc	75 h
0,5 NAA + 1 IBA	8,50 ± 0,82 c	7,98 ± 0,20 ab	50 e
1 NAA + 0,5 IBA	4,86 ± 0,91 ab	8,77 ± 0,81 abc	87,5 j
1 NAA + 1 IBA	7,60 ± 1,25 bc	15,38 ±1,07 d	55,56 f
0,5 NAA + 0,5 IAA	8,33 ± 0,99 c	10,12 ± 0,63 bc	42,86 d
0,5 NAA + 1 IAA	4,67 ± 0,17 ab	7,78 ± 0,07 a	30 b
1 NAA + 0,5 IAA	4,20 ± 0,72 a	8,16 ± 0,44 abc	83,33 i
1 NAA + 1 IAA	5,50 ± 0,74 abc	8,24 ± 0,89 abc	44,44 d
0,5 IBA + 0,5 IAA	5,40 ± 0,75 abc	10,35 ± 0,65 c	50 e
0,5 IBA + 1 IAA	3,67 ± 0,46 a	8,33 ± 0,43 abc	30 b
1 IBA + 0,5 IAA	12,50 ± 1,12 d	8,25 ± 0,48 abc	20 a
1 IBA + 1 IAA	4,83 ± 0,94 ab	8,64 ± 0,26 abc	60 g
NAA+IBA+IAA (0,25)	4,44 ± 0,91 ab	10,14 ± 1,11 bc	90 k
NAA+IBA+IAA (0,5)	13,11 ± 2,49 d	9,12 ± 0,69 abc	90 k
P-values (one-way ANOVA)	0,000***	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη ± S.E. (Standard Error) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$), nsp>0,05/*** $p \leq 0,001$.

Συμπεράσματα

Μεταξύ 5 διαφορετικών τύπων κυτοκινινών, που μελετήθηκαν σε 3 συγκεντρώσεις παρατηρήθηκε ότι η μεταχείριση των εκφύτων με 0,25 mg/l ZT, 0,25-1 mg/l TDZ ή 1 mg/l BA έδωσε τον μεγαλύτερο αριθμό παραγόμενων βλαστών/έκφυτο σε σύγκριση με τον μάρτυρα, ενώ δεν προκάλεσε σημαντική διαφοροποίηση στο μήκος των βλαστών. Τα καλύτερα αποτελέσματα ριζοβολίας έδωσαν οι εξής συνδυασμοί αυξινών: (α) 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l

IBA (β) 1 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA και (γ) 1 mg/l NAA + 0,5 mg/l IAA. Για το στάδιο του πολλαπλασιασμού συνιστώνται οι εξής μεταχειρίσεις : (α) 0,5 mg/l IBA + 0,5 mg/l IAA , (β) 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l IBA και (γ) 0,25-0,5 mg/l BA ή ZT, ή 1 mg/l KN.

Πίνακας 3 Επίδραση 3 αυξινών (NAA, IBA και IAA) σε διάφορους συνδυασμούς και συγκεντρώσεις στον αριθμό των βλαστών/έκφυτο, στο μέσο μήκος των βλαστών (χιλ.) & στα ποσοστά (%) βλαστογένεσης, υάλωσης & νέκρωσης στο είδος *Sideritis raeseri* Boiss. & Heldr.

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός βλαστών/ έκφυτο	Μήκος βλαστών (χιλ.)	Ποσοστό βλαστογένεσης (%)	Ποσοστό υάλωσης (%)	Ποσοστό νέκρωσης (%)
Μάρτυρας	3,33 ± 1,09 a	19,95 ± 1,76 abc	33,33 a	44,44 l	33,33 g
0,5 NAA + 0,5 IBA	4,25 ± 0,72 ab	23,46 ± 0,72 bc	75 e	0 a	25 e
0,5 NAA + 1 IBA	3,50 ± 0,43 ab	25,67 ± 1,37 c	75 e	25 g	25 e
1 NAA + 0,5 IBA	2,63 ± 0,73 a	24,44 ± 1,98 bc	37,5 b	12,5 c	62,5 i
1 NAA + 1 IBA	5,44 ± 1,01 ab	23,85 ± 2,43 bc	88,89 g	33,33 j	22,22 d
0,5 NAA + 0,5 IAA	4,57 ± 1,20 ab	21,16 ± 1,47 abc	71,43 d	14,29 d	42,86 h
0,5 NAA + 1 IAA	3,00 ± 0,86 a	22,85 ± 2,65 bc	50 c	30 i	30 f
1 NAA + 0,5 IAA	4,83 ± 1,23 ab	21,24 ± 2,12 abc	50 c	16,67 e	16,67 c
1 NAA + 1 IAA	4,67 ± 2,09 ab	24,52 ± 2,10 bc	33,33 a	22,22 g	33,33 g
0,5 IBA + 0,5 IAA	9,30 ± 0,92 c	14,99 ± 0,87 a	100 h	20 f	0 a
0,5 IBA + 1 IAA	5,20 ± 1,14 ab	19,48 ± 2,25 abc	70 d	10 b	30 f
1 IBA + 0,5 IAA	4,60 ± 1,11 ab	23,49 ± 2,71 bc	70 d	40 k	30 f
1 IBA + 1 IAA	7,00 ± 1,16 bc	17,95 ± 1,08 ab	100 h	60 m	10 b
NAA + IBA + IAA (0,25)	6,10 ± 0,90 ab	19,61 ± 1,48 abc	90 g	60 m	10 b
NAA + IBA + IAA (0,5)	4,00 ± 0,68 ab	21,28 ± 5,03 abc	80 f	70 n	10 b
P-values (one-way ANOVA)	0,004**	0,075 ns	0,000***	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$). ns $p>0,05$ / ** $p\leq0,01$ / *** $p\leq0,001$

Ευχαριστίες: *Το έργο εντάχθηκε στη Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, (ΕΠΑΝΑΔ, ΕΣΠΑ 2007-2013). Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), και συντονίστηκε από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων με υπεύθυνη του προγράμματος την Δρ. Μαλούπα Ελένη.*

Βιβλιογραφία

Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.

Papafotiou, M., and A. Kalantzis. 2009. Seed germination and *in vitro* propagation of *Sideritis athoa*. ISHS Acta Horticulturae 813: VI Int Symp. on New Floricultural Crops. Funchal, Madeira (Portugal): 471-476.

Γκόλιαρης, Α. 1999. Καλλιέργεια, Αυτοφυή Είδη και Βελτίωση στο Ελληνικό Τσάι του Βουνού (*Sideritis* L.). *Το Τσάι του Βουνού*. Ελληνική Εταιρεία Εθνοφαρμακολογίας.

Σαμαράς, Γ., Ταντσή, Α., Παπαναστάση, Κ., Γρηγοριάδου, Κ., και Ε. Μαλούπα. 2011. Πολλαπλασιασμός *in vitro* των αυτοφυών αρωματικών φαρμακευτικών φυτών *Sideritis scardica* Griseb. & *Sideritis sipylea* Boiss. Ελληνική Εταιρεία Επιστήμης Οπωροκηπευτικών (ΕΕΕΟ), Λεμεσός, Κύπρος, 1-4 Νοεμβρίου 2011.

EFFECT OF 5 DIFFERENT CYTOKININ TYPES ON SHOOT PROLIFERATION AND 3 DIFFERENT AYXINS ON ROOTING OF THE ENDEMIC *Sideritis raeseri* Boiss & Heldr. (MOUNTAIN TEA OF VELOUCHI OR PARNASSOUS) SHOOT TIPS CULTURED *IN VITRO*

V. Sarropoulou, and E. Maloupa

Hellenic Agricultural Organization - DEMETER, Institute of Breeding and Plant Genetic Resources, Laboratory for the Protection and Evaluation of Native and Floriculture Species, P.O. 570 01 Thermi, Thessaloniki

Abstract

The aim of this research was to create a protocol of vegetative reproduction by *in vitro* cultivation of shoot-tip explants of *Sideritis raeseri* Boiss & Heldr. (Mountain Tea of Velouhi or Parnassus). The following disinfection protocol was established: immersion in fungicide solution (30 min) + 70% alcohol (30 sec) + 2% NaOCl (15 min) with 96.72% pathogen-free explants, 69.77% shoot multiplication percentage, 2.7 shoots/explant, and 19.04 mm shoot length after 4 weeks of culture in MS medium supplemented with 30 g/l sucrose, 0.5 mg/l 6-benzyladenine (BA) and 8 g/l agar. In the second stage of shoot proliferation, the individual effect of 5 different cytokinins, zeatin (ZT), kinetin (KN), 2-isopentenyl-adenine (2-ip), thidiazuron (TDZ) and BA applied at 4 concentrations (0, 0.25, 0.5, 1 mg/l) was studied. The culture medium used was the MS supplemented with 30g/l sucrose and 3 g/l Phytagel. After 5 weeks of culture, 0.25 mg/l ZT, 0.25-1 mg/l TDZ, or 1 mg/l BA exhibited the higher numbers of shoots/explant (5-6.25) compared to control (cytokinins-free, 2.46 shoots/explant). Shoot length was not altered significantly due to cytokinins addition except for 1 mg/l TDZ causing a 0.63cm reduction. Shoot multiplication 100% was recorded under the effect of 0.25 mg/l 2-ip, 0.25-0,5 mg/l ZT, 0.25-1 mg/l TDZ, 1 mg/l KN or BA. In the third stage of rooting, the effect of 3 different auxins (IBA, NAA, IAA) applied at various concentrations and combinations (0.25, 0.5, 1 mg/l) on MS medium supplemented with 30 g/l sucrose and 3 g/l Gelrite was studied. After 8 weeks of culture, the 3 treatments that gave the best rooting results in ascending order of preference are: (a) 0.5 mg/l NAA+0.5 mg/l IBA (14.67 roots, 1.01 cm long and 75% rooting) (b) 1 mg/l NAA+0.5 mg/l IBA (4.86 roots, 0.88 cm long and 87.5% rooting) and (c) 1 mg/l NAA+0.5 mg/l IAA (4.2 roots, 0.82 cm long and 83.33% rooting). For shoot proliferation stage, the following 3 treatments in ascending order of preference are recommended: (a) 0.5 mg/l IBA+0.5 mg/l IAA (9.3 shoots/explant, 1.5 cm long, 100% shoot multiplication, 20% vitrification, 0% necrosis), (b) 0.5 mg/l NAA+0.5 mg/l IBA (4.25 shoots/explant, 2.35 cm long, 75% multiplication percentage, 0% vitrification, 25% necrosis)

and (c) 0.25-0.5 mg/l BA or ZT, or 1 mg/l KN. The *ex vitro* survival percentage of *S. raeseri* Boiss & Heldr. rooted microcuttings in unheated greenhouse conditions was 94%.

IN VITRO ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis perfoliata* L. subsp. *perfoliata* (ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ-ΣΙΔΗΡΙΤΗΣ Η ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΥΠΟΕΙΔΟΣ Η ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ)

Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα

Ελληνικός Αγροτικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Εργαστήριο για την Προστασία και Αξιοποίηση Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών, Βαλκανικός Βοτανικός Κήπος Κρουσσίων, Τ.Θ. 60458, Τ.Κ. 570 01 Θέρμη, E-mails: vsarrop@gmail.com & maloupa@bbgk.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η δημιουργία πλήρους καλλιεργητικού πρωτοκόλλου αγενούς αναπαραγωγής με ιστοκαλλιέργεια του ενδημικού είδους *Sideritis perfoliata* L. subsp. *perfoliata* (Τσάι του Βουνού-Σιδηρίτης η διάτρητος υποείδος η διάτρητος). Κατά το στάδιο της αρχικής εγκατάστασης του φυτικού υλικού *in vitro* από μητρικά φυτά διατηρούμενα σε *ex vitro* συνθήκες θερμοκηπίου προέκυψε το εξής πρωτόκολλο απολύμανσης: εμβάπτιση σε διάλυμα μυκητοκτόνου (30 λεπτά)+70% αλκοόλη (2 λεπτά)+3% NaOCl (20 λεπτά) με 86,84% ποσοστό καθαρών εκφύτων μετά από 5 εβδομάδες καλλιέργειας σε MS υπόστρωμα καλλιέργειας εμπλουτισμένο με 30 g/lσακχαρόζη + 0,25 mg/l BA + 0,01 mg/l IBA + 0,01 mg/l NAA + 0,025 mg/l GA_3+ 3 g/l Phytagel. Στο 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού των εκφύτων, μελετήθηκε η επίδραση της BA σε 4 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 1 mg/l). Μετά από 5 εβδομάδες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS που περιείχε 30 g/lσακχαρόζη και 3 g/l Phytagel βρέθηκε ότι η BA προώθησε τον πολλαπλασιασμό επιφέροντας σημαντική αύξηση στον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο (3,78-4,22) και στο ποσοστό βλαστογένεσης (88,89-100%) συγκριτικά με τον μάρτυρα (απουσία BA). Εντούτοις, η BA (0,25-1 mg/l) δεν μετέβαλε σημαντικά το μήκος των βλαστών, το οποίο κυμάνθηκε στα επίπεδα του μάρτυρα. Επιπρόσθετα, ενώ στη περίπτωση του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα υπερυδάτωσης, η BA προκάλεσε υάλωση στο 11,11-55,56% των εκφύτων. Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας, μελετήθηκε η επίδραση 3 διαφορετικών τύπων αυξινών, IBA, NAA και IAA σε 4 συγκεντρώσεις (0.5, 1, 2, 4 mg/l). Μετά από 8 εβδομάδες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS που περιείχε 30 g/l σακχαρόζη και 8 g/l άγαρ βρέθηκε ότι 1 mg/l NAA έδωσε τον μεγαλύτερο αριθμό ριζών/ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα και το υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας (87,5%). Ωστόσο, το μήκος των ριζών ήταν μεγαλύτερο υπό την επίδραση 0,5 mg/l IAA. Στην περίπτωση του μάρτυρα (απουσία αυξινών) δεν υπήρξε ριζογένεση. Οι αυξίνες παράλληλα με τη ριζοβολία οδήγησαν και σε επαγωγή πολλαπλών βλαστών. Πιο συγκεκριμένα, 0,5 mg/l IBA έδωσαν το υψηλότερο ποσοστό βλαστογένεσης (87,5%), 0,5-1 mg/lNAA το μεγαλύτερο αριθμό βλαστών/έκφυτο και 4 mg/l NAA το μέγιστο μήκος βλαστών. Λαμβάνοντας ταυτοχρόνως υπόψη το χαμηλότερο ποσοστό υάλωσης (11,11%) και τα επιμέρους χαρακτηριστικά πολλαπλασιασμού (3,78 βλαστοί/έκφυτο μήκους 12,6 χιλ. και 88,89% βλαστογένεση), συνιστάται μεταχείριση των εκφύτων με 0,5 mg/l BAγια το στάδιο του πολλαπλασιασμού. Για το στάδιο της ριζοβολίας κυρίως και σε μικρότερο βαθμό για ταυτόχρονη προώθηση της βλαστογένεσης του είδους *S.perfoliata* L. subsp. *perfoliata*, η αυξίνη NAA σε συγκέντρωση 1 mg/l δίνει καλύτερα αποτελέσματα, χωρίς την εμφάνιση συμπτωμάτων υάλωσης ή νέκρωσης. Το 4ο και τελικό

στάδιο εγκλιματισμού και σκληραγώγησης των έρριζων *in vitro* μοσχευμάτων σε *ex vitro* συνθήκες θερμοκηπίου έδωσε υψηλό ποσοστό επιτυχούς επιβίωσης έως 85%.

Λέξεις κλειδιά: Αυξίνες, 6-βενζυλαδενίνη, βλαστογένεση, κυτοκινίνες, μικροπολλαπλασιασμός, ριζοβολία, υπερενυδάτωση.

Εισαγωγή

Στην Ελλάδα απαντούν 10 taxa (είδη και υποείδη) του γένους *Sideritis* που ανήκουν στην οικογένεια Labiatae και χρησιμοποιούνται ως «τσάι του βουνού». Αυτοφύονται από χαμηλά έως μεγάλα υψόμετρα σε ορεινές περιοχές από τα βόρεια σύνορα της χώρας έως την Κρήτη. Το είδος *S. Perfoliata* L. υποείδος *perfoliata* απαντάται στη νότια Πίνδο. Ενδιαφέρον εύρημα αποτελεί η μελέτη κυτταροτοξικότητας του αιθερίου ελαίου του *S. perfoliata* έναντι καρκινικών σειρών κυττάρων, η οποία κατέδειξε ενδιαφέρουσα δράση παρεμπόδισης της ανάπτυξης ανθρωπίνων καρκινικών κυττάρων (Loizzo *et al.*, 2007). Το είδος *S.perfoliata* L. subsp. *perfoliata* φέρει στελέχη 20-40 cm, συνήθως μη διακλαδισμένα, πυκνώς τριχωτά, με αδενώδη τριχώματα. Τα φύλλα της βάσης είναι έμμισχα, ελλειπτικά έως επιμήκη, εριώδη έως σχεδόν άτριχα, με αδενώδη τριχώματα και έλασμα 30-50 x 10-18 mm. Τα φύλλα των βλαστών έχουν διαστάσεις 40-60 x 15-20 mm, φέρουν αραιές οδοντώσεις πάνω από το μέσον τους, είναι πρασινωπά με αραιό τρίχωμα έως σχεδόν άτριχα και αραιώς αδενώδη. Οι ταξιανθίες είναι συνήθως πυκνές με σπονδυλώματα που υπενθυμίζουν στάχυ, σπανίως σπονδυλώματα διακριτά μεταξύ τους. Τα βράκτια είναι σχεδόν άτριχα, αραιώς αδενώδη και πρασινωπά. Ο κάλυκας έχει μέγεθος 9-11 mm και είναι εριώδης με αδενικά τριχώματα και οδόντες περίπου 4mm. Η στεφάνη μεγέθους 11-13 mm είναι ανοιχτή κίτρινη και το ανώτερο χείλος φέρει δύο καστανές ραβδώσεις (Strid καιTan, 1991). Προτιμάται ο αγενής τρόπος πολλαπλασιασμού, ώστε να αποφευχθεί η ανομοιομορφία του φυτικού υλικού στην ανάπτυξη κατά την άνθιση και στον αριθμό των παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η δημιουργία πλήρους καλλιεργητικού πρωτοκόλλου αγενούς αναπαραγωγής με *in vitro* καλλιέργεια βλαστικών κορυφών του είδους *S. perfoliata* L. subsp.*perfoliata*.

Υλικά και Μέθοδοι

Στην έναρξη της πειραματικής διαδικασίας εφαρμόστηκε το εξής πρωτόκολλο απολύμανσης των εκφύτων: εμβάπτιση σε διάλυμα μυκητοκτόνου Switch 25/37.5 WG-syngenta (30 λεπτά)+70% αλκοόλη (2 λεπτά)+3% NaOCl (20 λεπτά) και ακολούθησε καλλιέργεια για 5 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS (Murashige και Skoog, 1962) εμπλουτισμένο με 0,25 mg/l BA, 0,01 mg/l IBA, 0,01 mg/l NAA, 0,025 mg/l GA_3, 30 g/l σακχαρόζη και 8 g/l άγαρ. Στο 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού μελετήθηκε η επίδραση της BA σε 4 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 1 mg/l) στην επαγωγή βλαστογένεσης. Τα έκφυτα καλλιεργήθηκαν για 5 εβδομάδες σε θρεπτικό υπόστρωμα MS, το οποίο εμπλουτίστηκε επίσης με 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Phytagel. Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας (8 εβδομάδες) μελετήθηκε η μεμονωμένη επίδραση 3 αυξινών (IBA, NAA, IAA), έκαστη εφαρμοζόμενη σε 5 συγκεντρώσεις (0, 0.5, 1, 2, 4 mg/l). Το θρεπτικό υπόστρωμα καλλιέργειας που χρησιμοποιήθηκε ήταν το MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη, και 8 g/l άγαρ. Τα έκφυτα μετά τον εμβολιασμό διατηρούνται σε θάλαμο ανάπτυξης με θερμοκρασία 22±2ºC, φωτοπερίοδο 16 ωρών, σύστημα εξαερισμού, λάμπες φθορισμού λευκού ψυχρού φωτισμού έντασης 40 μmol/m²/s. Το πείραμα

περιλάμβανε 10 επαναλήψεις (έκφυτα)/μεταχείριση. Μετά την πάροδο 5 εβδομάδων καλλιέργειας των εκφύτων σε διάφορες συγκεντρώσεις ΒΑ (2ο στάδιο πολλαπλασιασμού) καταγράφηκε ο αριθμός των βλαστών ανά έκφυτο, το μήκος των βλαστών (χιλ.) και τα ποσοστά βλαστογένεσης και υάλωσης. Μετά την πάροδο 8 εβδομάδων καλλιέργειας των εκφύτων σε υποστρώματα με αυξίνες (3ο στάδιο ριζοβολίας) ελήφθησαν μετρήσεις ως προς τον αριθμό των ριζών ανά έρριζο μικρομόσχευμα, το μήκος των ριζών (χιλ.) και το ποσοστό ριζοβολίας.

Η σκληραγώγηση και ο εγκλιματισμός των έρριζων μικρομοσχευμάτων σε *ex vitro* συνθήκες θερμοκηπίου πραγματοποιήθηκε εντός 8 εβδομάδων, την 1η εβδομάδα στην υδρονέφωση τοποθετημένα σε θήκες (τελάρα) πολλαπλών θέσεων και τις υπόλοιπες 7 εβδομάδες σε επιτραπέζιο πάγκο θερμοκηπίου με άρδευση υπό μορφή καταιονισμού. Το εδαφικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε κατά τις πρώτες 4 εβδομάδες ήταν τύρφη Terrahum:περλίτης σε αναλογία 1:1, ενώ τις υπόλοιπες 4 εβδομάδες έγινε μεταφύτευση των φυταρίων σε μεγαλύτερου όγκου φυτοδοχεία 0,33 Lt σε εδαφικό υπόστρωμα τύρφη TS2:περλίτης σε αναλογία 1:1.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το πλήρως τυχαιοποιημένο. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ANOVA, και το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0, για επίπεδο σημαντικότητας 5%, και για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Duncan.

Αποτελέσματα

Αναφορικά με το 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού, 0,25 ή 1 mg/l ΒΑ έδωσαν το μεγαλύτερο αριθμό βλαστών/έκφυτο (4,20-4,22) και 100% ποσοστό βλαστογένεσης. Αντίθετα, ο αριθμός των βλαστών/έκφυτο (1,89) και το ποσοστό βλαστογένεσης (66,67%) ήταν μικρότερα στην περίπτωση του μάρτυρα. Η ΒΑ δεν επέφερε σημαντικές μεταβολές στο μήκος των βλαστών (12,6-14,44 χιλ.). Η ΒΑ προκάλεσε συμπτώματα υπερενυδάτωσης στα έκφυτα.Το ποσοστό υάλωσης ήταν χαμηλότερο (11,11%) με 0,5 mg/l ΒΑ και υψηλότερο (55,56%) με 1 mg/lΒΑ (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Επίδραση της συγκέντρωσης της κυτοκινίνης ΒΑ στον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο, στο μήκος των βλαστών (χιλ.) και στα ποσοστά (%) βλαστογένεσης, καλλογένεσης και υάλωσης στο φυτικό είδος *Sideritis perfoliata* L.subsp.*perfoliata.*

ΒΑ (mg/l)	Αριθμός βλαστών/ έκφυτο	Μήκος βλαστών (χιλ.)	Ποσοστό (%) βλαστογένεσης	Ποσοστό (%) υάλωσης
0	1,89 ± 0,23 a	14,44 ± 1,32 a	66,67 a	0 a
0,25	4,20 ± 0,59 b	12,87 ± 1,02 a	100 b	50 c
0,5	3,78 ± 0,49 b	12,60 ± 1,54 a	88,89 b	11,11 b
1	4,22 ± 0,61 b	14,22 ± 1,22 a	100 b	55,56 c
P-values	0,006**	0,525 ns	0,001**	0,000***

Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα ± τυπικό σφάλμα (S.E.) σε κάθε στήλη διαφέρουν στατιστικώς μεταξύ τους σε επίπεδο $p \leq 0.05$

Αναφορικά με τη ριζοβολία, ο αριθμός ριζών ήταν μεγαλύτερος (22,29) και το ποσοστό ριζοβολίας υψηλότερο (87,5%) υπό την επίδραση 1 mg/lΝΑΑ. Σχετικά με το μήκος των ριζών, 0,5 mg/l ΙΑΑ έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα (30,37χιλ.). Η ικανότητα ριζοβολίας των

εκφύτων ήταν μεγαλύτερη παρουσία NAA (50-87,5%), ενδιάμεση (25-62,5%) με IAA και χαμηλή (12,5-25%) με IBA (Πίνακας 2). Το ποσοστό *ex vitro* επιβίωσης των έρριζων *in vitro* μοσχευμάτων ήταν 85%.

Συζήτηση

Ο αγενής πολλαπλασιασμός του γένους *Sideritis* παρουσιάζει προβλήματα. Ο μικροπολλαπλασιασμός μπορεί να αποτελέσει λύση μαζικής αναπαραγωγής. Ωστόσο προβλήματα εμφανίζονται στη φάση της ριζοβολίας και κάθε είδος παρουσιάζει διαφορετική αντίδραση (Papafotiou & Kalantzis 2009, Fariακ.α 1998, Sánchez-Gras&Segura 1998).

Στη συγκεκριμένη εργασία βρέθηκε ότι στο είδος *S.perfoliata* L. subsp. *perfoliata* (μετά από 5 εβδομάδες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Phytagel) η μεταχείριση με 0,5 mg/lBA έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τον αριθμό βλαστών και το ποσοστό βλαστογένεσης. Σύμφωνα με τους Papafotiou και Kalantzis (2009) στο είδος *Sideritis athoa*, 0,2 mg/lBA έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα αναφορικά με το ποσοστό βλαστογένεσης (97%), τον αριθμό των βλαστών (3,6) και το μήκος των βλαστών (0,6 εκ.) χρησιμοποιώντας ως έκφυτα κόμβο μικροβλαστών μετά από 25 ημέρες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη, 8 g/lάγαρ. Σύμφωνα με τους Nianiou-Obeidat & Iconomou-Petrovich (1998), για το είδος *Sideritis clandestine* στο στάδιο πολλαπλασιασμού των βλαστών χρησιμοποιήθηκε ο εξής συνδυασμός ορμονών: 0,7 mg/l BA+0.01 mg/l NAA+ 0,1 mg/l GA_3 ενώ στο στάδιο της επιμήκυνσης των παραγόμενων πολλαπλών βλαστών ο συνδυασμός: 0,5 mg/l BA+0.01 mg/l NAA+ 0,1 mg/l GA_3 ή MS (χωρίς ορμόνες). Ωστόσο, στη συγκεκριμένη μελέτη με το είδος *S. perfoliata* L. subsp.*perfoliata,* η BA επέφερε συμπτώματα υπερενυδάτωσης στους φυτικούς ιστούς με το ποσοστό των υαλωμένων εκφύτων να είναι χαμηλότερο (11,11%) παρουσία 0,5 mg/lBA στο υπόστρωμα καλλιέργειας. Οι Papafotiou και Kalantzis (2009) αντιμετώπισαν το πρόβλημα της υάλωσης σε *in vitro* καλλιέργειες του είδους *Sideritis athoa* με αύξηση της συγκέντρωσης της σακχαρόζης από 20 g/l σε 30 g/l, ή με αύξηση της συγκέντρωσης του άγαρ από 8 g/l σε 12 ή 20 g/l, ή με μείωση της συγκέντρωσης της BA από 0,2-1 mg/l σε 0,1 mg/l με εξίσου καλά αποτελέσματα όσον αφορά τα επιμέρους μακροσκοπικά χαρακτηριστικά της βλαστογένεσης στο στάδιο του πολλαπλασιασμού.

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας στο είδος *S. perfoliata* L. subsp.*perfoliata* βρέθηκε ότι το NAA είναι ο ιδανικότερος τύπος αυξίνης και 1 mg/l η άριστη συγκέντρωση αυτής για την *in vitro* επαγωγή ριζογένεσης (αριθμός ριζών και ποσοστό ριζοβολίας) ενώ η αυξίνη IAA σε συγκέντρωση 0,5 mg/l προώθησε σημαντικά περισσότερο την επιμήκυνση των σχηματιζόμενων ριζών. Σύμφωνα με τους Papafotiou και Kalantzis (2009), στο είδος *Sideritis athoa,* 2 mg/l IAA έδωσαν το υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας (69%) των μικροβλαστών μετά από 60 ημέρες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη και 8 g/l άγαρ.

Πίνακας 2. Επίδραση της μεμονωμένης εφαρμογής των αυξινών IBA, NAA και IAA στην *in vitro* ριζοβολία και συγκεκριμένα στον αριθμό των ριζών ανά ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα, στο μήκος των ριζών (χιλ.) και στο ποσοστό ριζοβολίας (%)στο φυτικό είδος *Sideritis perfoliata* L.subsp.*perfoliata.*

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός ριζών/ ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα	Μήκος ριζών (χιλ.)	Ποσοστό ριζοβολίας (%)
Μάρτυρας	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0a
0,5 IBA	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0 a
1 IBA	21,00 ± 0,00gh	14,76 ± 0,00bc	12,5 b
2 IBA	14,00 ± 2,46ef	12,78 ± 0,42 b	25 c
4 IBA	17,67 ± 0,29fg	21,27 ± 1,62def	37,5 d
0,5 NAA	20,83 ± 3,63gh	21,08 ± 1,65def	75 f
1 NAA	22,29 ± 3,02 h	24,19 ± 2,87ef	87,5 g
2 NAA	19,25 ± 2,39 g	20,06 ± 1,85 de	50 e
4 NAA	16,20 ± 3,02ef	15,94 ± 2,58bcd	62,5 f
0,5 IAA	4,60 ± 1,01bc	30,37 ± 3,62 g	62,5 f
1 IAA	7,20 ± 1,64 cd	25,61 ± 2,99fg	62,5 f
2 IAA	3,00 ± 0,33 b	21,67 ± 1,09ef	37,5 d
4 IAA	11,50 ± 1,23 de	19,09 ± 0,02cde	25 c
P-values (2-way ANOVA)			
Είδος αυξίνης (A)	0,000***	0,000***	0,000***
Συγκ.αυξίνης (B)	0,000***	0,000***	0,000***
(A) * (B)	0,000***	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα ± τυπικό σφάλμα (S.E.) σε κάθε στήλη διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p \leq 0.001$

Συμπεράσματα

Ο μικροπολλαπλασιασμός μπορεί να αποτελέσει την πιο κατάλληλη μέθοδο αγενούς αναπαραγωγής του γένους *Sideritis*. Στα πλαίσια της *in vitro* αναπαραγωγής του είδους *S. perfoliata* L. subsp.*perfoliata* βρέθηκε ότι το NAA είναι ο ιδανικότερος τύπος αυξίνης και 1 mg/l η άριστη συγκέντρωση αυτής για την *in vitro* ριζογένεση, ενώ η αυξίνη IAA σε συγκέντρωση 0,5 mg/l προώθησε σημαντικά την επιμήκυνση των σχηματιζόμενων ριζών.

Ευχαριστίες: *Το έργο εντάχθηκε στη Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ,(ΕΠΑΝΑΔ, ΕΣΠΑ 2007-2013). Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), το οποίο συντονίστηκε από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων. Υπεύθυνη Παρακολούθησης: Δρ. Μαλούπα Ελένη.*

Βιβλιογραφία

Faria, J.L.C., Kostenyuk, I., and J. Segura.1998. Isolation, culture and plant regeneration from protoplasts of *Sideritisangustifolia*. J. Plant Physiol. 153:251-254.

Murashige, T., and F.Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.

Nianiou-Obeidat, I., and G.N. Iconomou-Petrovich. 1998. Commercial Micropropagation of *Sideritisclandestina* (Mt. Taygetos), *Origanumvulgare* subsp. *hirtum* (Mt. Olympos), *Melissa*

officinalis (Mt. Pindos), and *Menthalongifolia* (Mt. Pindos).In: Tsekos I and MMoustakas (eds), Progress in botanical research. Proc1st Balkan Botanical Congress. Thessaloniki, Greece: 537-540.

Papafotiou, M., and A. Kalantzis. 2009. Seed germination and *in vitro* propagation of *Sideritisathoa*. ISHSActaHorticulturae 813: VI IntSymp.on New Floricultural Crops.Funchal, Madeira (Portugal): 471-476.

Sánchez-Gras, C.M., and J. Segura. 1998. Morphogenesis *in vitro* of *Sideritisangustifolia*: effects of auxins, benzyladenine and spermidine. Plant Sci. 57:151-158.

Strid, A., and K. Tan. 1991. Mountain flora of Greece.Vol. 2.Edinburgh University Press, Edinburgh: 84-91.

IN VITRO PROPAGATION OF *Sideritis perfoliata*L. subsp. *Perfoliata* (HELLENIC MOUNTAIN TEA – SIDERITIS THE PERFORATED SUBSP. THE PERFORATED)

V. Sarropoulou, and E. Maloupa

Hellenic Agricultural Organization - DEMETER, Institute of Breeding and Plant Genetic Resources, Laboratory for the Protection and Evaluationof Native and Floriculture Species, P.O. 570 01 Thermi, Thessaloniki

Abstract

The aim of conducting this research study was to establish an effective and complete culture protocol with tissue culture as asexual method of reproduction of the endemic plant species *Sideritisperfoliata* L. subsp. *perfoliata* (Hellenic Mountain Tea-Sideritis the perforated subsp. the perforated). Referring to the first stage of the initial installation of plant material *in vitro* from mother plants maintained under *ex vitro* greenhouse conditions, the following disinfection protocolof explants was determined: immersion in fungicide solution (30 minutes) + 70% alcohol (2 min) + 3% NaOCl (20 minutes) which gave 86.84% pathogen-free explants after 5 weeks of culture in MS culture medium supplemented with 30 g/l sucrose + 0.25 mg/l BA + 0.01 mg/l IBA + 0.01 mg/l NAA + 0.025 mg/l GA_3 (pH = 5.8) + 3 g/l Phytagel as gelling agent. In the second stage of proliferation, the exogenous effect of BA applied at 4 concentrations (0, 0.25, 0.5, 1 mg/l) was studied. The basal nutrient culture medium used was the MS supplemented with 30 g/l sucrose (pH=5.8) and 3 g/l Phytagel. After 5 weeks of culture, BA promoted shoot proliferation of explants leading to a significant increase in the number of shoots per explant (3.78-4.22) and shoot multiplication percentage (88.89-100%) compared to control/BA-free (1.89 shoots/explant and 66.67% shoot multiplication percentage). However, BA (0.25-1 mg/l) did not alter the length of shoots (12.6 to 14.22 mm)significantly, which was similar to control levels (14.44 mm). Additionally, BA caused hyperhydricity symptoms to the 11.11-55.56% of explants, while no vitrification was observed in the BA-untreated explants. In the third stage of rooting, the effect of 3 different types of auxins, IBA, NAA and IAA, eachapplied at 5 concentrations (0, 0.5, 1, 2, 4 mg/l) was tested. After 8 weeks of culture in MS medium containing 30 g/l sucrose (pH=5.8) and 8 g/l agar, 1 mg/l NAA gave the highest number of roots/rootedmicrocutting (22.29) and rooting percentage (87.5%). However, root length was greater (30.37 mm) under the effect of 0.5 mg/l

IAA. In the case of the control (auxins-free) no root formation was observed. All 3 auxins when applied to culture medium ledtoroot formation and multiple shoot production, simultaneously. In specific, 0.5 mg/l IBA gave the highest shoot multiplication percentage (87.5%), 0.5-1 mg/l NAA the maximum shootnumber/explant (3.63-3.88) and 4 mg/l NAA the greatest shoot length (24.38 mm). Taking concurrently into consideration the lowest vitrification percentage (11.11%) and the best shoot proliferation results (3.78 shoots/explant, 12.6 mm shoot length and 88.89% shoot multiplication percentage), 0.5 mg/l BA is recommended for shoot multiplication stage of *S. perfoliata* L. subsp. *perfoliata* shoot-tip explants. For the stage of rooting mainly and to a lesser extent for promoting multiple shoot induction, the auxin NAA at 1 mg/l gave the best results without the appearanceof vitrified or necrotic explants. The fourth and final stage of acclimatization and hardening of*in vitro*rooted cuttings to*ex vitro* greenhouse conditions gave a high successful survival percentage, being 85%.

IN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΝΔΗΜΙΚΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis scardica* Griseb. (ΤΣΑΙ ΒΟΥΝΟΥ ΤΟΥ ΟΛΥΜΠΟΥ)

Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα

Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Εργαστήριο Προστασίας και Αξιοποίησης Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών, Τ.Θ. 60458, Τ.Κ. 570 01 Θέρμη, Θεσσαλονίκη
E-mails: vsarrop@gmail.com & maloupa@bbgk.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της κυτοκινίνης «6-βενζυλαδενίνη» (BA) εφαρμοζόμενη εξωγενώς είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με την αλειφατική αλκοόλη "1-τριακοντανόλη" (TRIA) στην αγενή μέθοδο αναπαραγωγής με ιστοκαλλιέργεια του είδους *Sideritis scardica* Griseb. (Τσάι Ολύμπου). Το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Phytagel. Στα πλαίσια της έρευνας διεξήχθησαν 2 επιμέρους πειράματα. Στο 1ο πείραμα, μελετήθηκε η επίδραση της BA σε 5 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/l) στην επαγωγή πολλαπλών μικροβλαστών. Μετά από 4,5 εβδομάδες καλλιέργειας, η ενσωμάτωση 0,5 ή 1 mg/l BA στο υπόστρωμα κατέληξε σε αύξηση του ποσοστού βλαστογένεσης από το 70% του μάρτυρα (απουσία BA) σε 100%. Η μεταχείριση των εκφύτων με 0,5 ή 1 mg/l BA είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των παραγόμενων βλαστών/έκφυτο από 3,5 (μάρτυρας) σε 6,3-6,6, αντίστοιχα. Ωστόσο, η BA, ανεξαρτήτως συγκέντρωσης δεν διαφοροποίησε σημαντικά την επιμήκυνση των παραγόμενων βλαστών σε σχέση με τον μάρτυρα. Το χαμηλότερο ποσοστό εκφύτων με συμπτώματα υπερυδάτωσης (20%) σημειώθηκε υπό την επίδραση 0,25 mg/l BA, όπου το ποσοστό υάλωσης μειώθηκε σημαντικά συγκριτικά με τον μάρτυρα (50%). Στο 2ο πείραμα, μελετήθηκε η συνδυασμένη επίδραση της TRIA σε 5 συγκεντρώσεις (0, 1, 2.5, 5, 10 μg/l) με 0,5 mg/l BA στη βλαστογένεση. Μετά από 5 εβδομάδες καλλιέργειας, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές σε σχέση με τον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο (3,7-4,6), το μήκος των βλαστών (14,37-18,13 χιλ.) και το ποσοστό βλαστογένεσης (90-100%) σε σύγκριση με το μάρτυρα (απουσία TRIA). Αντίθετα, η TRIA (1-10 μg) επέτεινε το πρόβλημα της υάλωσης των εκφύτων, αυξάνοντας το αντίστοιχο ποσοστό από 25% (μάρτυρας) σε 30-60%. Συνεπώς, η TRIA δεν ενδείκνυται για ενίσχυση της βλαστογένεσης. Αντίθετα, συνιστάται η χρήση 0,5 mg/l BA ως παράγοντα προώθησης βλαστικού πολλαπλασιασμού του είδους *S. scardica* Griseb.

Λέξεις κλειδιά: 6-βενζυλαδενίνη, TRIA, βλαστογένεση, υπερυδάτωση.

Εισαγωγή

Η BA όπως και οι υπόλοιπες κυτοκινίνες αίρουν την κυριαρχία του κορυφαίου μεριστώματος και έτσι επιτυγχάνεται απελευθέρωση των πλάγιων οφθαλμών από την κυριαρχία της κορυφής. Επίσης, αναστέλλουν την πολική κίνηση της αυξίνης από την κορυφή προς τη βάση του φυτού με συνέπεια την έκπτυξη πολυάριθμων λεπτών βλαστιδίων μικρότερου μήκους στη βάση του εκφύτου. Αυτό βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε *in vitro* καλλιέργειες (Βογιατζής και Κουκουρίκου-Πετρίδου, 2003). Η τριακοντανόλη

$CH_3(CH_2)28CH_2OH$, είναι μια αλειφατική-λιπαρή αλκοόλη με ευθεία αλυσίδα και αποτελείται δομικά από 30 άτομα C. Μπορεί να θεωρηθεί ως φυτικός ρυθμιστής αύξησης, καθώς εμπλέκεται σε πλήθος βιοχημικών και φυσιολογικών διεργασιών. Στο φυτό *Artemisia annua*, η TRIA αύξησε το περιεχόμενο των φύλλων σε χλωροφύλλη, το μήκος των βλαστών και τη ριζοβολία και προήγαγε τη παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών (Fratemale et al., 2003). Σε σπορόφυτα *Vigna radiata* L. cv. KM-2, ψεκασμός του φυλλώματος με 0,5 mg/l TRIA, προώθησε το ύψος και αύξησε το περιεχόμενο σε σάκχαρα, άμυλο, διαλυτές πρωτεΐνες, αμινοξέα και φαινόλες. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της επίδρασης της κυτοκινίνης «6-βενζυλαδενίνη» (BA) εφαρμοζόμενη εξωγενώς είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με την αλειφατική αλκοόλη "1-τριακοντανόλη" (TRIA) στην *in vitro* μέθοδο αναπαραγωγής του είδους *Sideritis scardica* Griseb.

Υλικά και Μέθοδοι

Ως έκφυτα χρησιμοποιήθηκαν βλαστικές κορυφές μήκους 1-1,5 εκ. Στην έναρξη της πειραματικής διαδικασίας εφαρμόστηκε το εξής πρωτόκολλο απολύμανσης των εκφύτων: εμβάπτιση σε διάλυμα μυκητοκτόνου (30 λεπτά)+70% αλκοόλη (2 λεπτά) + 3% NaOCl (25 λεπτά) και ακολούθησε καλλιέργεια των εκφύτων (βλαστικές κορυφές) για 5 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS (Murashige and Skoog, 1962) εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη + 0,25 mg/l BA + 0,01 mg/l IBA + 0,01 mg/l NAA + 0,025 mg/l GA_3 + 30 g/l Σακχαρόζη + 3 g/l Phytagel. Στην παρούσα μελέτη διεξήχθησαν 2 επιμέρους πειράματα με στόχο την επαγωγή βλαστογένεσης. Στο 1ο πείραμα μελετήθηκε η επίδραση της BA σε 5 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/l) ενώ στο 2ο πείραμα η επίδραση της TRIA σε 5 συγκεντρώσεις (0, 1, 2.5, 5, 10 μg/l) σε συνδυασμό με 0,5 mg/l BA. Η διατήρηση των *in vitro* καλλιεργειών συντελέστηκε σε θάλαμο ανάπτυξης υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες, θερμοκρασία 22 ± 2ºC, φωτοπερίοδος 16 ώρες φως – 8 ώρες σκοτάδι, και λάμπες φθορισμού λευκού ψυχρού φωτισμού έντασης 40 $\mu mol/m^2/s$. Μετά την πάροδο 4,5 (1ο πείραμα) και 5 εβδομάδων καλλιέργειας των εκφύτων (2ο πείραμα) καταγράφηκε ο αριθμός των βλαστών ανά έκφυτο, το μήκος των βλαστών (χιλ.), τα ποσοστά βλαστογένεσης και υάλωσης. Η στατιστική ανάλυση των πλήρως τυχαιοποιημένων πειραμάτων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της ANOVA και το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0 για επίπεδο σημαντικότητας 5%, με βάση το κριτήριο Duncan.

Αποτελέσματα

Το ποσοστό των άνοσων εκφύτων 5 εβδομάδες μετά την απολύμανση ήταν 73,85%. Αναφορικά με το 1ο πείραμα, τα υποστρώματα με προσθήκη 0,5 ή 1 mg/l BA έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τον αριθμό των παραγόμενων βλαστών ανά έκφυτο, (6,3 και 6,6 βλαστοί), και την επαγωγή πολλαπλών βλαστών (περίπου 100%). Το μήκος των βλαστών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά λόγω της εφαρμογής BA (18,86-22,89 χιλ.). Σε όλες τις μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε υπερυδάτωση των φυτικών ιστών, εντούτοις, το φαινόμενο αυτό ήταν λιγότερο έντονο και σε περιορισμένη έκταση στο υπόστρωμα MS με 0,25 mg/l BA (20% υάλωση) (Πίνακας 1, Εικόνα 1).

Αναφορικά με το 2ο πείραμα, η TRIA (1-10 μg/l) σε συνδυασμό με 0,5 mg/l BA δεν μετέβαλε σημαντικά τον αριθμό (3,7-4,6) και το μήκος (14,37-18,13 χιλ.) των βλαστών, αλλά αύξησε το ποσοστό υάλωσης από 25% (μάρτυρας) σε 30-60%. Βλαστογένεση 100% σημειώθηκε

στην περίπτωση του μάρτυρα και στις 2 ακραίες συγκεντρώσεις TRIA (1 και 10 μg/l) (Πίνακας 2, Εικόνα 2).

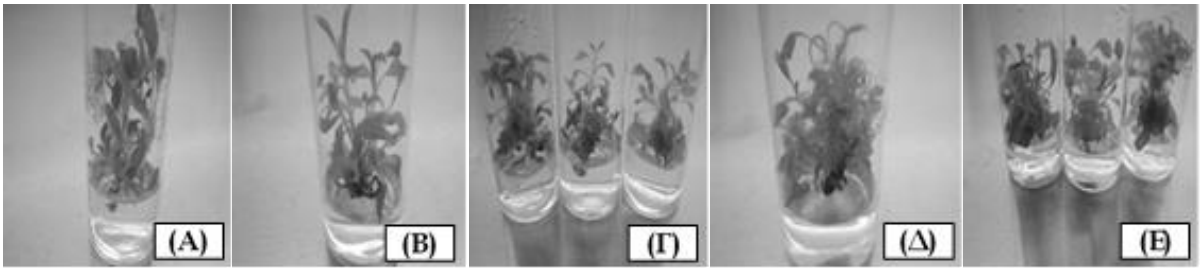
Συζήτηση

Στο υπό μελέτη φυτικό είδος *S. scardica* Griseb, κατά το στάδιο μικροπολλαπλασιασμού των βλαστικών κορυφών, τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε το υπόστρωμα MS με προσθήκη 0,5 mg/l BA. Σύμφωνα με τους Σαμαρά κ.α. (2011), στα είδη *Sideritis scardica* Griseb και *Sideritis sipylea* Boiss καλύτερα αποτελέσματα στη βλαστογένεση έδωσε ο συνδυασμός 0,35 mg/l BA + 0,03 mg/l IBA μετά από 3 εβδομάδες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη και 6 g/l άγαρ. Σύμφωνα με τους Sanchez-Gras και Segura (1997), ο μικροπολλαπλασιασμός του είδους *Sideritis foetens* επιτεύχθηκε καλλιεργώντας τμήματα γονάτων με 2 οφθαλμούς με υψηλότερο ρυθμό πολλαπλασιασμού των βλαστών, σε υπόστρωμα MS με 0,05 mg/l (0,22 μM) BA. Ο μικροπολλαπλασιασμός του *Sideritis angustifolia* Lag επιτεύχθηκε μέσω οργανογένεσης και σωματικής εμβρυογένεσης καθώς παρατηρήθηκε αναγέννηση βλαστών χρησιμοποιώντας ως έκφυτα υποκότυλα, ρίζες, κοτυληδόνες και φύλλα. Ο υψηλότερος ρυθμός αναγέννησης βλαστών-οφθαλμών σημειώθηκε όταν ως έκφυτα χρησιμοποιήθηκαν υποκότυλα τα οποία τοποθετήθηκαν σε υπόστρωμα MS με 1 mg/l (4,44 μM) BA και 1 mg/l (5,4 μM) NAA (Faria et al., 1998).

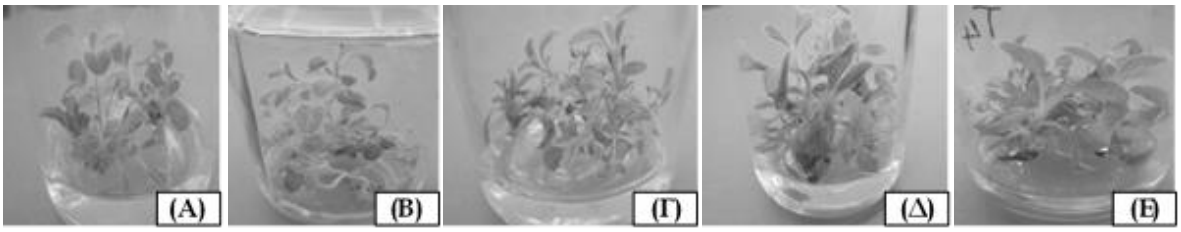
Πίνακας 1 Επίδραση της συγκέντρωσης της BA στον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο, στο μήκος των βλαστών (χιλ.), στα ποσοστά (%) βλαστογένεσης και υάλωσης μετά από 4,5 εβδομάδες *in vitro* καλλιέργειας στο φυτικό είδος *Sideritis scardica* Griseb.

BA (mg/l)	Αριθμός βλαστών/έκφυτο	Μήκος βλαστών (χιλ.)	Ποσοστό βλαστογένεσης (%)	Ποσοστό υάλωσης (%)
0	3,50 ± 0,75 a	22,89 ± 4,02 a	70 a	50 b
0,25	4,20 ± 0,63 ab	19,58 ± 2,65 a	90 b	20 a
0,5	6,30 ± 0,84 b	18,86 ± 1,73 a	100 c	50 b
0,75	4,10 ± 1,02 ab	18,93 ± 3,46 a	70 a	70 d
1	6,60 ± 1,05 b	15,26 ± 1,49 a	100 c	60 c
P-values	0,048*	0,465 ns	0,000***	0,000***

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο p≤0.05.



Εικόνα 1. Επίδραση της συγκέντρωσης της BA στην *in vitro* βλαστογένεση του είδους *Sideritis scardica* Griseb.: (Α) Μάρτυρας (απουσία BA), (Β) 0,25 mg/l BA, (Γ) 0,5 mg/l BA, (Δ) 1 mg/l BA και (Ε) 1 mg/l BA.



Εικόνα 2. Επίδραση της συγκέντρωσης της 1-τριακοντανόλη (TRIA) (1-10 μg/l) σε συνδυασμό με 0,5 mg/l BA στην *in vitro* βλαστογένεση του είδους *Sideritis scardica* Griseb.: (Α) Μάρτυρας (απουσία TRIA), (Β) 1 μg/l TRIA, (Γ) 2,5 μg/l TRIA, (Δ) 5 μg/l και (Ε) 10 μg/l TRIA.

Στην παρούσα μελέτη, η επίδραση της TRIA (1-10 μg/l) δεν ανέστειλε τη θετική επίδραση της BA (0,5 mg/l) στη βλαστογένεση των εκφύτων, συνεπώς, δεν συνιστάται η χρήση της ως παράγοντας αναγέννησης βλαστών σε *in vitro* συνθήκες στο συγκεκριμένο φυτικό είδος. Αντίθετα, στο μελισσόχορτο (*Melissa officinalis* L.), 5 μg/l TRIA προώθησε σημαντικά τη βλαστογένεση (Tantos et al., 1999). Στην ποικιλία μηλιάς (*Malus domestica*) cv. JTE –E4 και στο υποκείμενο κερασιάς (*Cerasus fruticosa*) cv. Probosckai, η TRIA (2-20 μg/l) αύξησε τον αριθμό και το μήκος των βλαστών (Tantos et al., 2001). Επίσης, στο φυτικό είδος *Bupleurum fruticosum*, 2 μg/l TRIA αύξησε τον αριθμό των βλαστών ενώ υψηλότερες συγκεντρώσεις μέχρι 20 μg/l δεν οδήγησαν σε περαιτέρω αύξηση της βλαστογένεσης (Fraternale et al., 2002).

Πίνακας 2 Επίδραση της συγκέντρωσης της TRIA σε συνδυασμό με 0,5 mg/l BA στον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο, στο μήκος των βλαστών (χιλ.), στα ποσοστά (%) βλαστογένεσης και υάλωσης του είδους *Sideritis scardica* Griseb., μετά από 5 εβδομάδες *in vitro* καλλιέργειας.

Μεταχειρίσεις 0,5 mg/l BA + TRIA (μg/l)	Αριθμός βλαστών/ έκφυτο	Μήκος βλαστών (mm)	Ποσοστό βλαστογένεσης (%)	Ποσοστό υάλωσης (%)
0,5 BA + 0 TRIA	5,13 ± 0,60 a	14,29 ± 0,85 a	100 b	25 a
0,5 BA + 1 TRIA	3,70 ± 0,65 a	18,13 ± 1,93 a	90 a	30 b
0,5 BA + 2,5 TRIA	4,30 ± 0,76 a	17,24 ± 1,72 a	100 b	30 b
0,5 BA + 5 TRIA	3,90 ± 0,28 a	16,07 ± 2,46 a	100 b	60 c
0,5 BA + 10 TRIA	4,60 ± 0,73 a	14,37 ± 1,55 a	90 a	30 b
P-values	0,524 ns	0,460 ns	0,000***	0,000***

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $p \leq 0.05$.

Στην παρούσα εργασία, η εξωγενής εφαρμογή της κυτοκινίνης BA είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με την TRIA επέφερε συμπτώματα υπερυδάτωσης σε υψηλό ποσοστό των φυτών (25-70%). Εντούτοις, ακόμη και στην περίπτωση απουσίας της BA από το υπόστρωμα καλλιέργειας παρατηρήθηκε υάλωση στο 50% των φυτών. Το χαμηλότερο ποσοστό υάλωσης, ήτοι 20% σημειώθηκε υπό την επίδραση 0,25 mg/l BA. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι Papafotiou και Kalantzis (2009) αντιμετώπισαν το πρόβλημα της υάλωσης σε *in vitro* καλλιέργειες του είδους *Sideritis athoa* με αύξηση της συγκέντρωσης της σακχαρόζης από 20 g/l σε 30 g/l, ή με αύξηση της συγκέντρωσης του άγαρ από 8 g/l σε 12 ή 20 g/l, ή με μείωση της συγκέντρωσης της BA από 0,2-1 mg/l σε 0,1 mg/l με εξίσου καλά αποτελέσματα όσον αφορά

στα επιμέρους μακροσκοπικά χαρακτηριστικά της βλαστογένεσης στο στάδιο του μικροπολλαπλασιασμού.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη, δεν συνιστάται η χρήση της TRIA (1-10 μg/l) ως παράγοντας αναγέννησης βλαστών σε *in vitro* συνθήκες στο φυτικό είδος *S. scardica* . Αντίθετα, συνιστάται η χρήση 0,5 mg/l BA ως παράγοντα προώθησης βλαστικού πολλαπλασιασμού του είδους *S. scardica* Griseb.

Ευχαριστίες: *Το έργο εντάχθηκε στη Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, (ΕΠΑΝΑΔ, ΕΣΠΑ 2007-2013). Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), το οποίο συντονίστηκε από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων. Υπεύθυνη Παρακολούθησης: Δρ. Μαλούπα Ελένη.*

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Faria, J.L.C., Kostenyuk. I., and J. Segura. 1998. Isolation, culture and plant regeneration from protoplants of *Sideritis angustifolia*. J. Plant Physiol. 153(1-2): 251-254.

Fraternale, D., Giamperi, L., Ricci, D., and M.B.L. Rocchi. 2002. Micropropagation of *Bupleurum fruticosum*: The effect of triacontanol. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 69(2): 135-140.

Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.

Papafotiou, M., and A. Kalantzis. 2009. Seed germination and *in vitro* propagation of *Sideritis athoa.* ISHS Acta Horticulturae 813: VI International Symposium on New Floricultural Crops.

Sánchez-Gras, C.M., and J. Segura. 1998. Morphogenesis *in vitro* of *Sideritis angustifolia*: effects of auxins, benzyladenine and spermidine. Plant Sci. 57(2): 151-158.

Tantos, A., Meszaros, A., Kissimon, J., Horvath, G., and T. Farkas. 1999. The effect of triacontanol on micropropagation of balm, *Melissa officinalis*. Plant Cell Rep. 19(1): 88-91.

Tantos, A., Meszaros, A., Farkas, T., and J. Szalai. 2001. Triacontanol-supported micropropagation of woody plants. Plant Cell Rep. 20(1): 16-21.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βογιατζής, Δ., και Μ. Κουκουρίκου-Πετρίδου. 1997. Βιολογία Οπωροκηπευτικών Φυτών Ι. Η αύξηση και οι παράγοντες που την επηρεάζουν. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Σαμαράς, Γ., Ταντσή, Α., Παπαναστάση, Κ., Γρηγοριάδου, Κ., και Ε. Μαλούπα. 2011. Πολλαπλασιασμός *in vitro* των αυτοφυών αρωματικών φαρμακευτικών φυτών *Sideritis scardica* Griseb. & *Sideritis sipylea* Boiss. Ελληνική Εταιρεία Επιστήμης Οπωροκηπευτικών (ΕΕΕΟ), Λεμεσός, Κύπρος, 1-4 Νοεμβρίου 2011.

IN VITRO SHOOT PROLIFERATION OF THE ENDEMIC *Sideritis scardica* Griseb. PLANT SPECIES (TEA OF OLYMPUS MOUNTAIN)

V. Sarropoulou, and E. Maloupa

Hellenic Agricultural Organization - DEMETER, Institute of Breeding and Plant Genetic Resources, Laboratory for the Protection and Evaluation of Native and Floriculture Species, P.O. 570 01 Thermi, Thessaloniki

The aim of carrying out this research was to study the effect of cytokinin "6-benzyladenine" (BA) applied exogenously either singularly or in combination with an aliphatic alcohol "1-triacontanol" (TRIA) on shoot proliferation of the species *Sideritis scardica* Griseb. (mountain tea of Olympus) with tissue culture as asexual reproduction method. The culture medium used was the MS supplemented with 30 g/l sucrose and 3 g/l Phytagel. In the first experiment, the effect of BA in 5 concentrations (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/l) was studied for enhancing *in vitro* shoot proliferation. After 4,5 weeks of culture, the incorporation of 0.5 or 1 mg/l BA into the nutrient culture medium resulted in an increased shoot multiplication percentage from 70% (control/BA-free) to 100%. BA applied at 0.5 or 1 mg/l BA increased the number of produced shoots per explant from 3.5 (control) to 6.3- 6.6, respectively. However, BA, irrespective of concentration (0.25-1 mg/l) did not differentiate shoot length significantly (15.26-19.58 mm), compared το the control (22.89 mm). The lowest percentage of explants with hyperhydricity symptoms (20%) occurred at the presensce of 0.25 mg/l BA, which was 30% less than the control's (50%). In the second experiment, the effect of TRIA applied exogenously at 5 concentrations (0, 1, 2.5, 5, 10 μg/l) in combination with 0.5 mg/l BA on *in vitro* shoot proliferation was studied. After 5 weeks of culture, no significant alterations were observed with respect to shoot number per explant (3.7-4.6), shoot length (14.37-18.13 mm) and shoot multiplication percentage (90- 00%), in comparison to the control (TRIA-free) (5.13 shoots/explant, 14.29 mm mean shoot length and 100% shoot proliferation). However, TRIA (1-10 μg/l) intensified the problem of vitrified explants, raising the hyperhydricity percentage from 25% (control) to 30-60%. Therefore, TRIA is not suitable for enhancing *in vitro* shoot proliferation of Olympus mountain tea. In conclusion, the use of 0.5 mg/l BA is recommended as a forwarding agent of *in vitro* vegetative propagation of *S. scardica* Griseb.

ΑΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΜΙΚΡΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sideritis syriaca* sub. *syriaca* (ΤΣΑΙ ΒΟΥΝΟΥ ΚΡΗΤΗΣ)

Β. Σαρροπούλου, Ε. Μαλούπα

Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Εργαστήριο για την Προστασία και Αξιοποίηση Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών, Τ.Θ. 60458, Τ.Κ. 570 01 Θέρμη, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν ο μικροπολλαπλασιασμός του ενδημικού είδους *Sideritis syriaca* sub. *syriaca* (Τσάι Βουνού Κρήτης ή Μαλοτήρα ή Καλοκοιμηθιά) με στόχο την προστασία, αξιοποίηση, μαζική παραγωγή και *ex situ* διατήρηση του παραγόμενου, γενετικά χαρακτηρισμένου και άνοσου φυτικού πολλαπλασιαστικού υλικού με αειφορικό τρόπο. Κατά την πειραματική διαδικασία ακολουθήθηκε πρωτόκολλο απολύμανσης, εμβάπτιση σε διάλυμα μυκητοκτόνου (30 λεπτά) + 70% αλκοόλη (30 δευτερόλεπτα) + 2,5% NaOCl (13 λεπτά) και στη συνέχεια καλλιέργεια σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη + 0,5 mg/l BA + 3 g/l Phytagel. Το αποτέλεσμα μετά από 4 εβδομάδες καλλιέργειας ήταν 70,59% ποσοστό καθαρών εκφύτων, 79,17% βλαστογένεση και παραγωγή 2,25 βλαστών/έκφυτο μήκους 18,59 χιλ. Στο 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού, η BA εφαρμόστηκε σε 5 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/l) σε υπόστρωμα MS (+30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Phytagel). Μετά από 4,5 εβδομάδες καλλιέργειας, η BA διέγειρε την βλαστογένεση αυξάνοντας σημαντικά τον αριθμό των βλαστών/έκφυτο (2,78-3,9) και το ποσοστό βλαστογένεσης (44,44-90%) συγκριτικά με τον μάρτυρα (απουσία BA). Εντούτοις, η παρουσία της BA δεν διαφοροποίησε σημαντικά το μήκος των βλαστών σε σχέση με τον μάρτυρα. Επιπρόσθετα, ενώ στην περίπτωση του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα υπερυδάτωσης, παρουσία 1 mg/l BA σημειώθηκε 60% υάλωση. Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας, μελετήθηκε η επίδραση 3 διαφορετικών τύπων αυξινών, IBA, NAA και IAA σε 4 συγκεντρώσεις (0.5, 1, 2, 4 mg/l). Μετά από 8 εβδομάδες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS (+ 30 g/l σακχαρόζη και 8 g/l Άγαρ) βρέθηκε ότι 4 mg/l NAA ή IAA έδωσαν το μεγαλύτερο αριθμό ριζών/ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα (8-8,6), 1 mg/l IAA το μέγιστο μήκος ριζών (11,64 χιλ.) και 4 mg/l IAA τα υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας και βλαστογένεσης (83,33%), ταυτοχρόνως. Συγχρόνως με τη ριζοβολία, 0,5 mg/l NAA έδωσε το μεγαλύτερο αριθμό βλαστών/έκφυτο (5,1) ενώ το μήκος των βλαστών δεν μεταβλήθηκε σημαντικά ανεξαρτήτως τύπου και συγκέντρωσης αυξίνης. Ήπια συμπτώματα υπερυδάτωσης παρατηρήθηκαν στο 16,67-20% των εκφύτων και μόνο υπό την επίδραση είτε της IBA (2-4 mg/l) είτε της NAA (0,5 ή 4 mg/l). Συμπτώματα νέκρωσης ήταν εμφανή στο 20-40% των εκφύτων μόνο με NAA (1-4 mg/l). Για το στάδιο του πολλαπλασιασμού η εφαρμογή 0,25-0,75 mg/l BA δίνει καλά αποτελέσματα ενώ για το στάδιο της ριζοβολίας συνιστάται μεταχείριση των εκφύτων με 4 mg/l IAA δεδομένων των μη συμπτωμάτων υάλωσης-νέκρωσης, των υψηλότερων ποσοστών ριζοβολίας-βλαστογένεσης (83,33%) και του μεγαλύτερου αριθμού ριζών (8,6). Το ποσοστό επιτυχούς *ex vitro* επιβίωσης των έρριζων μικρομοσχευμάτων *S. syriaca* sub. *syriaca* ήταν 97%.

Λέξεις κλειδιά: αυξίνες, 6-βενζυλαδενίνη, βλαστογένεση, ριζοβολία, ιστοκαλλιέργεια, τσάι του βουνού, υπερυδάτωση.

Εισαγωγή

Η κρητική μαλοτήρα ή καλοκοιμηθιά ή τσάι της Κρήτης (*Sideritis syriaca* L.), όπως αναφέρουν ερευνητές, έχει αρχίσει τα τελευταία χρόνια να εξαφανίζεται, εξαιτίας της μαζικής συλλογής, αλλά και της υπερβόσκησης που εμποδίζει τη φυσική αναγέννησή της. Το όνομα μαλοτήρα προέρχεται από τις Ιταλικές λέξεις male (αρρώστια) και tirare (σύρω), επειδή στην ενετοκρατούμενη Κρήτη το θεωρούσαν πανάκεια για τα κρυολογήματα και τις παθήσεις του αναπνευστικού (Γκόλιαρης, 1999). Είναι έντονα αρωματική πολυετής πόα ύψους μέχρι 50 cm. Έχει βλαστό συνήθως απλό, ισχυρό, όρθιο, που καλύπτεται με πυκνό και λευκό χνούδι. Τα φύλλα του έχουν χρώμα λευκοπράσινο, καλύπτονται με πυκνό χνούδι, είναι επιμήκη-λογχοειδή, ακέραια ή πριονωτά, τα κατώτερα με μίσχο και τα ανώτερα άμισχα. Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής που καταλήγει σε δόντια και σκεπάζεται από μακρύ και πυκνό τρίχωμα. Τα άνθη αναπτύσσονται σε μη διακλαδιζόμενη ταξιανθία που αποτελείται από 6 – 9 αραιά διατεταγμένους σπονδύλους με δύο βράκτια, που έκαστος περιλαμβάνει 8 άνθη με ωχροκίτρινη στεφάνη. Ανθίζει τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Αυτοφύεται στα βουνά της Κρήτης και κυρίως στα Λευκά όρη και στον Ψηλορείτη σε υψόμετρο 1.300 – 2.000 m. Για τα φυτά που ανήκουν στο «τσάι του βουνού», συνιστάται αγενής αναπαραγωγή, παρόλο που οι σπόροι των ειδών σιδερίτη φυτρώνουν σχετικά εύκολα. Τα είδη μπορεί να υβριδίζουν μεταξύ τους και η συλλογή σπερμάτων από τη φύση δεν προσφέρει καμιά ασφάλεια σε σχέση με τον γενότυπο των παραγόμενων φυτών και την απόδοσή τους. Αρχικό υλικό υψηλής ποιότητας μπορεί να δημιουργηθεί με ιστοκαλλιέργεια. Σε ειδικευμένα φυτώρια ο μαζικός πολλαπλασιασμός μπορεί να γίνει με επιτυχία και με μοσχεύματα (Μαλούπα κ.ά., 2013). Σκοπός διεξαγωγής της εργασίας ήταν ο μικροπολλαπλασιασμός του ενδημικού είδους *Sideritis syriaca* L. subsp. *syriaca* (Τσάι Βουνού Κρήτης ή Μαλοτήρα ή Καλοκοιμηθιά).

Υλικά και Μέθοδοι

Κατά την πειραματική διαδικασία ακολουθήθηκε το εξής πρωτόκολλο απολύμανσης: εμβάπτιση εκφύτων (βλαστικές κορυφές μήκους 1,5-2 εκ.) σε διάλυμα μυκητοκτόνου (30 λεπτά) + 70% αλκοόλη (30 δευτερόλεπτα) + 2,5% NaOCl (13 λεπτά) και καλλιέργεια για 4 εβδομάδες σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη, 0,5 mg/l BA και 3 g/l Phytagel. Στο 2ο στάδιο του πολλαπλασιασμού, η BA εφαρμόστηκε σε 5 συγκεντρώσεις (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/l) σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 30 g/l σακχαρόζη και 3 g/l Phytagel, με στόχο την αναγέννηση βλαστών. Στο 3ο στάδιο της ριζοβολίας, μελετήθηκε η επίδραση 3 διαφορετικών αυξινών (IBA, NAA, IAA) εφαρμοζόμενων εξωγενώς σε 4 συγκεντρώσεις (0.5, 1, 2, 4 mg/l) σε υπόστρωμα MS που περιείχε 30 g/l σακχαρόζη και 8 g/l άγαρ. Η τοποθέτηση των εκφύτων έγινε σε ειδικούς δοκιμαστικούς σωλήνες (1 έκφυτο/σωλήνα). Το πείραμα περιελάμβανε 10 επαναλήψεις (έκφυτα/μεταχείριση), σε κάθε επιμέρους στάδιο του μικροπολλαπλασιασμού. Η διατήρηση των *in-vitro* καλλιεργειών συντελέστηκε σε ειδικό θάλαμο ανάπτυξης υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος, θερμοκρασία 22 ± 2 ^{o}C, φωτοπερίοδο 16 ώρες φως – 8 ώρες σκοτάδι, σύστημα εξαερισμού, λάμπες φθορισμού λευκού ψυχρού φωτισμού έντασης 40 μmol/m^2/s. Η σκληραγώγηση και ο εγκλιματισμός των έρριζων μικρομοσχευμάτων σε *ex vitro* συνθήκες θερμοκηπίου πραγματοποιήθηκε εντός 8 εβδομάδων, την 1η εβδομάδα στην υδρονέφωση τοποθετημένα σε θήκες (τελάρα) πολλαπλών θέσεων και τις υπόλοιπες 7 εβδομάδες σε επιτραπέζιο πάγκο θερμοκηπίου με άρδευση υπό μορφή

καταιονισμού. Το εδαφικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε τις πρώτες 4 εβδομάδες ήταν τύρφη Terrahum : περλίτης σε αναλογία 1:1, ενώ τις υπόλοιπες 4 εβδομάδες έγινε μεταφύτευση των φυταρίων σε μεγαλύτερου όγκου φυτοδοχεία 0,33 Lt σε εδαφικό υπόστρωμα τύρφη TS2:περλίτης σε αναλογία 1:1.

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της ANOVA και το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0 για επίπεδο σημαντικότητας 5%, με βάση το κριτήριο Duncan.

Αποτελέσματα

Στο υπό μελέτη είδος *S. syriaca* L. subsp. *syriaca*, 0,25 mg/l BA έδωσε καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τον αριθμό των παραγομένων βλαστών ανά έκφυτο (3,9). Το μέσο μήκος των παραγόμενων βλαστών ήταν μεγαλύτερο (25,92 χιλ.) μετά από προσθήκη 0,75 mg/l BA στο υπόστρωμα MS. Τα ποσοστά βλαστογένεσης (90%) και υάλωσης (60%) ήταν αυξημένα όταν στο υπόστρωμα προστέθηκε 1 mg/l BA. Τα φυτά τα οποία καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα MS με 0,5 mg/l BA (μάρτυρας) παρουσίασαν 0% ποσοστό υάλωσης. Αντίθετα, στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (0.25, 0.75, 1 mg/l BA) το φαινόμενο της υάλωσης ήταν πιο έντονο και εκτεταμένο, ιδίως στην υψηλότερη συγκέντρωση BA (1 mg/l) (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Επίδραση της συγκέντρωσης της BA στον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο, στο μήκος των βλαστών και στα ποσοστά (%) βλαστογένεσης και υάλωσης του είδους *S. syriaca* L. subsp. *syriaca*. μετά από 4,5 εβδομάδες καλλιέργειας

BA (mg/l)	Αριθμός βλαστών/ έκφυτο	Μήκος βλαστών (χιλ.)	Ποσοστό βλαστογένεσης (%)	Ποσοστό υάλωσης (%)
0	1,40 ± 0,22 a	24,58 ± 3,06 a	30 a	0 a
0,25	3,90 ± 0,55 b	18,14 ± 1,18 a	80 d	30 c
0,5	2,78 ± 0,68 ab	23,79 ± 2,63 a	44,44 b	0 a
0,75	3,30 ± 0,78 b	25,92 ± 4,33 a	60 c	20 b
1	3,40 ± 0,45 b	17,33 ± 2,00 a	90 e	60 d
P-values	0,035*	0,124 ns	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$.

Αναφορικά με τη ριζοβολία, η προσθήκη 4 mg/l NAA ή 4 mg/l IAA στο υπόστρωμα MS είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό 8-8,6 ριζών/ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα. Στη περίπτωση του μάρτυρα, 0,5 mg/l NAA και 0,5-2 mg/l IBA δεν υπήρξε ριζογένεση με εξαίρεση την υψηλότερη συγκέντρωση IBA (4 mg/l) που έδωσε 3 ρίζες μέσου μήκους 5 χιλ. και 10% ποσοστό ριζοβολίας. Ο αριθμός των ριζών παρουσία NAA (1-4 mg/l) κυμάνθηκε μεταξύ 2,8-8 ενώ στη περίπτωση του IAA (0,5-4 mg/l) από 2 έως 8,6. Η μεταχειρίση 1 mg/l IAA έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα αναφορικά με το μήκος των ριζών (11,64 χιλ.). Το ποσοστό ριζοβολίας ήταν υψηλότερο (83,33%) με 4 mg/l NAA, ενώ η ριζογενετική ικανότητα των εκφύτων ήταν μεγαλύτερη μετά από προσθήκη IAA (33,33-83,33%), σε σύγκριση με το NAA (30-60%) (Πίνακας 2).

Όσον αφορά τη βλαστογένεση, 0,5 mg/l NAA αύξησε τον αριθμό των βλαστών/ έκφυτο από 1,8 (μάρτυρας) σε 5,1. Θετική επίδραση στον αριθμό των βλαστών παρατηρήθηκε επίσης στις εξής μεταχειρίσεις: 0,5-2 mg/l IB, 4 mg/l NAA ή 4 mg/l IAA. Εντούτοις, και οι 3 αυξίνες (IBA, NAA, IAA) δεν προώθησαν σημαντικά την επιμήκυνση των βλαστών (19,78 - 31,12 χιλ.),

σε σύγκριση με τον μάρτυρα (30,42 χιλ.). Το ποσοστό βλαστογένεσης ήταν υψηλότερο (90%) υπό την επίδραση 0,5 mg/l NAA και αυξημένο κατά 30% σε σχέση μ' αυτό του μάρτυρα (60%). Υάλωση στο 16,67-20% των εκφύτων παρατηρήθηκε παρουσία IBA (2, 4 mg/l), στις 2 ακραίες συγκεντρώσεις NAA (0,5 και 4 mg/l) ενώ το IAA (0,5-4 mg/l) δεν επέφερε συμπτώματα υάλωσης. Νέκρωση στο 20-40% των εκφύτων σημειώθηκε με 1-4 mg/l NAA, ενώ IBA και IAA δεν προκάλεσαν καθόλου συμπτώματα νέκρωσης στα έκφυτα (Πίνακας 3).

Πίνακας 2. Επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης 3 διαφορετικών αυξινών (IBA, NAA και IAA) στον αριθμό των ριζών ανά ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα, στο μήκος των ριζών και στο ποσοστό ριζοβολίας (%),του είδους *S. syriaca* L. subsp. *syriaca*

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός ριζών/ ριζοβοληθέν μικρομόσχευμα	Μήκος ριζών (χιλ.)	Ποσοστό ριζοβολίας (%)
Μάρτυρας	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0 a
0,5 IBA	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0 a
1 IBA	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0 a
2 IBA	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0 a
4 IBA	3,00 ± 0,00 bc	5,00 ± 0,00 b	10 b
0,5 NAA	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0 a
1 NAA	2,80 ± 0,31 bc	7,77 ± 0,38 d	50 e
2 NAA	5,33 ± 0,31 de	10,48 ± 0,81 e	30 c
4 NAA	8,00 ± 1,01 f	9,63 ± 0,85 e	60 f
0,5 IAA	4,00 ± 0,00 cd	7,50 ± 0,37 cd	33,33 d
1 IAA	6,00 ± 0,39 e	11,64 ± 0,45 f	50 e
2 IAA	2,00 ± 0,15 b	6,67 ± 0,25 c	33,33 d
4 IAA	8,60 ± 1,99 f	7,11 ± 0,34 cd	83,33 g
P-values (2-way ANOVA)			
Είδος αυξίνης (A)	0,000***	0,000***	0,000***
Συγκέντρωση αυξίνης (B)	0,000***	0,000***	0,000***
(A) * (B)	0,000***	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$).

Συζήτηση

Στη συγκεκριμένη μελέτη, η καλλιέργεια των εκφύτων του είδους *S. syriaca* L. subsp. *Syriaca* σε θρεπτικό υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 0,5 mg/l BA, 30 g/l σακχαρόζη και 3g/l Phytagel, για 4,5 εβδομάδες προώθησε σημαντικά την *in vitro* επαγωγή πολλαπλών βλαστών. Σύμφωνα με τους Nianiou-Obeidat και Iconomou-Petrovich (1998), για την επαγωγή των βλαστών του είδους *Sideritis clandestina* χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα MS συμπληρωμένο με 0,7 mg/l BA+0,01 mg/l NAA+0,1 mg/l GA_3, ενώ στο μετέπειτα στάδιο της επιμήκυνσης των παραγόμενων βλαστών τα καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στο υπόστρωμα MS με 0,5 mg/l BA+0,01 mg/l NAA+0,1 mg/l GA_3 ή σε MS χωρίς ρυθμιστές αύξησης. Στο είδος *Sideritis athoa*, ο μέσος αριθμός βλαστών (3,6) και το μέσο μήκος βλαστών (0,7χιλ) του είδους ήταν μεγαλύτερα όταν έκφυτα κόμβου σποροφύτων μεταχειρίστηκαν με 0,2 mg/l BA ενώ το ποσοστό βλαστογένεσης ήταν υψηλότερο (90%) με 0,5 mg/l BA. (Papafotiou και Kalantzis, 2009).

Όσον αφορά τη ριζοβολία *in vitro* του υπό μελέτη είδους παρατηρήθηκε ότι οι αυξίνες NAA (4 mg/l) ή IAA (4 mg/l) είναι κατάλληλες για το αρχικό στάδιο της επαγωγής ριζοβολίας (αριθμός ριζών και αντίστοιχο ποσοστό) ενώ ο ιδανικός τύπος αυξίνης για το επακόλουθο στάδιο της επιμήκυνσης των ριζών είναι το IAA σε συγκέντρωση 1 mg/l. Σύμφωνα με τους Papafotiou και Kalantzis (2009), στο είδος *Sideritis athoa,* 2 mg/l IAA έδωσαν το υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας (69%) των μικροβλαστών μετά από 60 ημέρες καλλιέργειας σε υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 20 g/l σακχαρόζη και 8 g/l άγαρ. Στα φυτικά είδη *Sideritis scardica* Griseb και *Sideritis sipylea* Boiss, η προσθήκη IBA στο θρεπτικό υπόστρωμα MS με 20 g/l σακχαρόζη και 6 g/l άγαρ μετά την πάροδο 3 εβδομάδων δεν ευνόησε τη ριζοβολία (Σαμαράς κ.ά., 2011). Στη παρούσα έρευνα με το είδος *S. syriaca* L. subsp. *syriaca*, και οι 3 αυξίνες οδήγησαν σε βλαστογένεση και ριζοβολία. Καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τον αριθμό των βλαστών και το ποσοστό βλαστογένεσης παρατηρήθηκαν υπό την επίδραση 0,5 mg/l NAA ή 0,5 mg/l IBA. Σύμφωνα με τους Papafotiou και Kalantzis (2009), στο είδος *Sideritis athoa,* ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστών/έκφυτο (4,8) παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 2 mg/l IAA, 20 g/l σακχαρόζη και 8 g/l άγαρ ενώ καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με το μέσο μήκος των βλαστών (3,5 εκ.) και το ποσοστό βλαστογένεσης (95%) σημειώθηκαν υπό την επίδραση 5 mg/l IAA στο υπόστρωμα της ίδιας σύστασης.

Πίνακας 3. Επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης 3 αυξινών (IBA, NAA και IAA) στον αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο, στο μήκος των βλαστών και στα ποσοστά (%) βλαστογένεσης, υάλωσης & νέκρωσης του είδους *S. syriaca* L. subsp. *Syriaca*

Μεταχειρίσεις (mg/l)	Αριθμός βλαστών/ έκφυτο	Μήκος βλαστών (χιλ.)	Ποσοστό βλαστογένεσης (%)	Ποσοστό υάλωσης (%)	Ποσοστό νέκρωσης (%)
Μάρτυρας	1,80 ± 0,14 a	30,42 ± 2,73 ab	60 c	0 a	0 a
0,5 IBA	4,80 ± 1,11 d	21,71 ± 2,05 ab	80 e	0 a	0 a
1 IBA	3,40 ± 0,50 bcd	24,83 ± 2,89 ab	80 e	0 a	0 a
2 IBA	3,00 ± 0,70 bc	19,78 ± 2,39 a	70 d	20 c	0 a
4 IBA	2,40 ± 0,43 ab	22,78 ± 4,43 ab	70 d	20 c	0 a
0,5 NAA	5,10 ± 1,16 e	22,77 ± 2,99 ab	90 g	20 c	0 a
1 NAA	2,00 ± 0,58 a	24,39 ± 2,94 ab	50 b	0 a	40 c
2 NAA	2,60 ± 0,56 ab	26,14 ± 3,57 ab	50 b	0 a	20 b
4 NAA	4,30 ± 1,35 cd	31,12 ± 5,81 b	50 b	16,67 b	20 b
0,5 IAA	1,67 ± 0,19 a	21,11 ± 0,68 ab	50 b	0 a	0 a
1 IAA	1,67 ± 0,24 a	19,17 ± 1,33 a	33,33 a	0 a	0 a
2 IAA	1,67 ± 0,24 a	22,50 ± 1,80 ab	33,33 a	0 a	0 a
4 IAA	3,07 ± 0,29 bc	20,07 ± 1,56 ab	83,33 f	0 a	0 a
P-values (2-way ANOVA)					
Είδος αυξίνης (A)	0,007**	0,135 ns	0,000***	0,000***	0,000***
Συγκέντρωση αυξίνης (B)	0,002**	0,023*	0,000***	0,000***	0,000***
(A) * (B)	0,036*	0,773 ns	0,000***	0,000***	0,000***

Οι αριθμοί σε κάθε στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$).

Συμπεράσματα

Η καλλιέργεια των εκφύτων του είδους *S. syriaca* L. subsp. *Syriaca* σε θρεπτικό υπόστρωμα MS εμπλουτισμένο με 0,5 mg/l BA, 30 g/l σακχαρόζη και 3g/l Phytagel, προώθησε σημαντικά την *in vitro* επαγωγή πολλαπλών βλαστών. Οι αυξίνες NAA (4 mg/l) ή IAA (4 mg/l) βρέθηκαν κατάλληλες για το αρχικό στάδιο της επαγωγής ριζοβολίας, ενώ ο ιδανικός τύπος αυξίνης για την επιμήκυνση των ριζών είναι το IAA σε συγκέντρωση 1 mg/l. Καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τον αριθμό των βλαστών και το ποσοστό βλαστογένεσης παρατηρήθηκαν υπό την επίδραση 0,5 mg/l NAA ή 0,5 mg/l IBA.

Ευχαριστίες: *Το έργο εντάχθηκε στη Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, (ΕΠΑΝΑΔ, ΕΣΠΑ 2007-2013). Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), το οποίο συντονίστηκε από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων. Υπεύθυνη Παρακολούθησης: Δρ. Μαλούπα Ελένη.*

Βιβλιογραφία

Nianiou-Obeidat, I., and G.N. Iconomou-Petrovich. 1998. Commercial micropropagation of *Sideritis clandestina* (Mt. Taygetos), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Mt. Olympos), *Melissa officinalis* (Mt. Pindos), and *Mentha longifolia* (Mt. Pindos). In: Tsekos, I. and Moustakas, M. (eds), Progress in Botanical Research. Proc 1st Balkan Botanical Congress, Thessaloniki, Greece: 537-540.

Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.

Papafotiou, M., and A. Kalantzis. 2009. Seed germination and *in vitro* propagation of *Sideritis athoa*. ISHS Acta Horticulturae 813: VI Int Symp on New Floricultural Crops. Funchal, Madeira (Portugal): 471-476.

Γκόλιαρης, Α. 1999. Καλλιέργεια, Αυτοφυή Είδη και Βελτίωση στο Ελληνικό Τσάι του Βουνού (*Sideritis* L.). *Το Τσάι του Βουνού*. Ελληνική Εταιρεία Εθνοφαρμακολογίας.

Μαλούπα Ε., Γρηγοριάδου Κ., Λάζαρη Δ., και Ν. Κρίγκας. 2013. Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών φαρμακευτικών φυτών. Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής. ΓΕΩΤ.Ε.Ε. Παράρτημα Ανατ. Μακεδονίας. Καβάλα.

Σαμαράς, Γ., Ταντσή, Α., Παπαναστάση, Κ., Γρηγοριάδου, Κ., και Ε. Μαλούπα. 2011. Πολλαπλασιασμός *in vitro* των αυτοφυών αρωματικών φαρμακευτικών φυτών *Sideritis scardica* Griseb. & *Sideritis sipylea* Boiss. Ελληνική Εταιρεία Επιστήμης Οπωροκηπευτικών (ΕΕΕΟ), Λεμεσός, Κύπρος, 1-4 Νοεμβρίου 2011.

ASEXUAL PROPAGATION WITH TISSUE CULTURE OF *Sideritis syriaca* L. subsp. *syriaca* PLANT SPECIES (CRETE MOUNTAIN TED OR MALOTIRA OR KALOKOIMITHIA)

V. Sarropoulou, and E. Maloupa

Hellenic Agricultural Organization - DEMETER, Institute of Breeding and Plant Genetic Resources, Laboratory for the Protection and Evaluation of Native and Floriculture Species, P.O. 570 01 Thermi, Thessaloniki

Abstract

The aim of conducting this research study was the micropropagation of the endemic *Sideritis syriaca* L. subsp. *syriaca* (Crete Mountain Tea or Malotira or Kalokoimithia) for its protection, utilization, mass production and *ex situ* conservation of the produced, genetically-characterized immune plant propagating material in a sustainable way. In the experimental procedure, the following disinfection protocol was established: immersion in fungicide solution (30 min) + 70% alcohol (30 sec) + 2.5% NaOCl (13 min) with 70.59% pathogen-free explants, 79.17% shoot multiplication percentage, 2.25 shoots/explant of 18.59 mm mean length after 4 weeks of culture in MS medium supplemented with 30 g/l sucrose, 0.5 mg/l BA and 3 g/l Phytagel. In the second stage of proliferation, BA was applied at 5 concentrations (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 mg/l) in MS medium containing 30 g/l sucrose and 3 g/l Phytagel. After 4,5 weeks of culture, BA stimulated proliferation significantly by increasing shoot number/explant (2.78-3.9) and shoot multiplication percentage (44.44-90%) compared to control (1.4 shoots/explant, 30% propagated explants). Specifically, shoot number was higher (3.9) with 0.25 mg/l BA and shoot multiplication percentage higher (90%) with 1 mg/l BA. However, shoot length was not changed significantly compared to the control due to BA effect (17.33-24.58 mm). Additionally, while in the control treatment no hyperhydricity symptoms were observed, 1 mg/l BA gave 60% vitrification percentage. In the third stage of rooting, the effect of 3 different auxins (IBA, NAA, IAA) applied at 4 concentrations (0.5, 1, 2, 4 mg/l) was studied. After 8 weeks of culture in MS medium supplemented with 30 g/l sucrose and 8 g/l agar, 4 mg/l NAA or IAA exhibited the maximum root number/rooted microcutting (8-8.6), 1 mg/l IAA the greater root length (11.64 mm) and 4 mg/l IAA the higher rooting and shoot multiplication percentages (83.33%), simultaneously. 0.5 mg/l NAA gave the higher shoot number/explant (5.1) while shoot length was not changed significantly, regardless of auxin type and concentration (19.17-31.12 mm). Mild hyperhydricity symptoms were observed at the 16.67-20% of explants with IBA (2-4 mg/l) or NAA (0.5 or 4 mg/l). For proliferation stage, 0.25-0.75 mg/l BA gave promising results while for rooting stage (+ inducing shoot regeneration) 4 mg/l IAA is recommended due to higher rooting and shoot multiplication percentages (83.33%), greater root number (8.6) and total disappearance of both hyperhydricity and necrosis symptoms. The *ex vitro* survival percentage of *S. syriaca* L. subsp. *syriaca* rooted microcuttings was 97%.

ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΦΥΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ (*S. fruticosa* Mill. & *S. pomifera* L.) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥΣ

Π. Λεονταρίτου[1,4], Φ. Λάμαρη[2], Β. Παπασωτηρόπουλος[3], Γ. Ιατρού[4]

[1]Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης Ν. Αχαΐας, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων,
[2]Εργαστήριο Φαρμακογνωσίας και Χημείας Φυσικών Προϊόντων, Τμήμα Φαρμακευτικής, Πανεπιστήμιο Πατρών, 26500, Πάτρα, Ελλάδα,
[3]Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας,
[4]Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Το φασκόμηλο έχει σημαντική χρήση στην παραδοσιακή ιατρική, την αρωματοβιομηχανία και στη βιομηχανία τροφίμων, ως αρωματικός και αντιοξειδωτικός παράγοντας, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί ένα σημαντικό μελισσοκομικό φυτό. Το κοινό φασκόμηλο (*Salvia fruticosa* Mill.) είναι ενδημικό των μεσογειακών και μεσανατολικών χωρών. Πρόκειται για το κοινότερο είδος του γένους Salvia στην Ελλάδα. Το «πικρό φασκόμηλο» (*Salvia pomifera* L.) είναι ενδημικό της Ν. Ελλάδος και των παραλίων της Μ. Ασίας. Η μελέτη του τοπικού γενετικού υλικού, με στόχο τη δημιουργία καλλιεργούμενων ποικιλιών, απαιτεί την εγκατάσταση του υλικού αυτού σε συνθήκες καλλιέργειας. Αυτό μπορεί να γίνει με λήψη από τους αυτοφυείς πληθυσμούς σπόρων ή μοσχευμάτων. Η δημιουργία κλώνων αυτοφυών φυτών με τη λήψη μοσχευμάτων και εν συνεχεία η εγκατάσταση και καλλιέργεια, μειώνει το χρόνο για τη συλλογή των πρώτων αποτελεσμάτων ως προς την «ποιότητα» του προς μελέτη γενετικού υλικού, απαιτεί όμως την επιτυχή μεταφορά και ριζοβολία του υλικού αυτού. Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη των διαφορετικών τρόπων μεταφοράς βλαστών αυτοφυών φυτών και χειρισμού αυτών για τη λήψη μοσχευμάτων και δημιουργία έρριζων φυταρίων φασκόμηλου και «πικρού φασκόμηλου». Λήφθηκαν μοσχεύματα από δύο πληθυσμούς *Salvia fruticosa* Mill. (36 και 113 μοσχεύματα) και ένα πληθυσμό *Salvia pomifera* L. (38 μοσχεύματα). Για τη μεταφορά των βλαστών εξετάσθηκαν οι μέθοδοι μεταφοράς σε δοχεία με νερό και σε κλειστές πλαστικές σακούλες εντός φορητού ψυγείου με παγοκύστες. Για το χειρισμό των μοσχευμάτων εξετάσθηκε η επίδραση της χρήσης ή μη, ορμόνης ριζοβολίας και το τμήμα του βλαστού που χρησιμοποιήθηκε (επάκριο, μεσαίο). Από τα αποτελέσματα συνάγεται το συμπέρασμα ότι ο τρόπος μεταφοράς δεν έχει καμιά επίδραση στη ριζοβολία. Δεν έχει επίδραση ούτε το τμήμα του βλαστού για τη λήψη του μοσχεύματος. Η χρήση ορμόνης ριζοβολίας έχει θετική επίδραση στη ριζοβολία και η επίδραση αυτή ήταν σημαντική στον ένα από τους τρεις πληθυσμούς φασκόμηλου.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΑΒΕΛΤΙΩΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ (*Triticum durum*) ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Κ. Κουτής[1], Χ. Βακάλη[1], Στ. Χατζηγεωργίου[2], Ε. Κορπέτης[3]

[1]ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ – ΜΚΟ, Άνω Λεχώνια Βόλου, 37300
[2]ΕΠΑ.Σ Κρήτης, Γεωργική Σχολή Μεσσαράς ΕΛ.Γ.Ο ΔΗΜΗΤΡΑ, Αμπελούζος, 70012 Ηράκλειο
[3]Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, 57001 Θέρμη Θεσσαλονίκης

Στην Κρήτη, όπως και σε όλη την Ελλάδα, καλλιεργούνταν μέχρι και μεταπολεμικά (δεκαετία του 50) πλήθος από εγχώριες ποικιλίες σκληρού σιταριού οι οποίες αξιοποιούσαν τις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες του νησιού καθώς και τις γαστριμαργικές παραδοσιακές ανάγκες και συνήθειες του τόπου (παρασκευή χόνδρου, ψωμιού κλπ). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το έτος 2015 και είχε στόχο την αξιολόγηση ποικιλιών σκληρού σιταριού (*Triticum durum),* για ολοκληρωμένα συστήματα βιολογικής γεωργίας και γεωργίας χαμηλών εισροών και την παραγωγή προϊόντων με ικανοποιητικά χαρακτηριστικά ποιότητας. Ειδικότερα, δοκιμάστηκαν σε πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCBD), επτά ποικιλίες σκληρού σιταριού (τέσσερις κρητικοί πληθυσμοί, η παραδοσιακή ποικιλία ΛΑΨΙΤΣΑ, η παλιά ποικιλία ΛΗΜΝΟΣ και ως μάρτυρας η εμπορική ποικιλία ΣΙΦΝΟΣ) σε περιβάλλον βιολογικής γεωργίας. Καταγράφηκαν σημαντικά χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας σε συνθήκες βιολογικής γεωργίας και πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις χαρακτηριστικών ποιότητας αλεύρου στο τελικό προϊόν (ποσοστό πρωτεΐνης, δείκτης γλουτένης). Από τα αποτελέσματα της έρευνας αναδείχτηκαν ποικιλίες σκληρού σιταριού μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν που παρουσιάζουν χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας σε συνθήκες βιολογικής γεωργίας, εμφανίζουν καλά χαρακτηριστικά ποιότητας προϊόντων αρτοποίησης και μπορούν να αξιοποιηθούν είτε αυτούσια, ως τοπικοί επαναεισαγόμενοι στην καλλιέργεια τοπικοί πληθυσμοί είτε περαιτέρω σε προγράμματα βελτίωσης για τη δημιουργία εμπορικών ποικιλιών και πολλαπλασιαστικού υλικού. Ειδικότερα, η έρευνα έδειξε ότι γενικώς οι τοπικοί κρητικοί πληθυσμοί υπερτερούν σε προσαρμοστικότητα στη βιολογική γεωργία στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Κρήτης, ενώ τουλάχιστον δύο από αυτούς (ZAROSC, CRETE 13) είχαν υψηλότερη απόδοση σε σπόρο σε σύγκριση με όλες τις άλλες ποικιλίες. Ο πληθυσμός CRETE 13 έδειξε επίσης υπεροχή στο τελικό προϊόν σε ποσοστό πρωτεΐνης και στο δείκτη γλουτένης.

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΓΧΩΡΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΗ ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ

Κ. Κουτής[1], Χ. Βακάλη[1], Μ. Ναθαναηλίδου[1], Κ. Τσιγκάνου[2], Ρ. Τσίγκου[3], Ε. Ψωμουλιά[4], Τ. Κοτσάκου[5], Ν. Σταυρόπουλος[6]

[1]ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ , Άνω Λεχώνια, 37300 Βόλος [2] ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ, Εστιακό Σημείο, 5700Θέρμη Θεσσαλονίκης
[3] ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ, Εστιακό Σημείο,81100 Μυτιλήνη Λέσβου [4]ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ, Εστιακό Σημείο, 28100 Αργοστόλι Κεφαλονιάς [5] ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ, Εστιακό Σημείο,26442 Πάτρα
[6] ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ, Επιστημονική Συμβουλευτική Επιτροπή, 54640 Θεσσαλονίκη

Στην Ελλάδα, η μεταπολεμική στροφή της γεωργίας στις υψηλοαποδοτικές ποικιλίες και η μοντέρνα γεωργία οδήγησαν στη γενετική διάβρωση του μεγαλύτερου μέρους της εγχώριας γεωργικής βιοποικιλότητας. Η στροφή στις ήπιες μορφές γεωργίας, η κλιματική αλλαγή και τα διατροφικά σκάνδαλα προκάλεσαν το ενδιαφέρον, ιδιαιτέρως τα τελευταία χρόνια, για την επανακαλλιέργεια τοπικών ποικιλιών και την επιστροφή στην ποιότητα και την ξεχασμένη γεύση. Η προώθηση πανευρωπαϊκά της βιολογικής γεωργίας επίσης, έφερε στο προσκήνιο την αναγκαιότητα για επιλογή και δημιουργία κατάλληλων ποικιλιών για βιολογική γεωργία και γεωργία χαμηλών εισροών και επιπλέον την παραγωγή τοπικής, επώνυμης ή μη, ποιοτικής τροφής. Από την άλλη, εξάλλου, παγκοσμίως, αναδείχτηκε ως σημαντικής σπουδαιότητας για τη διατήρηση της γεωργικής βιοποικιλότητας η συμμετοχή των πολιτών και ειδικά των γεωργών και ξεκίνησαν πρωτοβουλίες, με την αρωγή του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO), για την υποστήριξη δράσεων επαναεισαγωγής και καλλιέργειας παραδοσιακών, προσαρμοσμένων ποικιλιών (Διατήρηση στον Αγρό ή On Farm Conservation) ως συμπληρωματικής της Επί Τόπου (In Situ) και Εκτός Τόπου (Ex Situ) Διατήρησης. Την τελευταία 15ετία στην Ευρώπη και στην Ελλάδα, ένα πλήθος οργανώσεων πολιτών και γεωργών, καλλιεργητών και διατηρητών παραδοσιακών ποικιλιών πιέζουν για τη διατήρηση στην καθημερινή γεωργική πρακτική και διατροφική συνήθεια των, συνήθως, λιγότερο ομοιόμορφων ή και λιγότερο αποδοτικών, αλλά ποιοτικών, παραδοσιακών ποικιλιών. Ο ΑΙΓΙΛΟΠΑΣ τα τελευταία χρόνια κατάφερε να εισαγάγει, μέσω του θεσμού των Σχολείων Σπόρων, κατάλληλη επιστημονική γνώση και εμπειρία με την οποία διατηρούνται παραδοσιακές και επαναπατρισμένες ποικιλίες και πληθυσμοί σιτηρών, κηπευτικών, οσπρίων, ψυχανθών και δενδρωδών. Παράλληλα, με διαδικασίες συμμετοχικής οργανικής αξιολόγησης και βελτίωσης (Participatory Organic Breeding), σε συνεργασία με ερευνητικά και εκπαιδευτικά ιδρύματα, συμβάλλει στην επιλογή κατάλληλων ποικιλιών για βιολογική γεωργία και γεωργία χαμηλών εισροών με παράλληλη αξιοποίηση της εγχώριας βιοποικιλότητας. Παραδείγματα επιτυχούς συμβολής στην αξιοποίηση της εγχώριας βιοποικιλότητας είναι η επαναεισαγωγή στην καλλιέργεια των παλαιών ποικιλιών σιταριού ΣΚΛΗΡΟΠΕΤΡΑ και ΛΗΜΝΟΣ, κριθαριού ΑΘΗΝΑΪΔΑ, μονόκοκκου σιταριού ΚΑΠΛΟΥΤΖΑΣ, τοπικών ποικιλιών κηπευτικών (πχ τομάτα ΛΩΤΟΣ, πιπεριά ΜΠΑΧΟΒΟΥ) και οσπρίων (πχ φάβα ΠΑΤΜΟΥ, φασόλι ΚΑΠΗΣ ΛΕΣΒΟΥ) διαφόρων περιοχών και η δημιουργία μητρικού φυτωρίου παραδοσιακών ποικιλιών μήλων και αχλαδιών. Η δημιουργία Εστιακών Σημείων του ΑΙΓΙΛΟΠΑ σε πολλές περιοχές της Ελλάδας με τη συμμετοχή, σε εθελοντική βάση, τοπικού δικτύου επιστημόνων, καταναλωτών, ομάδας

παραγωγών, μεταποιητών και διακινητών προϊόντων τοπικών ποικιλιών εξασφαλίζει τη διάρκεια του εγχειρήματος (καταγραφή, συλλογή, αξιολόγηση, διατήρηση και αξιοποίηση βιοποικιλότητας) και συμβάλλει αποφασιστικά στην αποτελεσματικότητά του.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΑΓΕΝΟΥΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Origanum onites (L.)* ΑΠΟ ΑΥΤΟΦΥΗ ΦΥΤΑ ΤΡΙΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σ. Κυριακουλέα, Ε. Γαβριήλ, Γ. Οικονόμου

Τομέας Γεωργίας, Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Εργαστηρίου Γεωργίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα, email: sofiak93@hotmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ικανότητα ριζοβόλησης μοσχευμάτων ρίγανης του είδους *Origanumonites, L.*,τα οποία ελήφθησαν από αυτοφυή φυτά των περιοχών: Απειράνθου Νάξου, Μάνης Λακωνίας και Ικαρίας (τα τελευταία φυτεία Γ.Π.Α.). Μεταχειρίστηκαν μεορμόνη ριζοβολίας ΙΒΑ (ίνδολο-3-βουτυρικό οξύ), και σε δύο επίπεδα συγκέντρωσης 0,2% και 0,06% σε δύο διαφορετικά υποστρώματα: τύρφη – περλίτης 80-20 και 50-50, εντός υδρονέφωσης για τριάντα ημέρες. Το πείραμα είχε ως στόχο την ανάδειξη της οικονομικότερης, πλέον ορθολογικής και επιχειρηματικά εφαρμόσιμης μεθόδου παραγωγής υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού ρίγανης από αγενή πολλαπλασιασμό.

Εισαγωγή

Η *O. onites* αποτελεί αυτοφυές είδος ρίγανης, κοινά γνωστή ως αγριορίγανη, ή τούρκικη ρίγανη (Andrews, 1961). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1400m κυρίως σε πετρώδη εδάφη και σε σχισμές βράχων. Ξεχωρίζει από την ταξιανθία, η οποία αποτελείται από στάχεις κατανεμημένους σε ψευδοκόρυμβο και τους μονόχειλους κάλυκες. Το είδος αυτό έχει λευκά άνθη. Βρίσκεται σε αφθονία σε αρκετά νησιά του Αιγαίου και εκτείνεται έως την δυτική και νότια Τουρκία (Vokou et al., 1988). Οι βλαστοί σε εγκάρσια τομή χαρακτηρίζονται από τετράγωνο σχήμα και φέρουν έμμισχα φύλλα, αντίθετα και ανά ζεύγος σταυροειδώς τοποθετημένα, με ωοειδές σχήμα και οδοντωτό περίγραμμα (Σαρλής, 1999, GÖNÜZA, 1999). Τα φύλλα παρουσιάζουν εποχικό διμορφισμό ως μία στρατηγική επιβίωσης στην καλοκαιρινή ξηρασία (Vokou et al., 1988). Παράλληλα εμφανίζουν τρίχωμα από δύο ειδών τρίχες, μη αδενώδεις και αδενώδεις. Οι τελευταίες βιοσυνθέτουν και εκκρίνουν ένα ευρύ φάσμα ουσιών όπως αιθέρια έλαια, κόλλες, νέκταρ, αλατούχα διαλύματα κ.ά. (Bosalidis A., 2002). Το ριζικό σύστημα της ρίγανης μορφολογικά είναι ατρακτοειδές δηλαδή αποτελείται από την πρωτογενή – κύρια ρίζα η οποία αναπτύσσεται κατακόρυφα και δίνει γένεση στις πλευρικές ρίζες (Τσέκου Ι., 2012).

Η ρίγανη στη φύση πολλαπλασιάζεται με σπόρο και στόλωνες. Ο σπόρος όμως είναι πολύ μικρός και άρα δύσκολος στη μεταχείριση. Επιπλέον φυτείες από σπορόφυτα παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα και ανομοιομορφία αφού είναι προϊόντα σταυρογονιμοποίησης (Kuris A. et al., 1980, Ρουπακιάς Δ., 2010). Συνεπώς παρίσταται η ανάγκη δημιουργίας φυτών με Αγενή Πολλαπλασιασμό (στο εξής Α.Π.), που θα οδηγήσει σε φυτείες με ομοιογένεια και σταθερότητα σε βάθος χρόνου τόσο στο φαινότυπο όσο και στο γονότυπο και άρα στα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Τα φυτά που προκύπτουν από αγενή πολλαπλασιασμό είναι πιστά αντίγραφα γονοτυπικά και φαινοτυπικά του μητρικού. Ο Α.Π. στηρίζεται στην ενδογενή ικανότητα «ολοδυναμία» ενός τμήματος του φυτού, που θα

οδηγήσει, υπό ευνοϊκές συνθήκες στη δημιουργία ενός νέου φυτού, μορφολογικά, φυσιολογικά και γενετικά όμοιου με το μητρικό, μέσω των δραστηριοτήτων της ιστοπλασίας και της οργανογένεσης (Σταυρακάκης, 2013). Κατά τον Α.Π. με μοσχεύματα η ριζοβόληση γίνεται μέσω της δημιουργίας τυχαίων ριζών (adventitious roots). Αυτού του είδους οι ρίζες μπορούν να εκπτυχθούν σε όλο το υπέργειο τμήμα του φυτού εκτός από το ριζικό σύστημα. Τα ριζογόνα κύτταρα δεν προϋπάρχουν στο υπέργειο τμήμα των φυτών αλλά όταν τεθεί το φυτό υπό ορισμένες συνθήκες αυτά δημιουργούνται με δύο τρόπους. Α΄ τρόπος: Διαφοροποίηση Μεριστωματικών Κυττάρων – Root Primordia. Σε αυτή την περίπτωση τα αδιαφοροποίητα κύτταρα του μεριστωματικού καμβίου που βρίσκονται στο περικύκλιο διαφοροποιούνται προς ριζογόνα (Primordia). Αυτό φαίνεται να συμβαίνει εξαιτίας της αύξησης της συγκέντρωσης των αυξινών στην περιοχής, που είτε βιοσυντέθηκαν ενδογενώς, είτε προστέθηκαν εξωγενώς, είτε και τα δύο. Β΄ Τρόπος: Αποδιαφοροποίηση και επαναδιαφοροποίηση κυττάρων όπου ήδη διαφοροποιημένα κύτταρα αλλάζουν πορεία ζωής και μετατρέπονται σε ριζογόνα μέσω πολύπλοκων μεταβολικών διαδικασιών. Κατά τους Kuris et al. (1980), στη ρίγανη προϋπάρχουν πάνω στους βλαστούς ριζογόνα κύτταρα τα οποία δημιουργούνται από τις υπάρχουσες μέσα στο φυτικό σώμα αυξίνες και άρα πάνω στα μοσχεύματα. Επίσης με τη εφαρμογή εξωγενώς αυξητικών ορμονών (IBA και IAA) εκπτύσσονται περαιτέρω «πραγματικές» τυχαίες ρίζες (“true” adventitious roots) καταρρίπτοντας προηγούμενες θεωρίες που έλεγαν ότι σε υψηλές συγκεντρώσεις αυξινών καταστρέφονται τα primordia. Αντίθετα πολλές έρευνες δείχνουν ότι αυτό που παρεμποδίζει την ριζοβόληση δεν είναι η πέραν ορίου ύπαρξη αυξινών αλλά ο ισχυρά ξυλοποιημένος φλοιός που περιβάλλει τα μοσχεύματα όταν αυτά δεν προέρχονται από βλαστούς τρέχουσας βλαστητικής περιόδου (Kuris A. et al., 1980). Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της ικανότητας ριζοβόλησης μοσχευμάτων ρίγανης του είδους *Origanum onites, L.,*τα οποία προήλθαν από αυτοφυή φυτά τεσσάρων περιοχών της Ελλάδος.

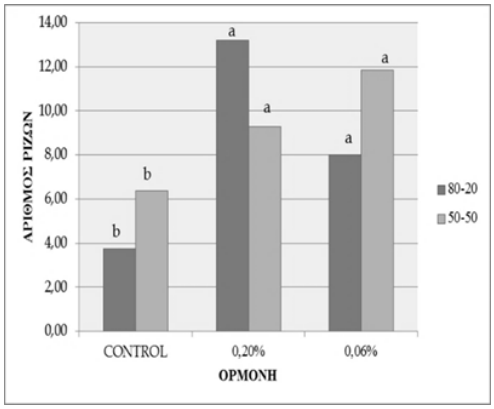
Υλικά και Μέθοδοι

Μοσχεύματα ρίγανης του είδους Origanum onites, L. τοποθετήθηκαν σε δύο υποστρώματα διαφορετικής σύστασης Τύρφη – Περλίτη 50 – 50 και 80 – 20 και εφαρμόστηκαν δύο επίπεδα συγκέντρωσης της ορμόνης ριζοβολίας IBA (ινδολο-3-βουτυρικό οξύ) εμπορίου σε σκόνη επίπασης 0,2% και 0,06%. Τα μοσχεύματαελήφθησαν από αυτοφυή φυτά των περιοχών: Απειράνθου Νάξου, Μάνης Λακωνίας και Ικαρίας (τα τελευταία σε φυτεία Γ.Π.Α.). Παράλληλα έγινε και εδαφική δειγματοληψία και ανάλυση των δειγμάτων στο εργαστήριο εδαφολογίας του Γ.Π.Α. Ο χρόνος λήψης των μοσχευμάτων ήταν ο Μάρτιος του 2016, εποχή έναρξης της αναβλάστησης του είδους. Τα μοσχεύματα (6-8 εκατοστά) αποκόπηκαν από κορυφές βλαστών της τρέχουσας βλάστησης και συμπεριελάμβαναν το κορυφαίο μερίστωμα πριν την διαφοροποίηση του σε άνθος. Το πειραματικό σχέδιο βασίστηκε στο Τ.Π.Ο.με τρείς παράγοντες: Συγκέντρωση Ορμόνης (Επίπεδα: Μάρτυρας, 0,2%, 0,06%) Υπόστρωμα (Ε.: 50 – 50, 80 – 20) και Περιοχή (Ε.: Νάξος, Μάνη, Ικαρία), και είχε ως εξής: Χρησιμοποιήθηκαν 120 μοσχεύματα από κάθε περιοχή. 60 για το υπόστρωμα τύρφη-περλίτης σε αναλογία 80-20 και 60 για το υπόστρωμα 50-50. Από τα 60 μοσχεύματα 20 χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες (χωρίς μεταχείριση με ορμόνη), σε 20 εφαρμόστηκε η ορμόνη IBA συγκέντρωσης 0,2% και σε 20 εφαρμόστηκε η ίδια ορμόνη συγκέντρωσης 0,06%. Η διαδικασία επαναλήφθηκε ομοίως και για τις άλλες δύο περιοχές. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 360 μοσχεύματα. Τα μοσχεύματα

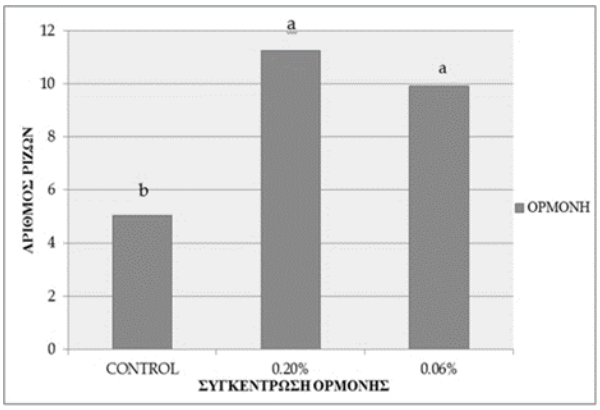
τοποθετήθηκαν σε σύστημα υδρονέφωσης σε θερμοκήπιο του Γ.Π.Α., όπου και παρέμειναν για ένα μήνα. Μετά το πέρας των 30 ημερών λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις που αφορούσαν στον αριθμό των ριζιδίων ανά μόσχευμα, στο μήκος του ριζικού συστήματος και στο συνολικό μήκος του ριζοβολημένου μοσχεύματος. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με την χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics centurion XV.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($p \leq 0.05$) σε όλους τους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των αλληλεπιδράσεων των παραγόντων για των αριθμό ριζών, το μήκος ριζικού συστήματος και το συνολικό μήκος μοσχεύματος δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές εκτός από τον έλεγχο που αποτυπώνεται σε αυτό το διάγραμμα.Παρατηρήθηκε ότι ο μέσος αριθμός ριζών στα ριζοβολημένα μοσχεύματα σε κάθε τύπο υποστρώματος ανάλογα με την συγκέντρωση ορμόνης διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 95.0% σε δοκιμασία LSD (Γράφημα 1). Στο συγκεκριμένο πείραμα ο αριθμός ριζών τείνει να λαμβάνει μεγαλύτερες τιμές όταν τα μοσχεύματα μεταχειρίζονται με ορμόνη 0,2% στο υπόστρωμα 50 – 50. Αφού όμως δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ορμονών και των υποστρωμάτων δύναται να χρησιμοποιηθούν οι οικονομικότερες και πιο οικολογικές εφαρμογές των 0,06% συγκέντρωση IBA και 50 – 50 τύρφη περλίτης.



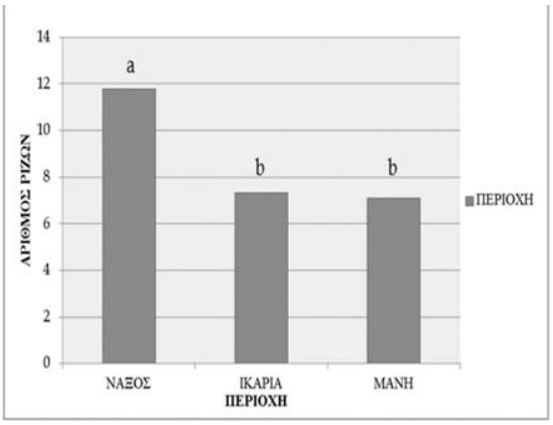
Γράφημα 1: Διαφοροποίηση του αριθμού ριζών σε κάθε τύπο υποστρώματος ανάλογα με την συγκέντρωση ορμόνης σε δοκιμασία LSD (Least Significant Difference - Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά)



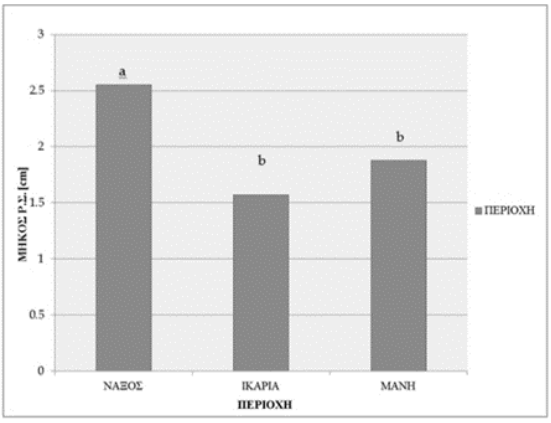
Γράφημα 2: Διαφοροποίηση αριθμού ριζών ανάλογα με το επίπεδο ορμόνης σε δοκιμασία LSD (Least Significant Difference - Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά)

Εν συνεχεία όσων αφορά στις Κύριες Επιδράσεις για τον αριθμό ριζών το Γράφημα 2 αποτυπώνει τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε διάστημα εμπιστοσύνης α = 0,05 που παρατηρούνται στον μέσο αριθμό των ριζών σε σχέση με τις επεμβάσεις IBA ανεξάρτητα από περιοχή και υπόστρωμα. Φαίνεται τελικά ότι ο μέσος αριθμός ριζών που σχηματίστηκαν δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο επιπέδων ενώ και τα δύο διαφέρουν από τον μάρτυρα. Συνεπώς η πρόταση εφαρμογής IBA σε συγκέντρωση 0.06% παραμένει.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($p \leq 0.05$) παρατηρήθηκε ότι ο μέσος αριθμός ριζών στα μοσχεύματα σε κάθε τύπο υποστρώματος και συγκέντρωση ορμόνης ανάλογα με την περιοχή διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 95.0% (Γράφημα 3) με τα μοσχεύματα της Νάξου να προηγούνται συγκριτικά με της άλλες δύο περιοχές τόσο στον αριθμό ριζών όσο και στο μήκος ριζικού συστήματος. Ο βιότυπος της Νάξου τείνει να παρουσιάζει μεγαλύτερη δυναμικότητα στην δημιουργία ενός ισχυρότερου ριζικού συστήματος αφού διέφερε στατιστικά από τις άλλες δύο περιοχές που δεν διέφεραν μεταξύ τους. Τελικά ο βιότυπος της Ικαρίας έδειξε την μεγαλύτερη αδυναμία στη δημιουργία ριζικού συστήματος ενώ ταυτόχρονα στο παρόν πείραμα ο βιότυπος της Μάνης έδειξε να βρίσκεται περίπου στη μέση. Σε όλο το πείραμα η δυναμικότητα των μοσχευμάτων που προέρχονταν από Νάξια μητρικά φυτά ήταν εμφανής.

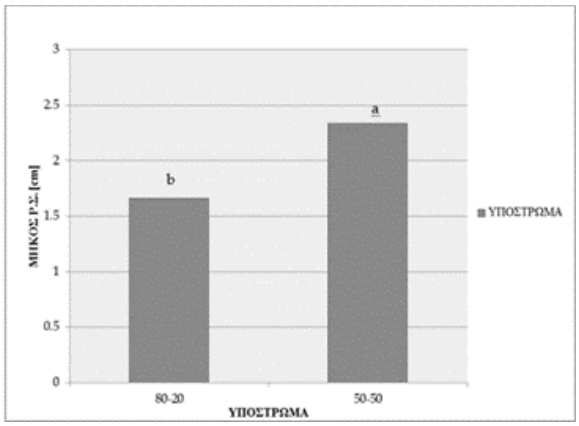


Γράφημα 3: Διαφοροποίηση αριθμού ριζών ανάλογα με την περιοχή σε δοκιμασία LSD (Least Significant Difference - Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά).



Γράφημα 4: Διαφοροποίηση του μήκους του Ριζικού Συστήματος ανάλογα με την περιοχή σε δοκιμασία LSD.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($p \leq 0.05$) παρατηρήθηκε ότι το μέσο μήκος του ριζικού συστήματος στα μοσχεύματα σε κάθε συγκέντρωση ορμόνης και σε κάθε περιοχή ανάλογα με τον τύπο υποστρώματος διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 95.0%. Στο Γράφημα 5 παρακάτω αποτυπώνεται η διαφοροποίηση του μέσου μήκους Ρ.Σ. ανάλογα με το υπόστρωμα. Το μέσο μήκος του ριζικού συστήματος διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των δύο υποστρωμάτων ανεξάρτητα από την περιοχή προέλευσης αλλά και το επίπεδο συγκέντρωσης ορμόνης. Τείνει να εμφανίζεται μεγαλύτερο στο υπόστρωμα 50 – 50. Αυτό πιθανώς αποτελεί ένδειξη ότι το μεγαλύτερο ποσοστό περλίτη στο υπόστρωμα αφήνει στις νεοαναπτυχθείσες και αδύναμες ρίζες τον απαραίτητο χώρο, παρέχοντας παράλληλα ικανά ποσοστά υγρασίας και αερισμού, ώστε να αναπτυχθούν προς το σχηματισμό ενός πλουσιότερου, βαθύτερου και ισχυρότερου ριζικού συστήματος.



Γράφημα 5: Διαφοροποίηση του μήκους Ρ.Σ. ανάλογα με το υπόστρωμα

Τέλος σε αυτό το πείραμα η τάση του μάρτυρα ήταν άκρως θετική αγγίζοντας πολλές φορές έως και το 50% των επιδόσεων σε ριζοβόληση των μεταχειρίσεων με ορμόνη. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει το έναυσμα νέων μελετών που θα έχουν πλέον στόχο την παραγωγή βιολογικού πολλαπλασιαστικού υλικού ακολουθώντας τις επιταγές της εποχής μας αλλά και τις μελλοντικές περιβαλλοντικές ανάγκες.

Συμπέρασμα

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων δεν είναι στατιστικά σημαντικές ενώ αντίθετα οι κύριες επιδράσεις στον αριθμό ριζών (για τον παράγοντα Ορμόνη και Περιοχή) και στο μήκος Ρ.Σ. (και για τους τρείς παράγοντες) είναι στατιστικά σημαντικές. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μοσχεύματα από τον βιότυπο της Νάξου σε υπόστρωμα 50% τύρφη – 50% περλίτης και σε συγκέντρωση 0,06% IBA αποτελούν τον καταλληλότερο συνδυασμό, σύμφωνα με το παρόν πείραμα, για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού ρίγανης μέσω αγενούς πολλαπλασιασμού.

Βιβλιογραφία

Andrews, A., 1961. Marjoram as a spice in the classical era. Chicago University Press, 81.

Bosalidis A., 2002. Stuctural features of Origanum sp.. Στο: K. Spiridon, επιμ. The genera Origanum and Lippia. London & New York: Taylor & Francis, 21 - 30.

GÖNÜZ A., Ö. B., 1999. An Investigation of the Morphology, Anatomy and Ecology of Origanum onties. Tr. J. of Botany, 23 : 19 - 32.

Kuris A. et al., 1980. Rooting and Initial Establishment of Stem Cuttings of Oregano, Peppermint, Balm. Scientia Horticulturae, 53 - 59.

Vokou et al., K., 1988. Origanum onites (Lamiaceae) in Greece: Distribution, Volatile Oil Yield and Composition. Economic Botany42 : 407.

ΡουπακιάςΔ., 2010. ΒελτίωσηΦυτών. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Σαρλής Γ., 1999. Συστηματική Βοτανική. Αθήνα: Σταμούλη.

Σταυρακάκης, Μ., 2013. Αμπελουργία. Αθήνα: Τροπή.

Τσέκου Ι., Η. Η., 2012. Μορφολογία και Ανατομία Φυτών. Θεσσαλονίκη: Αφοι. Κυριακίδη.

5Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΑ: ΜΟΧΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Προφορικές Ανακοινώσεις

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΙΓΑΝΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Ε. Γαβριήλ[1], Η. Ελευθεροχωρινός[2], Π. Ταραντίλης[3], S. Knezevic[4], Χ. Αναγνωστόπουλος[5], Γ. Οικονόμου[1]

[1]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Τομέας Γεωργίας, Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα.
[2] Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας, Εργαστήριο Γεωργίας, Πανεπιστημιούπολη, 54124, Θεσσαλονίκη
[3]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Τροφίμων Βιοτεχνολογίας και Ανάπτυξης, Τμήμα Επιστημής Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα.
[4] University of Nebraska, Lincoln, Department of Agronomy and Horticulture, Lincoln, U.S.A.
[5] Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Τμήμα Ελέγχου Γεωργικών Φαρμάκων & Φυτοφαρμακευτικής, Εργαστήριο Υπολειμμάτων Γεωργικών Φαρμάκων, Στεφ. Δέλτα 8, 14561, Κηφισιά, Αθήνα.

Περίληψη

Η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart) είναι ένα τυπικό ενδημικό είδος που απαντάται στα περισσότερα μέρη της Ελλάδος, από τις παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής χώρας έως σε υψόμετρο 1500 μέτρων. Εμφανίζει υψηλή συγκέντρωση αιθερίου ελαίου από 1.1 - 8.2%, v/w, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται, περίπου 10 φορές υψηλότερη σε σύγκριση με τα άλλα είδη του ίδιου είδους. Τα ζιζάνια αποτελούν το μεγαλύτερο πρόβλημα για την καλλιέργεια της ρίγανης. Ως εκ τούτου, οι στόχοι αυτής της μελέτης ήταν: α) η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των μηχανικών, χημικών και φυσικών μέσων αντιμετώπισης των ζιζανίων, β) η διερεύνηση των επιπτώσων από την εφαρμογή τους στην απόδοση της ρίγανης και στην ποιότητα του αιθερίου ελαίου της, γ) η αξιολόγηση της πιθανής χρήσης τους σε ένα πρόγραμμα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων. Η μελέτη εκπονήθηκε κατά τη διάρκεια του 2014 και 2015 στο Αγρίνιο και στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α.). Τα κυρίαρχα ζιζάνια στο Αγρίνιο ήταν τα: *Cyperus rotundus* L. και *Sorghum halepense* Pers. ενώ στο Γ.Π.Α. ήταν τα ακόλουθα: *Amaranthus retroflexus* L., *Tribulus terrestris* L., *C. rotundus* L. και *Malva sylvestris* L. Το πειραματικό σχέδιο το οποίο ακολουθήθηκε στα πειράματα ήταν αυτό των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο). Το 2014 πραγματοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν δύο προ-μεταφυτευτικές εφαρμογές μίγματος ζιζανιοκτόνων, μια μεταφυτρωτική εφαρμογή μίγματος ζιζανιοκτόνων, δύο διαφορετικές δοσολογίες glyphosate, τρεις δόσεις φλογίστρου, ενώ υπήρχαν πειραματικά τεμάχια με ζιζάνια και χωρίς ζιζάνια (μηχανική μέθοδος). Ωστόσο, το 2015 οι επεμβάσεις που εξετάστηκαν ήταν η προ-μεταφυτευτική εφαρμογή μίγματος των metribuzin + pendimethalin σε αναλογία 0,14 + 0,1365 kg δ.ο. ha^{-1} αντίστοιχα, η μετάφυτρωτική εφαρμογή του μίγματος cycloxydim + metribuzin σε αναλογία 0,3 L. + 0,175 kg δ.ο. ha^{-1} αντίστοιχα, η μετάφυτρωτική εφαρμογή του glyphosate με 0,54 kg δ.ο. ha-1 και το

φλόγιστρο με δόση προπανίου στα 119 kg ha^{-1}. Οι επεμβάσεις αξιολογήθηκαν βάσει του προσδιορισμού της πυκνότητας των ζιζανίων και του ξηρού βάρους τους, του ξηρού βάρος της ρίγανης και της απόδοσής της σε αιθέριο έλαιο. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι είτε η μετά-φυτευτική εφαρμογή του μίγματος ζιζανιοκτόνου είτε η μηχανική καταπολέμηση σε συνδυασμό με το glyphosate παρουσίασε παρόμοια αποτελεσματικότητα τα ζιζάνια. Επιπλέον, αυτές οι εφαρμογές παρείχαν αυξημένη απόδοση τόσο στη ξηρή δρόγη της ρίγανης όσο και στα αιθέρια έλαια χωρίς καμία επίδραση στο χημικό προφίλ των αιθέριων ελαίων. Υπολείμματα ζιζανιοκτόνου δεν ανιχνεύθηκαν σε κανένα από τα δείγματα που εξετάστηκαν. Εν κατακλείδι, τα μηχανικά μέσα σε συνδυασμό με μια μετα-φυτευτική εφαρμογή είναι κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν σε ένα πρόγραμμα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων για την καλλιέργεια της ρίγανης καθώς φάνηκε να ελέγχει τους πληθυσμούς των ετήσιων και των πολυετών ζιζανίων, να μειώνει το κόστος του ελέγχου τους και να έχει μικρότερη επίπτωση στο περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: Ελληνική ρίγανη, ζιζάνια, αποδόσεις, αιθέριο έλαιο, καρβακρόλη

Εισαγωγή

Η οικογένεια *Lamiaceae* περιέχει το γένος *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά φυτά «Ρίγανης» (Ελληνική & Τούρκικη) (Makri, 2002). Η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart) είναι ένα πολυετές φυτό το οποίο ευδικιμεί σε ξηρά, βραχώδη και ασβεστολιθικά εδάφη σε ορεινές περιοχές στη Νότια Ευρώπη και τη Νότιο-Δυτική Ασία. Καλλιεργείται από την αρχαιότητα, χάρη στις βοτανικές και τις θεραπευτικές της ιδιότητες (Dordas, 2009) και σήμερα προστίθενται σε διάφορα εμπορικά σκευάσματα, κυρίως ως αντιοξειδωτικός και αντιμικροβιακός παράγοντας (Chorianopoulos et al., 2004), λόγω των φαινολικών και τερπενοειδών ενώσεων της. Ο όρος «Ρίγανη» αναφέρεται κυρίως στο χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση που έχουν τα φυτά των όποιων το αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά καρβακρόλης (Kokkini et al., 2003). Τα ζιζάνια αποτελούν το μεγαλύτερο εμπόδιο στην καλλιέργεια των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών (Abaas, 2014) και τα ζιζανιοκτόνα αποτελούν τα πιο σημαντικά εργαλεία για την καταπολέμηση των ζιζανίων. Επιλεκτικός έλεγχος ζιζανίων στην *O. vulgare* έχει αναφερθεί με μεταφυτευτική εφαρμογή των bentazon, chlorpopham, propyzamide, pyridate, tebutam, και 2,4- D (Bouveart and Gallotte 1992). Παρόλα αυτά, τα ζιζανιοκτόνα δεν έχουν αξιολογηθεί ακόμα για την αποτελεσματικότητα έναντι των ζιζανίων και την εκλεκτικότητα στην καλλιέργεια της ρίγανης. Έτσι σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διερεύνηση εφαρμογής ενός προγράμματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων (IWM).

Υλικά και μέθοδοι

Η μελέτη εκπονήθηκε επί δύο συνεχόμενες καλλιεργητικές περιόδους (2014-2015) στο Αγρίνιο και στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α το 2015. Η προέλευση του σπόρου του είδους της *O.vulgare* L. subsp. *hirtum* ήταν από τη περιοχή του Ταϋγέτου. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων με τρεις επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν και αξιολογήθηκαν το πρώτο έτος ήταν: Pre1: προ-μεταφυτευτική εφαρμογή μίγματος metribuzin + pendimethalin (0.14 + 1,365 kg δ.ο. ha^{-1}, αντίστοιχα), Pre2: προ-μεταφυτευτική εφαρμογή

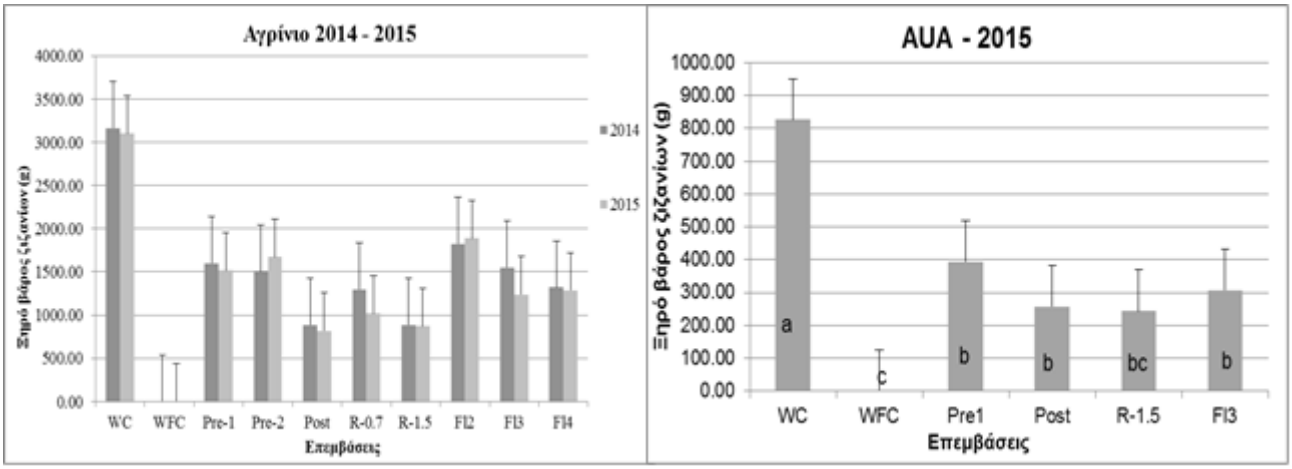
μίγματος metribuzin + pendimethalin (0.210 + 0.091 kg δ.ο. ha^{-1} , αντίστοιχα), Post: μεταφυτρωτική εφαρμογή μίγματος cycloxydim + metribuzin (0.3 L. + 0.175 kg δ.ο. ha^{-1}, αντίστοιχα), R-0.7: Glyphosate (0.252 kg δ.ο. ha^{-1}), R-1.5: Glyphosate (0.54 kg δ.ο. ha^{-1}), Fl: Φλόγιστρο- Flaming propane: 99 kg ha^{-1}, 119 kg ha^{-1} και 137 kg ha^{-1}, WC: Weedy control, WFC: Weed-free control. Ο σκοπός του ελέγχου των επεμβάσεων αφορούσε στην επιλογή της καταλληλότερης επέμβασης ζιζανιοκτόνου και φλογίστρου οι οποίες δεν θα έχουν καμία επίπτωση στην απόδοση της καλλιέργειας και στην ποιότητα του αιθερίου ελαίου της. Επομένως, η επιλογή των επεμβάσεων βασίστηκε στην αποτελεσματικότητα τους έναντι των ζιζανίων αλλά και στην εκλεκτικότητα τους στην καλλιέργεια. Έγινε έλεγχος της επαναληψιμότητας και της αξιοπιστίας των επιλεγμένων επέμβάσεων από το πρώτο έτος για την αποτελεσματικότητα τους στα ζιζάνια και την επίδρασή τους στην απόδοση της ρίγανης και στο αιθέριο έλαιο αλλά διερευνήθηκε και η επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στην αποτελεσματικότητα στα ζιζάνια και στην εκλεκτικότητα της καλλιέργειας των επιλεγμένων επεμβάσεων της 1ης χρονιάς. Επομένως, δύο πειράματα πραγματοποιήθηκαν την επόμενη χρονιά: στο Αγρίνιο- 2η καλλιεργητική περίοδος και στο ΓΠΑ 1η καλλιεργητική περίοδος και οι εφαρμογές που αξιολογήθηκαν ήταν: προμεταφυτευτική metribuzin + pendimethalin - Pre1, μεταφυτευτική cycloxydim + metribuzin – Post, μεταφυτευτική Postem glyphosate - R-1.5 και φλόγιστρο με δόση 119 kg ha^{-1} – Fl3. Εξετάστηκαν τα παραγωγικά, φαινολογικά, μορφολογικά και χημειοτυπικά χαρακτηριστικά. Η αξιολόγηση των επεμβάσεων έγινε μέσω του ξηρού βάρους των ζιζανίων, της πυκνότητας των ζιζανίων (50 by 50 cm quadrat), του ξηρού βάρους των φυτών ρίγανης (συγκομιδή στην πλήρη άνθιση), της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο, την ποιότητα του αιθερίου ελαίου και τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων (νωπό & ξηρό φυτικό υλικό). Τα ξηρά φυτικά βάρη προέκυψαν κατόπιν ήπιας ξήρανσης υπό σκιά σε καλά αεριζόμενους χώρους για 15 ημέρες. Τα αιθέρια έλαια παρελήφθησαν από ξηρό φυτικό υλικό με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με τη χρήση της συσκευής Clevenger. Η χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων έγινε με την χρήση αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας (GC-MS). Η ανάλυση των δειγμάτων για υπολείμματα έγινε με Υγρή χρωματογραφία και φασματογραφία μαζών (LC-MSMS) και το όριο ποσοτικού προσδιορισμού ορίστηκε στα 0.01 mg/kg για metribuzin (συμπεριλαμβανομένων desamino, diketo, desamino-diketo μεταβολίτες) pendimethalin και cycloxydim και 0.1 mg/kg για glyphosate. Το όριο που τέθηκε για το glyphosate καλύπτει το υπάρχον μέγιστο όριο υπολειμμάτων (Maximum Residue Limit, MRL) του 0,1 mg/kg σύμφωνα με Reg. (EU) No 293/2013 για τα Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά. Η πιστοποίηση έγινε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ SANCO/12571/2013 και SANTE/11945/2015 για φυτικά προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό και σε πιο εξειδικευμένα υποστρώματα με χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό. Για τη στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα «Statgraphics Centurion της Statpoint Technologies, INC».

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι το ξηρό βάρος των ζιζανίων στο Αγρίνιο δεν εμφάνισε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μελετούμενων ετών. Παρόλα αυτά, και στα δύο έτη το WFC παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με όλες τις άλλες επεμβάσεις, εκτός της μεταφυτρωτικής επέμβασης POST (μίγματος

cycloxydim + metribuzin) και των δύο επεμβάσεων glyphosate. Ακολούθως, στο Γ.Π.Α. για το έτος 2015 η επίδραση των εφαρμογών στο ξηρό βάρος των ζιζανίων έδειξε ότι υπήρξαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Δεν υπήρχε όμως στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του WFC και R-1.5 (Διάγραμμα 1α, β).

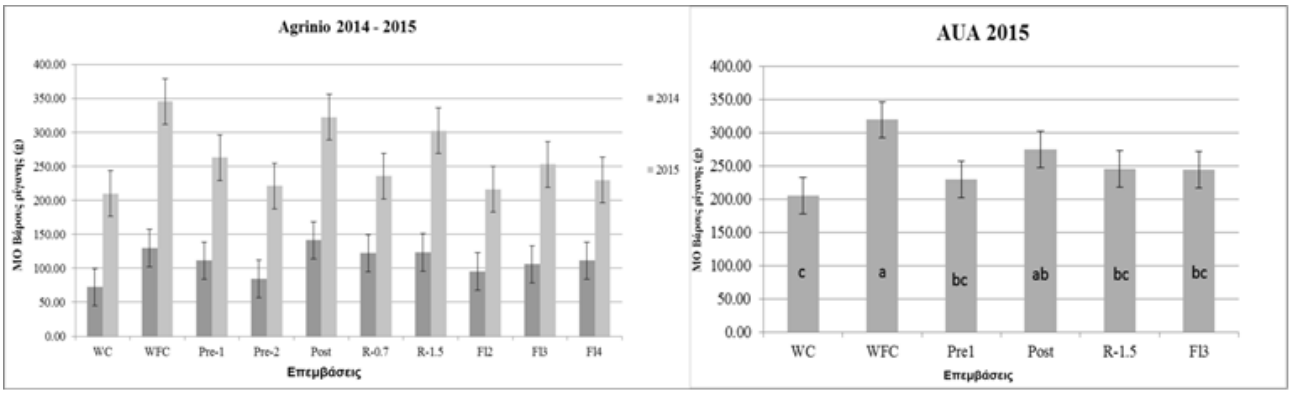
Υπήρξαν διαφορές μεταξύ των δύο τοποθεσιών στα κυρίαρχα είδη των ζιζανίων. Έτσι, στο Αγρίνιο τα κυρίαρχα ζιζάνια ήταν: *Cyperus rotundus* L. και *Sorghum halepense* Pers. ενώ στο Γ.Π.Α. ήταν τα ακόλουθα: *Amaranthus retroflexus* L., *Tribulus terrestris* L., *C. rotundus* L. και *Malva sylvestris* L. Σχετικά με την επίδραση των επεμβάσεων στην πυκνότητα των ζιζανίων, παρατηρήθηκε ότι στο Αγρίνιο και τα δύο χρόνια ο πληθυσμός των ζιζανίων παρέμεινε στο ίδιο επίπεδο. Υπήρχε μια τάση μείωσης της πυκνότητας των ζιζανίων πιθανώς λόγω της συνεχούς καλλιέργειας. Η κύπερη ήταν το κυρίαρχο ζιζάνιο και υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων εκτός μεταξύ WFC-POST- R1.5 σε σύγκριση με WFC. Επιπλέον, οι επεμβάσεις με το φλόγιστρο φαίνεται ότι δεν επηρέασε την κύπερη ενώ είχαν επιπτώσεις σε άλλα είδη ζιζανίων όπως Abutilon. Παρόμοια ήταν η κατάσταση και στο ΓΠΑ. Καμία επίδραση στην κύπερη από οποιαδήποτε επέμβαση. Όμως άλλα είδη ζιζανίων φάνηκε ότι επηρεάστηκαν από τις εφαρμογές, όπως το βλήτο στο R1.5.



Διάγραμμα 1α. Ξηρό βάρος ζιζανίων στο Αγρίνιο κατά τις δύο καλλιεργητικές περιόδους 2014-2015, 1β. Ξηρό βάρος ζιζανίων στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο 2015.

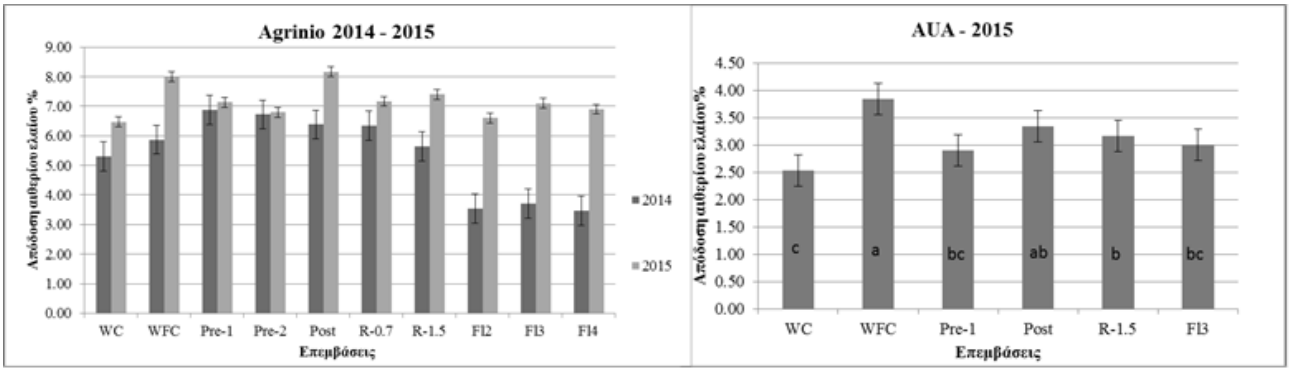
Ακολουθεί η επίδραση επί του ξηρού βάρους των φυτών της ρίγανης. Στην περίπτωση του Αγρινίου υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ετών της καλλιέργειας. Δεν σημειώθηκαν όμως διαφορές στις επεμβάσεις WFC-Post-R 1.5-FL3 το 2014 και μεταξύ των WFC-Post-R 1.5 το 2015. Επιπλέον, το ξηρό βάρος ήταν υψηλότερο σε αυτές τις επεμβάσεις. Στην περίπτωση του ΓΠΑ σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος της Ρίγανης μεταξύ των επεμβάσεων, εκτός από WFC-POST (Διάγραμμα 2α,β). Σχετικά με την επίδραση των επεμβάσεων στην απόδοση του αιθερίου ελαίου ήταν προφανές ότι το δεύτερο έτος της καλλιέργειας σημειώθηκαν μεγαλύτερες τιμές αυτού του χαρακτηριστικού και σε κάποιες περιπτώσεις δεν υπήρχαν διαφορές της ίδιας μεταχείρισης ανάμεσα στα δύο έτη, όπως στο PRE1 και PRE2. Ήταν αναμενόμενη η αύξηση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο λόγω του 2ου έτους της καλλιέργειας. Γενικά, σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε σύγκριση με WFC. Αλλά δεν υπήρχαν

διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό μεταξύ του WFC-POST-R1.5 Ομοίως, στο Γ.Π.Α. δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ WFC-POST. (Διάγραμμα 3 α, β).



Διάγραμμα 2α. Ξηρό βάρος ρίγανης στο Αγρίνιο κατά τις δύο καλλιεργητικές περιόδους 2014-2015, 2β. Ξηρό βάρος ρίγανης στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο 2015.

Όσον αφορά τη σύσταση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης βράθηκε ότι η καρβακρόλη και η θυμόλη ήταν τα κυρίαρχα συστατικά και ακολουθούν το γ-τερπινένιο, p-κυμένιο και το καρυοφυλλένιο. Υπάρχουν διαφορετικοί χημειότυποι ρίγανης οι οποίοι κατηγοριοποιούνται ανάλογα τη σύσταση του αιθερίου ελαίου της και στη συγκεκριμένη περίπτωση προέκυψε ότι η συγκεκριμένη ρίγανη ήταν τύπου καρβακρόλης - θυμόλης. Για το λόγο αυτό εξετάζεται το άθροισμα αυτών των κύριων συστατικών. Στο Αγρίνιο η επίδραση των επεμβάσεων στο άθροισμα καρβακρόλης - θυμόλης δεν έδειξε καμία διαφοροποίηση μεταξύ των ετών ή μεταξύ των επεμβάσεων. Υπάρχει σταθερότητα μεταξύ των ετών αλλά και τις επεμβάσεις. Τα ίδια αποτελέσματα προέκυψαν και στο Γ.Π.Α. Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Από την ανάλυση της ρίγανης για τα υπολείμματα των εξεταζόμενων ζιζανιοκτόνων, τα οποία δεν είναι εγγεγραμένα στην Ελλάδα για χρήση στη ρίγανη (ή δε κάποιο άλλο ΦΑΦ), δεν βρέθηκε κανένα από τα ενεργά συστατικά τους σε κανένα από τα δείγματα που αναλύθηκαν.



Διάγραμμα 3α. Απόδοση αιθερίου ελαίου ρίγανης στο Αγρίνιο κατά τις δύο καλλιεργητικές περιόδους 2014-2015, 3β. Απόδοση αιθερίου ελαίου ρίγανης στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο 2015.

Συμπερασματικά, η μεταφυτρωτική εφαρμογή με μίγμα ζιζανιοκτόνων ή μηχανικά μέσα σε συνδυασμό με glyphosate έδωσαν παρόμοιο έλεγχο των ζιζανίων. Επιπλέον, αυτές οι επεμβάσεις αύξησαν την ξηρή δρόγη της ρίγανης και την απόδοση του αιθερίου ελαίου χωρίς καμία επίδραση στο χημειοτυπικό προφίλ των αιθερίων ελαίων. Οποιαδήποτε διαφοροποίηση στα αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο τοποθεσίες θα μπορούσε να είναι λόγω του ξηροθερμικού περιβάλλοντος (Γ.Π.Α.) (υπό έρευνα). Τα στοιχεία που προκύπτουν από τη μελέτη αυτή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για αδειοδότηση ζιζανιοκτόνου καθώς δεν υπάρχει επίδραση στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της ρίγανης από την εφαρμογή Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων. Ένας συνδυασμός μηχανικών μέσων, με μεταφυτρωτική εφαρμογή cycloxydim + metribuzin ή glyphosate είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν σε ένα πρόγραμμα ΟΔΖ για την ρίγανη επειδή το πρόγραμμα αυτό ελέγχει ετήσια και πολυετή ζιζάνια, μειώνει το κόστος του ελέγχου των ζιζανίων και έχει μικρότερη επίπτωση στο περιβάλλον

Βιβλιογραφία

Abaas I. (2014). Effect of biological competition of weeds on growth and volatile oil yield of marigold (*Calendula officinalis* L.) as medicinal plant used in herbal medicine of Iraq. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. Vol. 6, Issue1.

Bouveart, J. P. and P. Gallotte. 1992. Chemical weed control in *Melissa officinalis*. Weed Abstr. 42:626

Chorianopoulos N., Kalpouzakis E., Aligiannis N., S. Mitaku, Nychas G.J., Haroutounian S. (2004). Essential Oils of *Satureja*, *Origanum*, and *Thymus* Species: Chemical Composition and Antibacterial Activities against Foodborne Pathogens. J. Agric. Food Chem. 2004, 52, 8261−8267.

Dordas C. (2009). Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). Industrial crops and products, 29:599-608.

Kokkini, S., R. Karousou and E. Hanlidou 2003. Herbs of the Labiatae. In: B. Caballero, L. Trugo and P. Finglas, eds, Encyclopedia of food science and nutrition, second ed., pp. 3082-3090, Academic press, London

Makri, O. 2002. Cultivation of Oregano. In: S.E. Kintzios, ed., Oregano, the genera *Origanum* and *Lippia*, pp. 153-162, Taylor and Francis, London and New York.

EFFECT OF OREGANO'S QUALITY AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF THE APPLICATION OF AN INTEGRATED WEED MANAGEMENT

Gavriil E.[1], Eleftherohorinos I.[2], Tarantilis P.[3], Knezevic S.[4], Anagnostopoulos C.[5], Economou G.[1]

Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart) is typical endemic specie found in many parts of Greece, from the coastal areas of the mainland up to an altitude of 1500 meters. It appears to have high concentration of essential oil from 1.1 - 8.2%, v / w, depending on the environment in which develops, about 10 times higher compared to the other species. The weeds are the biggest problem for growing oregano. Therefore, the aims of this study were: a) to evaluate the efficacy and selectivity of mechanical, chemical and physical means against weeds, b) to investigate their impact on oregano yield and essential oil quality, c) to evaluate their possible use in an IWM program. Field experiments were conducted during

2014 and 2015 in Agrinio (Western Greece) and in A.U.A. The dominant weeds in Agrinio were: *Cyperus rotundus* L. and *Sorghum halepense* Pers. while at AUA were the following: *Amaranthus retroflexus* L., *Tribulus terrestris* L., *C. rotundus* L. and *Malva sylvestris* L. A randomized complete block design was used in all experiments. In 2014, two pre-emergence herbicide applications, one post-emergence, two glyphosate rates, three flaming propane doses, weedy control and weed-free control (mechanical method) were evaluated. However, in 2015 the examined treatments were the pre-emergence application of metribuzin+pendimethalin at 0.14+1.365 kg a.i. ha^{-1}, the post-emergence application of cycloxydim+metribuzin at 0.3 L.+0.175 kg a.i. ha^{-1}, the post-emergence application of glyphosate at 0.54 kg a.i.ha^{-1} and the propane flaming at the rate of 119 kg ha^{-1}. The treatments were evaluated by determining weed density and their dry matters, oregano herbage and essential oil yields. The results indicated that post-emergence application of herbicide mixture or mechanical means in combination with glyphosate gave similar weed control. In addition, these treatments increased oregano herbage and essential oil yields without any effect on the chemical profile of essential oils. Herbicide residues were not detected in any of the examined samples. In conclusion, the mechanical means combined with a post-emergence application of glyphosate reduced rate is qualified to be used in an IWM program for oregano as it controls annual and perennial weeds, reduces cost of weed control and has less herbicide impact on the environment.

ΥΒΡΙΔΙΑ ΗΛΙΑΝΘΟΥ EXPRESSSUN® ΚΑΙ CLEARFIELD®: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΟΛΟΠΑΡΑΣΙΤΟΥ *O. cumana* ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Π. Βαχαμίδης[1], Γ. Οικονόμου[1], Δ. Λύρα[1], Δ. Καλύβας[2], Ε. Γαβριήλ[1],Α. Στεφοπούλου[3]

[1]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 11855
[2]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Εδαφολογίας & Γεωργικής Χημείας, Ιερά Οδός 75, 11855
[3]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, Ιερά Οδός 75, 11855

Τα ζιζάνια και ιδιαίτερα το ολοπαράσιτο *Orobanche cumana* Wallr. αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα στην καλλιέργεια ηλίανθου (*Helianthus annuus* L.) στην Ελλάδα αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο. Η ανάπτυξη και υιοθέτηση των ανθεκτικών στα ζιζανιοκτόνα καλλιεργειών/υβριδίων (HRC) έχουν προσφέρει περισσότερες δυνατότητες για τη διαχείριση των ζιζανίων και ως εκ τούτου η χρήση τέτοιων υβριδίων κυριαρχεί στα συστήματα της γεωργικής παραγωγής του ηλίανθου στην Ελλάδα. Οι δύο κυριότερες ομάδες HRC υβριδίων τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας είναι τα ExpressSun® και Clearfield®. Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να εκτιμηθεί εάν έχει μεταβληθεί η αποτελεσματικότητά τους, ύστερα από τη συνεχόμενη χρήση τους από το 2012 έως και το 2015. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε ο νομός Έβρου, που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους νομούς καλλιέργειας ηλίανθου στην Ελλάδα, και πραγματοποιήθηκαν εκτενείς επισκοπήσεις το 2012 σε 27 αγροτεμάχια και το 2015 σε 50. Η καταγραφή της ζιζανιοχλωρίδας έγινε με τη χρήση δειγματοληπτικών πλαισίων, σε διαδρομές τεθλασμένης γραμμής (ζιγκ-ζάγκ) μέσα στα όρια του κάθε αγροτεμαχίου. Σε κάθε στάση αυτής της διαδρομής πραγματοποιήθηκε ταυτοποίηση των φυτικών ειδών που ήταν εντός του δειγματοληπτικού πλαισίου και εκτίμηση της πυκνότητας του κάθε είδους. Οι συγκεκριμένες επισκοπήσεις είχαν ως στόχο να ανιχνεύσουν, αν η συνεχόμενη χρήση των συγκεκριμένων υβριδίων και άρα και των ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται μαζί, προκάλεσε τελικά μεταβολές στην ζιζανιοχλωρίδα. Σύμφωνα με τον δείκτη αφθονίας (Abundance Index) τα κυριότερα είδη ζιζανίων που εντοπίστηκαν στις καλλιέργειες ηλίανθου του νομού Έβρου ήταν σε φθίνουσα σειρά τα είδη *Solanum nigrum* L., *Chenopodium album* L. *Xanthium strumarium* L. και *Sorghum halepense* L. ενώ το 2015 ήταν τα είδη *C. album, Echinochloacrus-galli* (L.) Beauv., *S. halepense* και *Xanthium strumarium*. Σημαντικό ήταν το γεγονός ότι και τα δύο έτη αναφοράς η οροβάγχη (*O. cumana*) εντοπίστηκε σε παρόμοια χαμηλούς πληθυσμούς, περιορισμένη κυρίως στην περιφέρεια των αγροτεμαχίων, ενώ δεν έδειξε να διαφοροποιείται σημαντικά η συχνότητα εμφάνισής της, καθώς και ο δείκτης αφθονίας της μεταξύ του 2012 και 2015. Τα συγκεκριμένα ευρήματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η αποτελεσματικότητα των καλλιεργητικών συστημάτων ExpressSun®καιClearfield® στον ηλίανθο δεν δείχνει να έχει μεταβληθεί, παρά τη συνεχόμενη χρήση τους τα τελευταία χρόνια.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΕ ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΘΟΥΣ *Calendula officinalis* L.

Γ. Σταυρόπουλος[1], Γ. Παπαστυλιανού[1], Ι. Σαμανίδης[2], Κ. Παπάζογλου[3]

[1]Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ΓΠΑ, 11855, Αθήνα
[2] KORRES Α.Ε. ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ
[3] ΔΡΟΓΗ Βιολογικά Βότανα

Η καλέντουλα (*Calendula officinalis* L.) είναι ένα από τα πιο γνωστά ετήσια φυτικά είδη στην κατηγορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών, λόγω της χρήσης του στη βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών. Καλλιεργείται για τους ελαιούχους σπόρους της, τα φύλλα και τα άνθη που περιέχουν αιθέριο έλαιο, τερπενοειδή, φλαβονοειδή, κουμαρίνες και καροτενοειδή. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της οργανικής λίπανσης σε ποσοτικά και ποιοτικά ανθικά χαρακτηριστικά του φυτού. Το πειραματικό σχέδιο που επιλέχθηκε ήταν των ομάδων με υποομάδες με τρεις επαναλήψεις, τρεις κύριες ομάδες (λίπανση: οργανική, ανόργανη, μάρτυρας) και δύο υποομάδες (προσθήκη, μη προσθήκη εμπορικού σκευάσματος μυκόρριζας *Glomus* spp.). Πραγματοποιήθηκαν δώδεκα κοπές πριν και πέντε κοπές μετά την καρατόμηση των φυτών. Μετρήθηκε η απόδοση σε νωπό και ξηρό βάρος άνθους και προσδιορίστηκε μετά από εκχύλιση η συγκέντρωση ολικών πολυφαινολών και ολικών φλαβονοειδών με φασματοφωτόμετρο. Οι λιπάνσεις (οργανική και ανόργανη) επέδρασαν θετικά στην απόδοση σε νωπό και ξηρό βάρος ανθέων συγκριτικά με το μάρτυρα, ιδιαίτερα πριν την καρατόμηση των φυτών. Η προσθήκη μυκόρριζας αύξησε την απόδοση σε νωπό και ξηρό βάρος ανθέων 7,8% και 7% στο μάρτυρα, 15,1% και 15,5% στην οργανική λίπανση και 14,1% και 17,3% στην ανόργανη λίπανση, αντίστοιχα) αν και οι διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα δεν κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση ολικών πολυφαινολών και ολικών φλαβονοειών υπό την επίδραση των διαφόρων επίπεδων λίπανσης με προσθήκη ή μη μυκόρριζας. Τα αποτελέσματα της εργασίας δείχνουν ότι η οργανική λίπανση δεν υπολείπεται σε απόδοση νωπού και ξηρού βάρους άνθους ούτε μειονεκτεί στη συγκέντρωση ολικών πολυφαινολών και ολικών φλαβονοειδών στο εν λόγω τμήμα του φυτού σε σχέση με την ανόργανη λίπανση. Το παραπάνω συμπέρασμα είναι εξαιρετικά σημαντικό για την επιλογή μεθόδου καλλιέργειας δεδομένου ότι η λίπανση ως καλλιεργητική τεχνική αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας του βιολογικού τρόπου παραγωγής ο οποίος στην παρούσα περίπτωση δύναται να ακολουθηθεί προσφέροντας στο προϊόν εμπορικό πλεονέκτημα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΦΩΣΦΟΡΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΦΑΚΗΣ (*Lens culinaris* MEDIK.)

Γ. Θεολογίδου[1], Δ. Μπαξεβάνος[2], Ι. Θ. Τσιάλτας[1]

[1]ΑΠΘ, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, 541 24, Θεσσαλονίκη
[2]ΕΛΓΟ-«Δήμητρα», Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, 41335 Λάρισα

Περίληψη

Πείραμα αγρού εγκαταστάθηκε, για δύο καλλιεργητικές περιόδους (2013-14 και 2014-15), στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ, όπου εφαρμόστηκαν προσπαρτικά τέσσερα επίπεδα P [0 (P0), 3 (P3), 6 (P6) και 9 (P9) kg P_2O_5/στρ] σε τέσσερεις ποικιλίες φακής [Σάμος, Θεσσαλία, Flip 2003-24L (Flip), Ικαρία]. Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split-plot) με τρεις επαναλήψεις και κύρια τεμάχια τις επεμβάσεις P και υποτεμάχια τις ποικιλίες και τα στάδια ανάπτυξης. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά επτά παρατηρήσεις, δύο σε βλαστικά (V4-5, V7-8) και πέντε σε αναπαραγωγικά στάδια (R1, R2, R4, R6 και R8). Οι ημερήσιες θερμοκρασίες (μέγιστη και ελάχιστη), από τη σπορά έως τη συγκομιδή, λήφθηκαν από μετεωρολογικό σταθμό εντός του Αγροκτήματος ΑΠΘ, με σκοπό τον υπολογισμό των ημεροβαθμών (ΗΜΒ) για κάθε υποτεμάχιο και στάδιο ανάπτυξης. Μόνο τα αναπαραγωγικά στάδια επηρεάστηκαν από την ποικιλία και τις αλληλεπιδράσεις P×ποικιλία και έτος×ποικιλία. Εξαίρεση αποτέλεσε το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης (R8), το οποίο επηρεάστηκε από την ποικιλία και την αλληλεπίδραση έτος×ποικιλία, με την Flip (πρωιμότερη) να καταγράφει 1649,33 ΗΜΒ και την Ικαρία 1790,02 ΗΜΒ (οψιμότερη). Η Flip συγκέντρωσε τις λιγότερους ΗΜΒ στην έναρξη (R1) και πλήρη άνθηση (R2) ανεξαρτήτως επέμβασης P. Στα στάδια R4 και R6, οι επεμβάσεις P9 και P6 πρώιμισαν την Flip σε σύγκριση με τα επίπεδα P0 και P3. Η προσθήκη P (P3, P6 και P9) προκάλεσε την πρώιμιση της ποικιλίας Θεσσαλία στα στάδια R2 και R4, ενώ αντίθετα, οψίμισε τις ποικιλίες Σάμο και Ικαρία στο στάδιο R6. Από την συνδυασμένη ανάλυση των δύο ετών προέκυψε ότι η ποικιλία Flip ήταν η πιο υψηλοαποδοτική και ταυτόχρονα η πιο πρώιμη. Συμπερασματικά, η επίδραση της φωσφορικής λίπανσης στην πρωιμότητα της φακής εξαρτάται από τον γενότυπο.

Λέξεις-κλειδιά: ημεροβαθμοί, θερμοκρασία βάσης, στάδια ανάπτυξης

Εισαγωγή

Ο φωσφόρος (P) είναι ένα απαραίτητο μακροστοιχείο, καθώς αποτελεί συστατικό βασικών μορίων, όπως τα νουκλεϊκά οξέα, τα φωσφολιπίδια και της ATP, και κατά συνέπεια συνδέεται άμεσα με τους μηχανισμούς μεταφοράς ενέργειας (Schachtman κ.ά. 1998). Ταυτόχρονα, ο P είναι ένα από τα λιγότερο διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία και συχνά περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών. Η συγκέντρωση του διαλυτού P στο έδαφος είναι συνήθως πολύ μικρή διότι σχηματίζει δυσδιάλυτα σύμπλοκα με τα συστατικά του εδάφους, με συνέπεια η προσθήκη P να είναι συχνά απαραίτητη για την επίτευξη υψηλής απόδοσης (Erel κ.ά. 2016).

Ο P είναι μη ανανεώσιμος πόρος και τα τελευταία χρόνια διατυπώνονται σημαντικές ανησυχίες για την ταχεία εξάντληση των παγκόσμιων αποθεμάτων του. Μελέτες υποστηρίζουν ότι τα παγκόσμια αποθέματα P θα εξαντληθούν σε 50-100 χρόνια, ενώ τα εναπομείναντα

πιθανά αποθέματα είναι χαμηλότερης ποιότητας ή/και πιο δαπανηρά για την εξόρυξη και επεξεργασία τους (Sattari κ.ά. 2012).

Η πρωιμότητα είναι επιθυμητό χαρακτηριστικό, ειδικά σε ξηροθερμικές συνθήκες όπως αυτές που επικρατούν στη χώρα μας. Φαίνεται ότι η πρώιμη σπορά είναι μια αποτελεσματική στρατηγική προσαρμογής για την αύξηση της απόδοσης (Hajarpoor κ.ά. 2014). Επίσης, αρκετές μελέτες αναφέρουν την ευεργετική επίδραση της φωσφορικής λίπανσης στην πρωίμιση των καλλιεργειών, η οποία σε ορισμένες περιπτώσεις οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης (Ayodele και Oso 2014).

Η θερμοκρασία αποτελεί ίσως τον κρισιμότερο παράγοντα για όλες τις βιολογικές διεργασίες. Κατά συνέπεια, η αύξηση, η ανάπτυξη και η αναπαραγωγή πολλών οργανισμών είναι δυνατόν να προβλεφθούν με βάση τη θερμοκρασία. Οι ημεροβαθμοί (ΗΜΒ) παρέχουν μια απλή εκτίμηση της συσσωρευμένης θερμότητας που είναι διαθέσιμη κατά την καλλιεργητική περίοδο ή του κύκλου ζωής ενός οργανισμού (Robertson κ.ά. 2013). Η έννοια του ΗΜΒ βασίζεται σε τρεις υποθέσεις: για όλα τα είδη υπάρχει μια θερμοκρασία βάσης κάτω από την οποία δεν αναπτύσσονται, η ανάπτυξη οποιοδήποτε είδους είναι ανάλογη με το σύνολο των θερμοκρασιών που έχουν συσσωρευτεί για μία συγκεκριμένη περίοδο και η ωρίμανση των ειδών πραγματοποιείται μόνο όταν ένας συγκεκριμένος αριθμός ΗΜΒ επιτυγχάνεται (Burke 1968).

Συνεπώς, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί, σε τέσσερεις ποικιλίες φακής, η επίδραση διάφορων επιπέδων φωσφορικής λίπανσης ως προς την πρωιμότητα και τη σύνδεση της με την απόδοση.

Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα εγκαταστάθηκε για δύο καλλιεργητικές περιόδους (2013-2014 και 2014-2015) στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ (40ο32΄12N, 22ο59΄21E, 6 m). Οι γενότυποι που αξιολογήθηκαν προέρχονται από το Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας του ΕΛΓΟ-«Δήμητρα». Το γενετικό υλικό που επιλέχθηκε ήταν τέσσερις ποικιλίες φακής, οι οποίες διέφεραν ως προς την πρωιμότητα, με τις Θεσσαλία, Ικαρία και Σάμο να κατηγοριοποιούνται στις μεσοπρώιμες φακές, ενώ η τέταρτη, η Flip 2003-24L (στο εξής Flip) στις πρώιμες.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split-plot) με τρεις επαναλήψεις και κύρια τεμάχια τα επίπεδα P. Ο P εφαρμόστηκε, προσπαρτικά, σε τέσσερα επίπεδα [0 (P0), 3 (P3), 6 (P6) και 9 (P9) kg P_2O_5/στρ] και ακολούθησε ενσωμάτωση του στο έδαφος με φρέζα. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν 24 γραμμές σποράς, μήκους 4m, με απόσταση 25cm μεταξύ των γραμμών. Η σπορά έγινε με το χέρι, στις 6 Δεκεμβρίου και τις δύο χρονιές, και ήταν συνεχής επί της γραμμής σποράς.

Για τον υπολογισμό των ΗΜΒ, καταγράφηκαν οι ημερομηνίες στις οποίες κάθε πειραματικό υποτεμάχιο έφτασε στο στάδιο ανάπτυξης (δύο βλαστικά και πέντε αναπαραγωγικά), σύμφωνα με τους Erskine κ.ά. 1990. Οι δύο πρώτες έγιναν στο στάδιο του 4-5ου και 7-8ου φύλλου (V4-5 και V7-8, αντίστοιχα), ενώ οι υπόλοιπες έγιναν στην έναρξη της άνθισης (R1), στην πλήρη άνθιση (R2), όταν οι κατώτεροι λοβοί έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος και είναι επίπεδοι (R4), όταν οι λοβοί είναι πράσινοι και γεμάτοι (R6) και τέλος στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης (R8). Η κάθε παρατήρηση πραγματοποιούνταν, για κάθε γενότυπο και επίπεδο φωσφορικής λίπανσης, όταν τουλάχιστον το 50% των φυτών σε κάθε υπο-τεμάχιο είχε φτάσει στο καθορισθέν στάδιο.

Οι ΗΜΒ υπολογίστηκαν ως η διαφορά της μέσης θερμοκρασίας ημέρας με τη θερμοκρασίας βάσης (T_B). Ωστόσο, λήφθηκε υπόψη αν η μέση θερμοκρασία ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη από την T_B οπότε χρησιμοποιήθηκε και η αντίστοιχη εξίσωση με βάση τους Feally και Feally (2008). Ως θερμοκρασία T_B λήφθηκαν οι 2°C (Ghanem κ.ά. 2015). Όσο λιγότεροι οι ΗΜΒ τόσο πιο πρώιμη η ποικιλία.

Στο στάδιο της ωρίμανσης για συγκομιδή, από κάθε υποτεμάχιο, συγκομίστηκε επιφάνεια 0,125m^2 και εκτιμήθηκε η απόδοση σε σπόρο (kg/στρ).

Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Παραλλακτικότητας (ANOVA) ως Ομάδες με Υποομάδες (split-plot), με κύριο παράγοντα τις επεμβάσεις P και υποομάδες τις ποικιλίες. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα JMP 5.1.2 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) και η σύγκριση των μέσων όρων έγιναν με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) για $P < 0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Ο P θεωρείται ότι συμβάλλει στην αύξηση της απόδοσης των ψυχανθών μέσω της θετικής του επίδρασης στις φυσιολογικές λειτουργίες και την αύξηση του ριζικού συστήματος (Wen κ.ά. 2008). Επίσης, έχει αναφερθεί ότι η φωσφορική λίπανση είναι περισσότερο ευεργετική στις καλλιέργειες των ψυχανθών, καθώς ρυθμίζει την αναλογία N/P στο έδαφος με αποτέλεσμα την αύξηση της υπέργειας βιομάζας και κατ' επέκταση της απόδοσης (Li κ.ά. 2011). Η αυξημένη πρώιμη ανάπτυξη λόγω P έχει αναφερθεί σε πολλές καλλιέργειες, ωστόσο δεν συνδέθηκε σε όλες με αυξημένες αποδόσεις (Borges και Mallarino 2000).

Στην παρούσα εργασία, τα δύο βλαστικά στάδια δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών ως προς τους ΗΜΒ, ενώ τα αναπαραγωγικά στάδια R1, R2, R4 και R6 επηρεάστηκαν από την ποικιλία και τις αλληλεπιδράσεις ποικιλία×P και έτος×ποικιλία. Πιο συγκεκριμένα, στην έναρξη της άνθισης (R1) στην ποικιλία Flip δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα (P0) και των επεμβάσεων με P, ενώ αντίθετα για τις ποικιλίες Σάμο, Θεσσαλία και Ικαρία, οι τρεις επεμβάσεις με P προκάλεσαν σημαντική πρωίμιση (λιγότεροι ΗΜΒ) σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες (Πίνακας 1). Τους περισσότερους ΗΜΒ κατέγραψαν οι μάρτυρες (P0) της Ικαρίας και της Σάμου (1033,30^{o}C και 1042,15^{o}C, αντίστοιχα). Παρόμοια κατάταξη παρουσίασαν οι ποικιλίες στο στάδιο R2 με την Flip να καταγράφει τους λιγότερους ΗΜΒ (998,89^{o}C). Στο στάδιο R4, οι επεμβάσεις P6 και P9 πρωίμισαν την Flip και την Ικαρία, ενώ στη Θεσσαλία όλες οι επεμβάσεις με P διέφεραν στατιστικά σημαντικά, με τον μάρτυρα να καταγράφει τους περισσότερους ΗΜΒ (1263.51^{o}C). Στη Σάμο, μόνο η επέμβαση P9 πρωίμισε την ποικιλία (Πίνακας 1). Πλησιάζοντας προς την ωρίμανση, στο στάδιο R6, η Flip παρέμεινε η πρωιμότερη ποικιλία, με τις επεμβάσεις P6 και P9 να διαφέρουν σημαντικά σε σχέση με τον μάρτυρα. Στην Θεσσαλία, όλες οι επεμβάσεις συγκέντρωσαν τους ίδιους ΗΜΒ (1429.17^{o}C). Αντίθετα, όλες οι επεμβάσεις με P οψίμισαν τις ποικιλίες Ικαρία και Σάμο (Πίνακας 1).

Το στάδιο R8 επηρεάστηκε μόνο από την ποικιλία και την αλληλεπίδραση έτος×ποικιλία. Η Flip ήταν πρωιμότερη από τις υπόλοιπες ποικιλίες και δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά για τα δύο έτη του πειραματισμού, καταγράφοντας 1649,33^{o}C. Η πιο όψιμη ποικιλία ήταν η Ικαρία και κατέγραψε κατά μέσο όρο 1790,02^{o}C.

Από την συνδυασμένη ανάλυση των δύο ετών προέκυψε ότι η ποικιλία Flip, που ήταν η πρωιμότερη, ήταν ταυτόχρονα και η πιο παραγωγική (406 kg/στρ) διαφέροντας στατιστικά

σημαντικά από τις υπόλοιπες τρεις ποικιλίες. Ακολούθησε η Θεσσαλία (319 kg/στρ) και η Σάμος (281 kg/στρ) και τελευταία η οψιμότερη Ικαρία (270 kg/στρ). Η πρώιμιση και η οψίμιση που παρατηρήθηκε στις ποικιλίες λόγω της λίπανσης με P δεν συνδέθηκε με την απόδοση.

Γενικά, η προσθήκη P πρώιμισε τις ποικιλίες Θεσσαλία και Flip ενώ οψίμισε την Σάμο και την Ικαρία. Οι Rasheed κ.ά. (2010) αναφέρουν πως υψηλές συγκεντρώσεις P στην φακή επάγουν πρώιμη ανθοφορία αλλά καθυστερούν την ωρίμανση λόγω αυξημένης δραστηριότητας της νιτρογενάσης στα ενεργά φυμάτια καθώς και στην αλλαγή της ισορροπίας του λόγου P με άλλα θρεπτικών στοιχεία. Για την ωρίμανση των ποικιλιών απαιτήθηκαν από 1649 HMB έως 1790 HMB, οι οποίοι εμπίπτουν στους HMB που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία (Miller κ.ά. 2001).

Συμπερασματικά η επίδραση του P στην πρωιμότητα εξαρτάται από τον γενότυπο.

Πίνακας 1. Συγκρίσεις μέσων όρων των HMB (oC) για την αλληλεπίδραση ποικιλίες×P για τέσσερα αναπαραγωγικά στάδια ανάπτυξης. Όπου R1: έναρξη άνθησης, R2: πλήρης άνθηση, R4: κατώτεροι λοβοί στο τελικό τους μέγεθος και επίπεδοι και R6: λοβοί είναι πράσινοι και γεμάτοι. Για την ίδια στήλη, μέσοι όροι που φέρουν το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σε P< 0,05.

Ποικιλίες×P	**Αναπαραγωγικά στάδια ανάπτυξης**			
	R1	**R2**	**R4**	**R6**
Σάμος P0	1042.15a	1168,50a	1298.38a	1443.52c
Σάμος P3	1015.28b	1162.53a	1303.67a	1466.52a
Σάμος P6	990.85c	1139.11b	1295.63a	1466.52a
Σάμος P9	1004.08cb	1139.11b	1279.55b	1466.52a
Θεσσαλία P0	993.53c	1114.49c	1263.51c	1429.17d
Θεσσαλία P3	971.37d	1060.70d	1235.07d	1429.17d
Θεσσαλία P6	969.21d	1055.46d	1235.07d	1429.17d
Θεσσαλία P9	969.21d	1057.96d	1235.07d	1429.17d
Flip P0	921.70e	998.89e	1186.72e	1335.85e
Flip P3	914.80e	998.89e	1150.27f	1335.85e
Flip P6	910.75e	998.89e	1140.17fg	1327.53f
Flip P9	910.75e	998.89e	1129.85g	1330.37f
Ικαρία P0	1033.30a	1147.78b	1265.65c	1443.52c
Ικαρία P3	993.60c	1104.72c	1265.65c	1450.80b
Ικαρία P6	990.85c	1102.22c	1242.45d	1450.80b
Ικαρία P9	990.85c	1109.23c	1242.45d	1450.80b

Βιβλιογραφία

Ayodele, O.J., and A.A. Oso. 2014. Effects of phosphorus fertilizer sources and application time on grain yield and nutrient composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L., Walp). Am. J. Exp Agric. 4: 1517-1525.

Borges, R., and A.P. Mallarino. 2000. Grain yield, early growth, and nutrient uptake of no-till soybean as affected by phosphorus and potassium placement. Agron. J. 92: 380-388.

Burke, W. 1968. Growing degree-days in Ireland. Irish J. Agr. Res. 7: 61-71.

Erel, R., A. Bérard, L. Capowiez, C. Doussan, D. Arnal, G. Souche, A. Gavaland, C. Fritz, E.J. Visser, S. Salvi, and C. Le Marié. 2016. Soil type determines how root and rhizosphere traits relate to phosphorus acquisition in field-grown maize genotypes. Plant Soil 412: 115-132.

Erskine, W., F.J. Muehlbauer, and R.W Short. 1990. Stages of development in lentil. Exp. Agric. 26: 297-302.

Fealy, R., and R.M. Fealy. 2008. The spatial variation in degree days derived from locational attributes for the 1961 to 1990 period. Irish J. Agr. Food. Res. 47: 1-11.

Ghanem, M.E., H. Marrou, A. Soltani, S. Kumar, and T.R. Sinclair. 2015. Lentil variation in phenology and yield evaluated with a model. Agron. J. 107: 1967-1977.

Hajarpoor, A., A. Soltani, E. Zeinali, and F. Sayyedi. 2014. Potential benefits from adaptation to climate change in chickpea. Agric. Sci. Dev. 3: 230-236.

Li, S.X., Z.H. Wang, and B. Alton Stewart. 2011. 3 Differences of some leguminous and nonleguminous crops in utilization of soil phosphorus and responses to phosphate fertilizers. Adv. Agron. 110: 125-249.

Miller, P., W Lanier, and S. Brandt. 2001. Using growing degree days to predict plant stages. Ag/Extension Communications Coordinator, Communications Services, Montana State University-Bozeman, Bozeman, MO.

Rasheed, M., G. Jilani, I.A. Shah, U. Najeeb, and T. Iqbal. 2010. Improved lentil production by utilizing genetic variability in response to phosphorus fertilization. Acta Agric. Scand., Sect. B. 60: 485-493.

Robertson, S.M., S.R. Jeffrey, J.R. Unterschultz, and P.C. Boxall. 2013. Estimating yield response to temperature and identifying critical temperatures for annual crops in the Canadian prairie region. Can. J. Plant Sci. 93: 1237-1247.

Sattari, S.Z., A.F. Bouwman, K.E. Giller, and M.K. van Ittersum. 2012. Residual soil phosphorus as the missing piece in the global phosphorus crisis puzzle. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 109: 6348-6353.

Schachtman, D.P., R.J. Reid, and S.M. Ayling. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant Physiol. 116: 447-453.

Wen, G., C. Chen, K. Neill, D. Wichman and G. Jackson. 2008. Yield response of pea, lentil and chickpea to phosphorus addition in a clay loam soil of central Montana. Arch. Agron. Soil Sci. 54: 69-82.

EFFECT OF PHOSPHORUS IN EARLINESS OF LENTIL (*Lens culinaris* MEDIK.)

G. Theologidou[1], D. Baxevanos[2], J.T. Tsialtas[1]

[1]Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Lab. of Agronomy, 541 24, Thessaloniki
[2]ELGO-«Demeter», Fodder Crops and Pastures Institute, Theophrastou 1, 413 35 Larissa

Abstract

A field experiment was conducted for two growth seasons (2013-2014 and 2014-2015) in the farm of Aristotle University of Thessaloniki (40°32'12N, 22°59'21E, 6m). Under rainfed conditions, four lentil cultivars [Samos, Thessaly, Flip 2003-24L (Flip), Ikaria], were pre-seeding supplemented with four phosphorus (P) rates [0 (P0), 30 (P3), 60 (P6) and 90 (P9) kg P_2O_5/ha] in a split-plot design with P rates in the main plots and cultivars and growth stages in the subplots and with three replications. A total of seven observations were obtained at different growth stages, two at vegetative (V4-5, V7-8) and five at reproductive stages (R1, R2, R4, R6 and R8). Daily temperatures (maximum and minimum), from sowing to harvest were obtained from the meteorological station in the farm of Aristotle University of Thessaloniki, in order to calculate the growing degree days (GDDs) for each subplot and growth stage. Only the reproductive stages significantly influenced by cultivars and by P×cultivar and

cultivar×year interactions. Fully maturity (stage R8) was affected by cultivar and cultivar×year interaction, where Flip recorded 1649.33°C and Ikaria 1790.02°C. Flip scored the fewest GDDs at first (R1) and full bloom (R2) regardless P rates, while at R4 and R6 stages, P9 and P6 treatments caused earliness compared with P0 and P3 treatments. The P fertilization (P3, P6 and P9) induced earliness of Thessalia at R2 and R4 stages, while for Samos and Ikaria caused delayed maturity at R6 stage. The combined analysis of two years showed that Flip had the highest yield while it was the earliest among the three cultivars. In conclusion, the effect of P fertilization in earliness of lentil depends on genotype.

Key-words: basal temperature, growth degree days, growth stages

ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΕ ΣΠΟΡΟΥΣ ΕΙΔΩΝ *Datura* ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΝΔΟ- ΚΑΙ ΔΙΑΕΙΔΙΚΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΤΟΥΣ

Γ. Παπαγρηγορίου[1], Δ. Παπάζογλου[1], Α. Ναασάν[1], Δ. Λάζαρη[2], Ι. Θ. Τσιάλτας[1]

[1]ΑΠΘ, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, 541 24, Θεσσαλονίκη
[2]ΑΠΘ, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εργαστήριο Φαρμακογνωσίας, 541 24, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Φυτικά είδη, καλλιεργούμενα και μη, οι σπόροι των οποίων περιέχουν λάδι μη-βρώσιμο θα μπορούσαν να τύχουν βιομηχανικής χρήσης (π.χ. παραγωγή βιοντίζελ). Σκοπός της εργασίας ήταν να προσδιορισθεί η περιεκτικότητα και η σύσταση των λιπαρών οξέων στον σπόρο γενοτύπων *Datura* [*D. stramonium* f. *stramonium* (Π), *D. stramonium* f. *tatula* (Κ), *D. ferox* (F)] καθώς και σε ενδο- και διαειδικά τους υβρίδια. Τα πειράματα έγιναν στο αγρόκτημα του ΑΠΘ τα έτη 2013 και 2014. Αρχικά, πέντε γενότυποι του γένους *Datura* (ένας Π, τρεις Κ και ένας F) αναπτύχθηκαν σε πείραμα πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων και αποτέλεσαν το υλικό από το οποίο προέκυψαν τα ενδο- και διαειδικά υβρίδια. Οι γονείς (Π, Κ), τα ενδοειδικά (Π×Κ, Κ×Π) και τα διαειδικά υβρίδια (F×Κ) αναπτύχθηκαν, την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Ώριμοι και υγιείς σπόροι (σκούρου μαύρου χρώματος) επιλέχθηκαν και ξηράνθηκαν στους 75ºC για 48 h. Ακολούθησε άλεση και προσδιορισμός του ποσοστού λιπαρών οξέων με τη μέθοδο του εξανίου. Η σύσταση των λιπαρών οξέων προσδιορίστηκε με τη χρήση αέριου χρωματογράφου (GC). Στους αρχικούς πληθυσμούς, οι γενότυποι του *D. stramonium* f. *tatula* (Κ) είχαν το υψηλότερο ποσοστό ελαίου (12,1-13,7%), ωστόσο δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση της σύστασης των λιπαρών οξέων. Όταν συγκρίθηκαν οι αρχικοί πληθυσμοί με τα υβρίδια τους, τα διαειδικά υβρίδια F×Κ7 και F×Κ9 είχαν το υψηλότερο ποσοστό ελαίου (12,3-12,5%), όταν οι γονείς κυμάνθηκαν από 6,4% (F) έως 8,2% (Κ). Το αφθονότερο λιπαρό οξύ ήταν το λινελαϊκό (40,6-45,7%), με τον γενότυπο F να έχει τη χαμηλότερη τιμή και το διαειδικό υβρίδιο F×Κ12 την υψηλότερη. Το ελαϊκό οξύ ήταν το δεύτερο αφθονότερο (33,0-37,3%), με τα διαειδικά υβρίδια να έχουν την ανώτερη και κατώτερη τιμή. Οι γενότυποι Κ και F είχαν υψηλές τιμές παλμιτικού οξέος (17,1 και 17,3%), που όμως δεν διέφεραν σημαντικά από αντίστοιχες των διαειδικών υβριδίων (17,4-17,5%). Για το στεατικό οξύ η χαμηλότερη τιμή (2,8%) βρέθηκε στον γενότυπο Κ ενώ η υψηλότερη στον F (5,4%). Τέλος, για το α-λινολενικό οξύ δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές (0,4-0,5%). Συμπερασματικά, ο υβριδισμός και ιδιαίτερα ο διαειδικός μπορεί να αξιοποιηθεί στην αύξηση του ποσοστού και τη βελτίωση της σύσταση του ελαίου στους σπόρους του γένους *Datura*.

Λέξεις κλειδιά: τάτουλας, λάδι, υβριδισμός

Εισαγωγή

Το γένος *Datura* κατάγεται από την Αμερική και περιλαμβάνει συνολικά 13 είδη παγκοσμίως από τα οποία μόνο τα δύο απαντούν στην Ελλάδα. Αυτά είναι τα ποώδη είδη *D. ferox* και *D. stramonium*, με το τελευταίο να αποτελεί το περισσότερο διαδεδομένο στις αγροτικές περιοχές της Ελλάδας, ιδιαίτερα σε αυτές που υπάρχουν αρδευόμενες καλλιέργειες.

Τα είδη *Datura* είναι ετήσια, κατά κύριο λόγο αυτογονιμοποιούμενα, διπλοειδή (2n= 2× = 24) ή και τετραπλοειδή (2n= 4× = 48) είδη (Berkov και Philipov 2002). Το είδος *D. stramonium* περιλαμβάνει δύο τύπους, τον *D. stramonium* f. *stramonium* με πράσινο στέλεχος και λευκά άνθη και τον λιγότερο διαδεδομένο και πρόσφατα καταγεγραμμένο στην Ελλάδα, *D. stramonium* f. *tatula* με κόκκινο στέλεχος και μωβ άνθη. Τέλος, ο *D. ferox* είναι ο λιγότερο διαδεδομένος στην Ελλάδα ευρισκόμενος σε ορισμένες περιοχές της χώρας (Tsialtas κ.ά. 2013, Tsialtas και Tan 2014).

Είναι γνωστό ότι τα είδη *Datura*, ως Σολανώδη, περιέχουν μεγάλο ποσοστό αλκαλοειδών στους ιστούς τους. Εκείνο όμως που δεν είναι ευρέως γνωστό είναι ότι οι σπόροι τους περιέχουν έλαιο. Έχουν βρεθεί συγκεντρώσεις ελαίου υψηλότερες από 21% στον σπόρο του *D. stramonium* και το λάδι του θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε βιομηχανικές χρήσεις (Koria και Thangaraj 2010, Wang κ.ά. 2012).

Πρόσφατα, έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη διαειδικού υβριδισμού στη φύση (Tsialtas κ.ά. 2014) και συνεπώς είναι πιθανή η ύπαρξη εκτεταμένου ενδοειδικού υβριδισμού. Η παραπάνω διαπίστωση αποτέλεσε το ερέθισμα για τον σκοπό του παρόντος πειραματισμού, σκοπός του οποίου ήταν ο προσδιορισμός του ποσοστού ελαίου στον σπόρο πληθυσμών *Datura* και των ενδο- και διαειδικών υβριδίων τους και η ποσοστιαία ανάλυση των λιπαρών οξέων.

Υλικά και Μέθοδοι

Ο πειραματισμός διεξήχθη κατά τα έτη 2013 και 2014 στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ. Το αρχικό γενετικό υλικό αποτέλεσαν πέντε πληθυσμοί του γένους *Datura* (Π, Κ1, Κ2, Κ3 και F), οι οποίοι αναπτύχθηκαν το 2013 σε πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με τρεις επαναλήψεις.

Μεταξύ των πληθυσμών Π και Κ2 πραγματοποιήθηκαν αμοιβαίες διασταυρώσεις από τις οποίες προέκυψαν τα ενδοειδικά υβρίδια (Π×Κ και Κ×Π). Σε πειραματικό τεμάχιο του πληθυσμού Κ2 βρέθηκε άτομο το οποίο είχε χαρακτηριστικά διαειδικού υβριδίου με τον *Datura ferox* (Tsialtas κ.ά. 2014) και έδωσε το υλικό των διαειδικών υβριδίων που αναπτύχθηκαν το 2014. Συγκεκριμένα, 15 φυτά των αρχικών πληθυσμών (Π, Κ1, Κ2, Κ3 και F), των ενδοειδικών (Π×Κ και Κ×Π) και των διαειδικών υβριδίων (F×Κ), σπάρθηκαν σε γραμμές, με απόσταση 1m πάνω στη γραμμή και 1,5 m μεταξύ των γραμμών.

Από το σύνολο των φυτών που επιβίωσαν σε κάθε γραμμή, συγκομίστηκαν σπόροι, σε διάφορες χρονικές στιγμές, μετά την έναρξη ωρίμανσης των καψών. Ακολούθως, έγινε διαχωρισμός των υγιών και ώριμων σπόρων ανά γραμμή.

Από κάθε πειραματικό τεμάχιο (2013) ή γραμμή (2014), επιλέχθηκε ένα δείγμα σπόρων βάρους 30 g, το οποίο ξηράνθηκε σε κλίβανο στους 75°C μέχρι σταθερού βάρους. Ακολούθησε άλεση των δειγμάτων σπόρων σε ειδικό μύλο. Ο προσδιορισμός του ποσοστού ελαίου έγινε με τη μέθοδο του εξανίου και η ταυτοποίηση της σύστασης των λιπαρών οξέων με αέρια χρωματογραφία (Gas Chromatography, GC). Συγκεκριμένα, κατά την μέθοδο του εξανίου, ζυγίστηκαν 5 g αλεσμένου σπόρου και τοποθετήθηκαν σε κωνικές φιάλες των 50 και 100 ml αντίστοιχα, το απόβαρο των οποίων είχε προηγουμένως προσδιοριστεί. Στις φιάλες αυτές προστέθηκαν 30ml εξανίου και αμέσως μετά τοποθετηθήκαν σε συσκευή υπερήχων Cole-Parmer 8893 για περίπου 1h. Το διάλυμα που προέκυψε, διηθήθηκε σε κωνικές φιάλες των 50 ml ώστε να απομακρυνθούν οι σπόροι. Με το τέλος της διήθησης, τα διαλύματα αφέθηκαν σε ηρεμία έως ότου εξατμιστεί τελείως το εξάνιο. Οι κωνικές φιάλες που περιείχαν πλέον μόνο το

έλαιο, ζυγίστηκαν ώστε να υπολογισθεί το βάρος του ελαίου και το ποσοστό του μίγματος των λιπιδίων. Στο πείραμα των υβριδίων (2014), για κάθε γραμμή, έγινε προσδιορισμός του ποσοστού ελαίου και της σύστασης των λιπαρών οξέων σε δύο υπο-δείγματα σπόρων που αποτέλεσαν τις επαναλήψεις.

Για τον προσδιορισμότης σύστασης των λιπαρών οξέων έγινε μεταφορά του ελαίου σε ενέσιμα φιαλίδια με τη χρήση μικρής ποσότητας διχλωρομεθανίου ώστε να επιτευχθεί η τοποθέτησή τους σε συσκευή αέριας χρωματογραφίας.

Τα δεδομένα του ποσοστού ελαίου και της σύστασης των λιπαρών οξέων υποβλήθηκαν σε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA). Στο πείραμα των αρχικών πληθυσμών (2013), η ανάλυση έγινε με το σχέδιο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων (RCB) με τρεις επαναλήψεις ενώ στο πείραμα των υβριδίων (2014), η ανάλυση ήταν πλήρως τυχαιοποιημένη με δύο επαναλήψεις. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS 20.0 και οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με το κριτήριο Duncan.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Κατά το πείραμα των αρχικών πληθυσμών (2013) βρέθηκε ότι ο γενότυπος Κ1 είχε το υψηλότερο ποσοστό ελαίου (13,75%) ενώ ο γενότυπος F είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ελαϊκού (35,38%) και στεατικού οξέος (4,12%). Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του λινελαϊκού, του παλμιτικού και του α-λινολενικού οξέος, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ποσοστό ελαίου (%) και σύσταση των λιπαρών οξέων (%) στον σπόρο πέντε γενοτύπων *Datura*, όπως προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο εξανίου. Όπου F= *Datura ferox*, Π= *D. stramonium* f. *stramonium*, Κ= *D. stramonium* f. *tatula*, ΠΕ= ποσοστό ελαίου. Για την ίδια στήλη, μέσοι όροι που φέρουν το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Πληθυσμός	ΠΕ	Παλμιτικό	Στεατικό	Ελαϊκό	Λινελαϊκό	Λινολενικό
F	8,26b	15,68a	4,12a	35,38a	42,81a	0,31a
Π	10,63ab	15,73a	2,68b	32,65ab	47,35a	0,28a
Κ1	13,75a	14,47a	1,38b	33,66ab	47,74a	0,28a
Κ2	12,09a	13,99a	2,35b	32,09b	50,76a	0,28a
Κ3	13,31a	14,46a	2,96ab	34,09ab	46,06a	0,30a

Το 2014, όταν οι αρχικοί πληθυσμοί συγκρίθηκαν με τα υβρίδια τους, τα διαειδικά υβρίδια F×K7 και F×K9 είχαν το υψηλότερο ποσοστό ελαίου (12,34-12,48%), όταν οι γονείς κυμάνθηκαν από 6,40% (F) έως 8,24% (Κ). Το αφθονότερο λιπαρό οξύ ήταν το λινελαϊκό (40,59-45,72%), με τον γενότυπο F να έχει τη χαμηλότερη τιμή και το διαειδικό υβρίδιο F×K12 την υψηλότερη (Πίνακας 2). Το ελαϊκό οξύ ήταν το δεύτερο αφθονότερο (32,98-37,33%), με τα διαειδικά υβρίδια να έχουν την ανώτερη και κατώτερη τιμή. Οι γενότυποι Κ και F είχαν υψηλές τιμές παλμιτικού οξέος (17,14% και 17,32%, αντίστοιχα), που όμως δεν διέφεραν σημαντικά από αυτές των διαειδικών υβριδίων (17,41-17,45%). Για το στεατικό οξύ, η υψηλότερη τιμή βρέθηκε στον γενότυπο F (5,36%). Τέλος, για το α-λινολενικό οξύ δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές (0,39-0,51%) (Πίνακας 2).

Τα πειράματα αξιολόγησης των αρχικών πέντε πληθυσμών και των υβριδίων έδειξαν ότι το υψηλότερο ποσοστό ελαίου βρέθηκε στον πληθυσμό Κ1 (13,75%). Το ποσοστό αυτό

υπολείπεται σε σχέση με το αντίστοιχο (19,9%) που βρέθηκε για τον *Datura stramonium* από τους Oseni κ.ά. (2010). Άλλες μελέτες έδειξαν ότι σε συγγενικά είδη του γένους *Datura,* όπως το *Datura candida*, το ποσοστό ελαίου ήταν 22,9% (Ruan κ.ά. 2011), ενώ στο *Datura metel* ήταν 14,7% (Rai κ.ά. 2013).

Πίνακας 2. Ποσοστό ελαίου (%) και σύσταση των λιπαρών οξέων (%) στον σπόρο γενοτύπων *Datura* και των ενδοειδικών και διαειδικών υβριδίων τους όπως προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο εξανίου. Όπου F= *Datura ferox*, Π= *D. stramonium* f. *stramonium*, K= *D. stramonium* f. *tatula*, K×Π και Π×K= ενδοειδικά υβρίδια των *D. stramonium f. stramonium* και *D. stramonium f. tatula*, F×K= διαειδικά υβρίδια των ειδών *D. stramonium f. tatula* και *D. ferox*, ΠΕ= ποσοστό ελαίου. Για την ίδια στήλη, μέσοι όροι που φέρουν το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Πληθυσμός	ΠΕ	Παλμιτικό	Στεατικό	Ελαϊκό	Λινελαϊκό	Λινολενικό
K	8,24a-d	16,09a	3,01bc	33,08a	45,66a	0,39ab
Π	7,71bcd	17,14a	2,78bc	33,64a	44,92a	0,48ab
K×Π	11,30ab	17,32a	5,36a	35,60a	40,59a	0,47ab
Π×K	8,75abc	16,93a	2,84bc	33,40a	44,50a	0,42ab
F	6,40cd	16,77a	2,94bc	33,50a	45,54a	0,41ab
F×K3	9,43abc	17,45a	3,24bc	33,47a	44,09a	0,48ab
F×K5	8,60d	15,60b	3,38c	35,50b	43,00b	0,44b
F×K7	12,34a	16,85a	3,19bc	33,10a	45,49a	0,51a
F×K8	9,93abc	16,27a	3,50b	35,46a	42,77a	0,51a
F×K9	12,48a	15,32a	3,57b	37,33a	42,15a	0,43ab
F×K10	10,31abc	16,39a	3,33b	34,49a	44,29a	0,42ab
F×K11	12,32ab	16,40a	3,60b	34,03a	44,94a	0,46ab
F×K12	9,35abc	17,37a	2,82bc	32,98a	45,72a	0,44ab
F×K13	10,77abc	17,10a	3,15bc	34,91a	43,34a	0,40ab
F×K15	10,30abc	17,06a	2,98bc	33,58a	44,81a	0,46ab

Το ποσοστό ελαίου και η σύσταση των λιπαρών οξέων στους αρχικούς πληθυσμούς και τα υβρίδια έδειξε ότι την υψηλότερη περιεκτικότητα σε παλμιτικό οξύ είχε το διαειδικό υβρίδιο F×K3 (17,45%), σε στεατικό οξύ το ενδοειδικό υβρίδιο K×Π (5,36%), σε ελαϊκό το υβρίδιο F×K9 (37,33%) και σε λινελαϊκό ο πληθυσμός K2 (50,8%). Προηγούμενες έρευνες, σε είδη του γένους *Datura*, έδειξαν ότι το *Datura alba* είχε παλμιτικό οξύ 6,6%, στεατικό 1,35%, ελαϊκό 5,4% και λινελαϊκό 16,2% (Qureshi κ.ά. 2010). Οι Ruan κ.ά. (2011) βρήκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις λιπαρών οξέων στο είδος *Datura candida*. Συγκεκριμένα, το ποσοστό παλμιτικού οξέος ήταν 13,7%, στεατικού οξέος 10,1%, ελαϊκού οξέος 45,6% και λινελαϊκού 30%. Ωστόσο, οι τιμές αυτές των λιπαρών οξέων δεν είναι συγκρίσιμες με τα δεδομένα των παρόντων πειραμάτων, αφού δεν αναφέρονται πληροφορίες σχετικά με τη μέθοδο ανάλυσης των λιπαρών οξέων, την περιοχή από όπου συλλέχθηκαν, τα δείγματα και την ηλικία των φυτών.

Συμπερασματικά, ο υβριδισμός -και ιδιαίτερα ο διαειδικός- μπορεί να αξιοποιηθεί στην αύξηση του ποσοστού και τη βελτίωση της σύστασης του ελαίου στους σπόρους του γένους *Datura.*

Βιβλιογραφία

Berkov, S., and S. Philipov. 2002. Alkaloid production in diploid and autotetraploid plants of *Datura stramonium*. Pharm. Biol. 40: 617-621.

Koria, L., and T. Thangaraj. 2010. Optimization of biodiesel production process in *Datura stramonium* seed oil, a non-edible oil source. J. Ecobiotechnol. 2: 42-46.

Oseni, O.A., C.O. Olarinoye, and I.A. Amoo. 2010. Studies on chemical compositions and functional properties of thorn apple (*Datura stramonium* L.) Solanaceae. Afr. J. Food Sci. 5: 40-44.

Qureshi, M.N., M. Siddique, I. Rahman, and F. Kanwal. 2010. Analytical characterization of fatty acids composition of *Datura alba* seed oil by Gas Chromatography Mass Spectrometry. J. Chin. Chem. Soc. 58: 236-240.

Rai, I., R.K. Bachheti, and A. Joshi. 2013. Chemical composition, mineral and nutritional value of *Datura metel* seed. Int. J. Pharm. Biol. Sci. 4: 429-436.

Ruan, C.J., W.H. Xing and J.A. Teixeira da Silva. 2012. Potential of five plants growing on unproductive agricultural lands as biodiesel resources. Renew. Energy 41: 191-199.

Tsialtas, I., I. Eleftherohorinos, G. Zarkos, V. Christodoulou, and K. Tan. 2013. New Floristic Records 21, Record 130, Solanaceae, *Datura stramonium* f. *tatula* (L.) Geerinck & Walravens. Phytol. Balc. 19: 149-151.

Tsialtas, I., and K. Tan. 2014. New Floristic Records 25, Records 240-241, Fabaceae, *Aeschynomene indica* L., Solanaceae, *Datura ferox* L. Phytol. Balc. 20: 301.

Tsialtas, I.T., E. Patelou, N.S. Kaloumenos, P.V. Mylona, A. Polidoros, G. Menexes, and I.G. Eleftherohorinos. 2014. In the wild hybridization of annual *Datura* species as unveiled by morphological and molecular comparisons. J. Biol. Res.-Thessalon. 21: 11.

Wang, R., W.-W. Zhou, M.A. Hanna, Y.-P. Zhang, P.S. Song, and S. Yang. 2012. Biodiesel preparation, optimization, and fuel properties from non-edible feedstock, *Datura stramonium* L. Fuel 91: 182-186.

OIL PERCENTAGE AND FATTY ACID COMPOSITION IN SEEDS OF *Datura* ACCESSIONS AND THEIR INTRA- AND INTERSPECIFIC HYBRIDS

G. Papagrigoriou[1], D. Papazoglou[1], A. Naasan[1], D. Lazari[2], I.T. Tsialtas[1]

[1]Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Lab. of Agronomy, 541 24 Thessaloniki
[2]Aristotle University of Thessaloniki, School of Pharmacy, Lab. of Pharmacognosy, 541 24 Thessaloniki

Non-edible oilseeds from cultivated or wild plant species can have industrial uses (e.g. biodiesel production). The aim of this study was to determine the seed oil concentration and fatty acid composition of annual *Datura* accessions [*D. stramonium* f. *stramonium* (G), *D. stramonium* f. *tatula* (R), *D. ferox* (F)] and their intra- and inter-specific hybrids. The experimentation took place in the Farm of AUTH during 2013 and 2014. In 2013, five accessions of *Datura* (G, R1, R2, R3 and F) were grown in a randomized complete design (RCD) experiment. Mutual crossings between G and R2 provided the intra-specific hybrids while a spontaneously bred inter-specific hybrid (F×R) was found in a plot of R2 accession. In 2014, the parental lines (G, R) along with the intra-specific (G×R and R×G) and inter-specific hybrids (F×R) were grown in experimental lines consisted of 15 transplanted plants per accession. Randomly selected, open fruits were collected during the growth season and fully matured, intact seeds were sorted off. A sub-sample of seeds (ca 30 g) per plot/line was dried at 75°C till constant weight. Ground dried seeds were used for oil extraction and oil percentage was assessed according to hexane method while the fatty acid composition was determined by gas

chromatography. Among the initial accessions, those of *D. stramonium* f. *tatula* (R) had the highest oil concentration (12.1-13.7%),while no significant difference was found for fatty acid composition. Comparing parental lines (G, R2, F) with their hybrids (intra- and inter-specific), the inter-specific hybrids F×K7 and F×K9 showed the highest oil concentration (12.3-12.5%), while the parental lines ranged between 6.4% (F) and 8.2% (R). The most abundant fatty acid was the linoleic acid (40.6-45.7%); F accession showed the lowest value while the inter-specific hybrid F×K12 had the highest one. Oleic acid was the second most abundant fatty acid (33.0-37.3%) with the inter-specific hybrids to show both the highest and lowest values. Although accessions R and F had the highest rates of palmitic acid (17.1 and 17.3%, respectively), no significant differences were found among the inter-specific hybrids (17.4-17.5%). The lowest value for stearic acid was found in accession K (2.8%), while the highest one was found in accession F (5.4%). Finally, no significant differences were found for α-linoleic acid (0.4-0.5%). In conclusion, hybridization, and especially the inter-specific, can be used to increase oil content and to improve fatty acid composition in seeds of annual *Datura* species.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΙΔΩΝ ΒΙΚΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ

Δ. Φωτακίδης[1], Μ. Καραγιάννη[1], Μ. Ηρακλή[2], Α. Λαζαρίδου[3], Ι. Θ. Τσιάλτας[1]

[1]ΑΠΘ, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, 541 24 Θεσσαλονίκη
[2]ΕΛΓΟ-«Δήμητρα», Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, 570 01 Θέρμη
[3]ΑΠΘ, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων και Βιοχημείας, 541 24 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Υπό το κοινό όνομα «βίκος» υπάγονται πολλά είδη του γένους *Vicia*, καλλιεργούμενα και μη. Γνωστότερο είναι ο κοινός βίκος (*Vicia sativa*) που καλλιεργείται για την παραγωγή χορτονομής. Ωστόσο, υπάρχουν απόψεις ότι ο σπόρος του θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή. Σε ένα διετές πείραμα, 10 πληθυσμοί βίκου διαφόρων ειδών (*V. sativa* sub. *sativa*, *V. sativa* sub. *macrocarpa*, *V. sativa* sub. *nigra*, *V. hybrida* και *V. panonnica*) αναπτύχθηκαν στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ με σκοπό να μελετηθούν ορισμένα γνωρίσματα του σπόρου [βάρος 1000 σπόρων (ΒΧΣ), ποσοστό πρωτεΐνης (ΠΠ), ποσοστό κατεστραμμένων σπόρων από βρούχο (ΚΣΒ), ποσοστό εξόδου παρασιτικού διπτέρου (ΠΩ), σκληρότητα (ΣΚΛ), ολικές φαινόλες (ΟΦ)]. Όλα τα γνωρίσματα επηρεάστηκαν σημαντικά από τον γενότυπο και την καλλιεργητική περίοδο (με εξαίρεση το ΚΣΒ). Για τον συνδυασμό των δύο ετών, το υψηλότερο ΒΧΣ (86,69 g) βρέθηκε για το *V. sativa* sub. *macrocarpa* ακολουθούμενο από το *V. hybrida* (61,35 g), ενώ οι γενότυποι του *V. sativa* sub. *nigra* είχαν τις χαμηλότερες τιμές ΒΧΣ (9,50-11,06 g). Το ΚΣΒ ήταν υψηλότερο για τον *V. hybrida* (6,33%) και ακολούθησε ο *V. panonnica* (4,17%), ενώ οι υπόλοιποι γενότυποι δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Το υψηλότερο ΠΩ είχαν δύο γενότυποι *V. sativa* sub. *sativa* (1,67-2,00%), ενώ οι *V. sativa* sub. *nigra* είχαν τις χαμηλότερες τιμές. Ωστόσο, οι *V. sativa* sub. *nigra* είχαν το υψηλότερο ΠΠ (30,75-31,10%), ενώ ο μεγαλόσπερμος *V. sativa* sub. *macrocarpa* είχε το μικρότερο (23,80%). Σημαντική, αρνητική συσχέτιση βρέθηκε για τα δύο αυτά γνωρίσματα. Οι πληθυσμοί που εμφάνισαν τα υψηλότερα ΚΣΒ (*V. hybrida* και *V. panonnica*) ήταν αυτοί που είχαν τους μαλακότερους σπόρους (1,11 και 1,59 J/g) και η συσχέτιση ΣΚΛ-ΠΒ ήταν αρνητική και στατιστικώς σημαντική. Τέλος, οι ΟΦ ήταν χαμηλότερες στον πληθυσμό *V. sativa* sub. *sativa* (4,67 mg GAE/g) που είχε το υψηλότερο ΠΩ με συνέπεια τα δύο γνωρίσματα να συσχετίζονται αρνητικά. Συμπερασματικά, βρέθηκε σημαντική διαφοροποίηση των ειδών *Vicia* ως προς τα γνωρίσματα του σπόρου που προσδιορίστηκαν, ενώ ορισμένα εξ αυτών, όπως ΚΣΒ-ΣΚΛ και ΠΩ-ΟΦ, φαίνεται ότι σχετίζονται και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης για την πιθανή αξιοποίησή τους στη γεωργική πρακτική.

Λέξεις κλειδιά: βρούχος, πρωτεΐνη, παρασιτισμός

Εισαγωγή

Το γένος *Vicia*, στο οποίο υπάγεται ο βίκος, περιλαμβάνει περίπου 150 είδη. Από αυτά, το είδος με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία είναι ο κοινός βίκος (*V. sativa* subsp. *sativa*), που αποτελεί το κύριο χειμερινό, χορτοδοτικό ψυχανθές στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Το είδος *V. sativa* περιλαμβάνει και άλλα υποείδη (subsp. *macrocarpa*, *nigra* και *cordata*, *amphicarpa*), τα οποία είτε δεν καλλιεργούνται είτε η διάδοσή τους είναι περιορισμένη (van de Wouw κ.α. 2003). Ωστόσο, τα υποείδη του *V. sativa* είναι ενδημικά στην Ελλάδα και θα μπορούσαν να έχουν γεωργικό ενδιαφέρον. Ομοίως, το είδος *V. pannonica* Crantz (ουγγαρέζικος βίκος) ενδημεί στην Ελλάδα αλλά δεν καλλιεργείται, ενώ τυγχάνει αξιοποίησης στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη λόγω ωριμότητας και αντοχής στο ψύχος (Uzun κ.α. 2004). Τέλος, ευρέως αυτοφυόμενο στην Ελλάδα είναι το *V. hybrida* L. (κίτρινος ή υβριδικός βίκος), το οποίο όμως δεν καλλιεργείται. Η δυνατότητα αξιοποίησης άλλων ειδών και υποειδών βίκου καταδεικνύεται από την πρόσφατη αξιολόγηση πληθυσμών του *V. grandiflora* (Mikić κ.α. 2013), είδος ενδημικό της Ελλάδας.

Εκτός από τη χρήση του ως χορτοδοτική καλλιέργεια, έχει προταθεί η αξιοποίηση του βίκου και ως καρποδοτική σε περιοχές με ξηροθερμικό περιβάλλον, όπως οι μεσογειακές, όπου η πρωιμότητα και οι υψηλές θερμοκρασίες δεν ευνοούν την καλλιέργεια του μπιζελιού [*Pisum sativum* subsp. *arvense* (L.)], του κύριου καρποδοτικού, χειμερινού ψυχανθούς (Francis κ.α. 1999). Ωστόσο, η αξιοποίηση του βίκου ως καρποδοτική καλλιέργεια απαιτεί να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις που σχετίζονται με τη θρεπτική αξία του σπόρου (υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης, απουσία αντιθρεπτικών ουσιών), το μέγεθος και τη σκληρότητα του σπόρου (αφορά τις φθορές στα δόντια των ζώων) και την προσβολή από εχθρούς και κυρίως από βρούχο [*Bruchus pisorum* (L.)] ώστε ει δυνατόν, να καλλιεργηθεί απουσία φυτοπροστατευτικών ουσιών.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να συγκριθούν 10 πληθυσμοί ειδών βίκου ως προς ορισμένα χαρακτηριστικά του σπόρου [βάρος 1000 σπόρων (ΒΧΣ), ποσοστό πρωτεΐνης (ΠΠ), ποσοστό κατεστραμμένων σπόρων από βρούχο (ΚΣΒ), ποσοστό εξόδου παρασιτικού διπτέρου (%ΠΩ), σκληρότητα (ΣΚΛ), ολικές φαινόλες (ΟΦ)] υπό ξηροθερμικές συνθήκες πεδίου.

Υλικά και Μέθοδοι

Δέκα συλλεχθέντες πληθυσμοί βίκου [τρεις *V. sativa* sub. *sativa* (SS), ένας *V. sativa* sub. *macrocarpa* (SM), τέσσερεις *V. sativa* sub. *nigra* (SN), ένας *V. hybrida* (H) και ένας *V. panonnica* (P)] σπάρθηκαν στις 13 Δεκεμβρίου 2013 και 2014 σε πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις επαναλήψεις στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ (40ο32΄1N, 22ο59΄3E, 5 m). Σε κάθε τεμάχιο επιφάνειας 1 m^2 σπάρθηκαν 90 έως 150 σπόροι, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα για κάθε πληθυσμό.

Στην ωρίμανση, από κάθε τεμάχιο, συγκομίστηκε το σύνολο των λοβών, από τους οποίους διαχωρίστηκαν οι σπόροι με το χέρι. Εκατό τυχαίως επιλεγμένοι σπόροι από κάθε πειραματικό τεμάχιο τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία όγκου 75 ml στα οποία παρέμειναν για διάστημα μεγαλύτερο των τριών μηνών σε θερμοκρασία δωματίου (25ο C/20ο C, ημέρα/νύχτα). Ακολούθησε καταμέτρηση των σπόρων που έφεραν οπή εξόδου βρούχου ή του παρασιτικού διπτέρου [*Triaspis thoracicus* (Curtis, 1860)], που αποτελεί φυσικό του εχθρό. Εκατό υγιείς σπόροι από κάθε πειραματικό τεμάχιο ξηράνθηκαν στους 75ο C για 48 h και με αναγωγή υπολογίστηκε το βάρος 1000 σπόρων (ΒΧΣ). Από τους σπόρους αυτούς, 90 κονιοποιήθηκαν σε ειδικό μύλο άλεσης. Ποσότητα περίπου 2 mg του υλικού αυτού χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του αζώτου (%N) με τη βοήθεια στοιχειακού αναλυτή (EuroEA 300) και το ποσοστό πρωτεΐνης (ΠΠ) στον σπόρο υπολογίστηκε ως το γινόμενο 6,25×%N. Ποσότητα 200 mg του αλεσμένου υλικού εκχυλίστηκαν με υδατική

ακετόνη σε λουτρό υπερήχων για 15 min σε θερμοκρασία δωματίου και μετά από φυγοκέντρηση (2200 rpm, 10 min), συλλέχθηκε το υπερκείμενο. Όγκος 200 μL του παραπάνω εκχυλίσματος αναμίχθηκε με 800 μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu (1:10 v/v) και μετά από 2 min προστέθηκαν 2 ml 75 g/L υδατικού διαλύματος Na_2CO_3. Ο τελικός όγκος ρυθμίστηκε στα 10 mL με απεσταγμένο νερό (Singleton κ.α. 1999). Μετά από 1 h παραμονή στο σκοτάδι, καταγράφηκε η απορρόφηση στα 725 nm και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg ισοδυνάμων γαλλικού οξέος (GAE) ανά g δείγματος (mg GAE/g).

Τέλος, οι υπόλοιποι 10 ξηροί σπόροι κάθε τεμαχίου υπέστησαν θραύση με αναλυτή υφής (TA-XT2i, Stable Micro systems) και η σκληρότητα (ΣΚΛ) του σπόρου εκφράστηκε σε J/g ξηρού βάρους.

Τα αποτελέσματα υποβλήθηκαν σε ανάλυση παραλλακτικότητας με κύριο παράγοντα τους πληθυσμούς βίκου και τρεις επαναλήψεις. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο JMP 5.1.2 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) και η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η σύγκριση των μέσων όρων των γνωρισμάτων του σπόρου για τους 10 πληθυσμούς βίκου και τα δύο έτη πειραματισμού. Το 2015 ήταν ευνοϊκότερη καλλιεργητική περίοδος αφού το μέγεθος (ΒΧΣ) και η συγκέντρωση πρωτεΐνης (ΠΠ) του σπόρου ήταν υψηλότερα, αλλά η σκληρότητα (ΣΚΛ) ήταν μικρότερη. Επίσης, το ποσοστό κατεστραμμένων σπόρων από βρούχο (ΚΣΒ) δεν διέφερε σημαντικά σε σχέση με το 2014 αλλά το ποσοστό των ωφελίμων εντόμων ήταν σημαντικά μικρότερο, σχεδόν το μισό (1,03% και 0,57%, αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το ΚΣΒ είναι ανεξάρτητη από τις συνθήκες της καλλιεργητικής περιόδου και τη φυσική διακύμανση του πληθυσμού του παρασίτου. Τέλος, οι ολικές φαινόλες του σπόρου (ΟΦ) ήταν σημαντικά υψηλότερες το 2015 (Πίνακας 1).

Το μεγαλύτερο μέγεθος σπόρου (ΒΧΣ) είχε ο *V. sativa* sub. *macrocarpa* ($SM_{Κερδύλια}$) με 86,69 g ακολουθούμενος από τον *V. hybrida* ($H_{Πυλαία}$) με 61,35 g. Αντίθετα, οι πληθυσμοί *V. sativa* sub. *nigra* (SN) είχε τους μικρότερους σπόρους (9,50 g έως 11,06 g) και δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 1). Ωστόσο, οι τελευταίοι (SN) είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις πρωτεΐνης (ΠΠ) στον σπόρο (28,82-31,10%) ενώ ο $SM_{Κερδύλια}$ είχε το μικρότερο ΠΠ (23,80%). Μάλιστα βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ΒΧΣ και του ΠΠ όπως φαίνεται στο Σχήμα 1α.

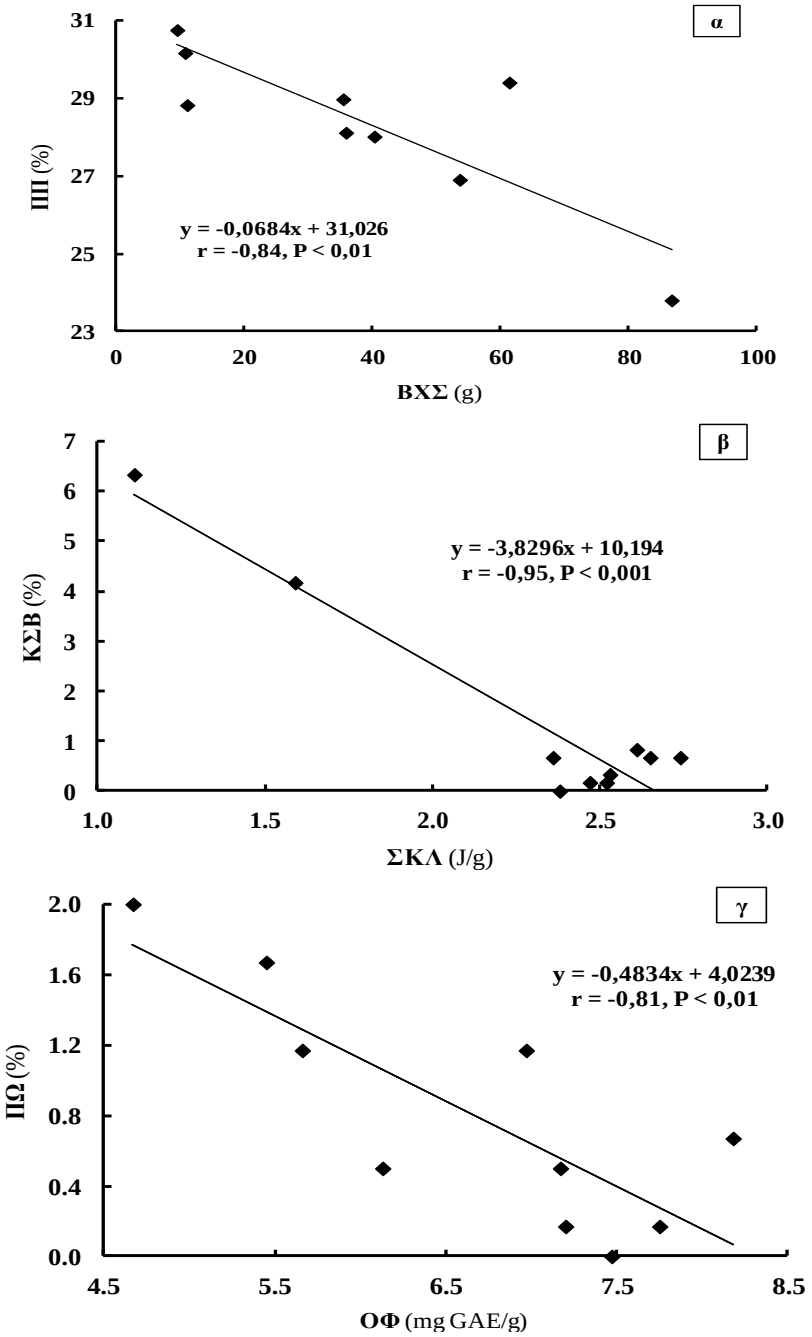
Ο πληθυσμός $H_{Πυλαία}$ εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό κατεστραμμένων σπόρων από βρούχο (ΚΣΒ) με 6,33% ακολουθούμενος από τον *V. panonnica* ($P_{Κοζάνη}$) με 4,17% ενώ τα χαμηλότερα, έως και μηδενικά, ποσοστά είχαν οι πληθυσμοί SN (0,00-0,67%).

Οι μικροί, πλούσιοι σε πρωτεΐνη σπόροι των SN ήταν σκληροί (2,38-2,74 J/g) ενώ οι $H_{Πυλαία}$ και $P_{Κοζάνη}$, με τα υψηλότερα ΚΣΒ, είχαν τους μαλακότερους σπόρους (1,11 J/g και 1,59 J/g, αντίστοιχα). Αυτό είχε ως συνέπεια τα δύο γνωρίσματα να συσχετίζονται ισχυρά και αρνητικά μεταξύ τους (Σχήμα 1β). Στο μπιζέλι, το ΚΣΒ βρέθηκε να σχετίζεται με το ΠΠ στον σπόρο (Nikolova 2016) κάτι που δεν επιβεβαιώνεται από τα παρόντα δεδομένα.

Πίνακας 1. Σύγκριση μέσων όρων των γνωρισμάτων του σπόρου [βάρος 1000 σπόρων (ΒΧΣ), ποσοστό πρωτεΐνης (ΠΠ), ποσοστό κατεστραμμένων σπόρων από βρούχο (ΚΣΒ), ποσοστό εξόδου παρασιτικού διπτέρου (ΠΩ), σκληρότητα σπόρου (ΣΚΛ), ολικές φαινόλες (ΟΦ)] ως προς τους κύριους παράγοντες (πληθυσμοί βίκου και καλλιεργητικές περίοδοι). Όπου: SM, *V. sativa* sub. *macrocarpa*; SS, *V. sativa* sub. *sativa*; SN, *V. sativa* sub. *nigra*; H, *V. hybrida*; P, *V. panonnica*, CV, συντελεστής παραλλακτικότητας. Ως δείκτες δίνονται οι περιοχές προέλευσης κάθε πληθυσμού βίκου.

Πληθυσμός	**ΒΧΣ** (g)	**ΠΠ** (%)	**ΚΣΒ** (%)	**ΠΩ** (%)	**ΣΚΛ** (J/g)	**ΟΦ** (mg GAE/g)
$SM_{Κερδύλια}$	86,69a	23,80c	0,67c	0,50bc	2,36b	7,17bc
$SS_{Πυλαία1}$	35,42e	28,97ab	0,83c	0,50bc	2,61ab	6,13d
$H_{Πυλαία}$	61,35b	29,40ab	6,33a	1,17ab	1,11d	6,97c
$SS_{Πυλαία2}$	40,29d	28,01ab	0,67c	2,00a	2,65ab	4,67f
$P_{Κοζάνη}$	53,62c	26,90bc	4,17b	1,17ab	1,59c	5,66de
$SN_{Πυλαία}$	9,50f	30,75a	0,17c	0,67bc	2,52ab	8,18a
$SN_{Πάτκο}$	11,06f	28,82ab	0,67c	0,17c	2,74a	7,20bc
$SS_{Ευκαρπία}$	35,86e	28,11ab	0,33c	1,67a	2,53ab	5,45e
$SN_{Αγρόκτημα}$	9,93f	31,10a	0,00c	0,17c	2,38b	7,75ab
$SN_{Ευκαρπία}$	10,75f	30,16ab	0,17c	0,00c	2,47ab	7,47bc
Έτος						
2014	31.96b	26,40b	1,37a	1,03a	2,48a	6,33b
2015	38,94a	30,81a	1,43a	0,57b	2,11b	7,00a
CV (%)	9.86	11,01	72,31	90,25	10,92	8,12

Τα υψηλότερα ποσοστά εξόδου παρασιτικού διπτέρου (ΠΩ) βρέθηκαν σε πληθυσμούς *V. sativa* sub. *sativa* (1,67-2,00%) ενώ χαμηλά έως μηδενικά ποσοστά είχαν οι SN (Πίνακας 1). Οι πληθυσμοί *V. sativa* sub. *sativa* ($SS_{Πυλαία2}$ και $SS_{Ευκαρπία}$) με τα υψηλότερα ΠΩ ήταν αυτοί που είχαν τα χαμηλότερα επίπεδα ολικών φαινολών (ΟΦ) με συνέπεια οι δύο παράμετροι να συσχετίζονται αρνητικά μεταξύ τους (Σχήμα 1γ). Φαίνεται ότι η συσσώρευση ΟΦ στην προνύμφη του βρούχου, που καταναλώνει σπόρους πλούσιους σε φαινόλες, δρα, αν όχι τοξικά, τουλάχιστον ανασταλτικά στην ανάπτυξη του παρασιτοειδούς (Haviola κ.α. 2007, Ibanez κ.α. 2012), με συνέπεια τα υψηλότερα ΠΩ να εμφανίζονται στους πληθυσμούς SS που είχαν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις ΟΦ.



Σχήμα 1. Στατιστικώς σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των γνωρισμάτων του σπόρου που μετρήθηκαν για τους 10 πληθυσμούς βίκου κατά τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Όπου: ΒΧΣ, βάρος 1000 σπόρων; ΠΠ, ποσοστό πρωτεΐνης; ΚΣΒ, ποσοστό κατεστραμμένων σπόρων από βρούχο; ΣΚΛ, σκληρότητα σπόρου; ΠΩ, ποσοστό εξόδου παρασιτικού διπτέρου και ΟΦ, ολικές φαινόλες.

Βιβλιογραφία

Francis, C.M., D. Enneking, and A.M. Abd El Moneim. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes? In: Knight R (ed), Proc 3rd Int Food Legume Res Conf. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London: 671-683.

Haviola, S., L. Kapari, V. Ossipov, M.J. Rantala, T. Ruuhola, and E. Haukioja. 2007. Foliar phenolics are differently associated with *Epirrita autumnata* growth and immunocompetence. J. Chem. Ecol. 33: 1013-1023.

Ibanez, S., C. Gallet, and L. Després. 2012. Plant insecticidal toxins in ecological networks. Toxins 4: 228-243.

Mikić, A., V. Mihailović, B. Ćupina, S. Antanasović, Đ. Krstić, B. Zlatković, V. Đorđević, L. Zorić, K. Taški-Ajduković, and N. Nagl. 2013. Ex situ evaluation of cultivation potential in wild populations of large-flowered vetch (*Vicia grandiflora*). Euphytica 193: 1-12.

Nikolova, I. 2016. Pea weevil damage and chemical characteristics of pea cultivars determining their resistance to *Bruchus pisorum* L. Bull. Entomol. Res. 106: 268-277.

Singleton, V.L., R.Orthofer, and R.M. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagents. Methods Enzymol. 299: 152-178.

Uzun, A., U. Bilgili, M. Sincik, and E. Açikgöz. 2004. Effects of seeding rates on yield and yield components of hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.). Turk. J. Agric. For. 28: 179-182.

Van de Wouw, M., N. Maxted, and B.V. Ford-Lloyd. 2003. Agro-morphological characterisation of common vetch and its close relatives. Euphytica 130: 281-292.

Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2012. Σιτηρά & Ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 760.

DIFFERENCES IN CERTAIN SEED TRAITS AMONG VETCH SPECIES

D. Fotakidis[1], M. Karagianni[1], M. Irakli[2], A. Lazaridou[3], I.T. Tsialtas[1]

[1]Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Lab. of Agronomy, 541 24 Thessaloniki
[2]ELGO-«Demeter», Institute of Plant Breeding and Phytogenetic Resources, 570 01 Thermi
[3]Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Lab. of Food Chemistry and Biochemistry, 541 24 Thessaloniki

The vernacular name vetch overarches many species of genus *Vicia*, both cultivated and wild. Among them, common vetch (*Vicia sativa* L.) is the most widely known and cropped species for hay production. Yet, it is considered that even its seed could be used as a feedstock. In a two-growth season field experiment, 10 vetch accessions, belonging to various species (*V. sativa* sub. *sativa*, *V. sativa* sub. *macrocarpa*, *V. sativa* sub. *nigra*, *V. hybrida* and *V. panonnica*), were grown at the Farm of Aristotle University of Thessaloniki in order certain seed traits to be studied [1000-seed weight (TSW), protein concentration (PC), percentage of seeds destroyed by bruchid infection (SDB), percentage of bruchid parasitism by a braconid wasp (PP), seed softness (SSo), total phenols (TP)]. All the traits were significantly affected by the growth season (exempting PC) and vetch accession. Over the two growth seasons, *V. sativa* sub. *macrocarpa* had the highest TSW (86.69 g) followed by *V. hybrida* (61.35 g) while *V. sativa* sub. *nigra* accessions showed the lowest values (9.50-11.06 g). The large-seeded *V. hybrida* had the highest SDB (6.33%) followed by *V. panonnica* (4.17%) whereas the other accessions did not differ. Common vetch accessions were counted to have the highest PP values (1.67-2.00%) while *V. sativa* sub. *nigra* accessions showed the lowest ones. However, *V. sativa* sub. *nigra* accessions had the highest PC (30.75-31.10%) when the large-seeded *V. sativa* sub. *macrocarpa* had the lowest (23.80%). These two parameters were negatively correlated. Accessions with high SDB (*V. hybrida* and *V. panonnica*) were those with the lowest SSo values (1.11 and 1.59

J/g) and a negative correlation was established between these two traits. Last, TP level was lowest (4.67 mg GAE/g) in a *V. sativa* sub. *sativa* accession which showed the highest PP. Consequentially, TP and PP were negatively correlated. Concluding, *Vicia* accessions showed significant variation for the seed traits determined. The established correlations between certain traits (e.g. TSW-PC, SDB-SSo, PP-TP) are quite interesting and needs further study.

ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΞΥ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΥ ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΛΕΠΤΗΣ ΗΡΑΣ (*Lolium rigidum* Gaudin)

Α. Παπαπαναγιώτου[1], Α. Μάγγου[1], Σ. Ραχωβίτου[1], Γ. Μενεξές[2], Ι. Βασιλάκογλου[3], Η. Ελευθεροχωρινός[2]

[1]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 531 00 Φλώρινα
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, 541 24 Θεσσαλονίκη
[3]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 411 10 Λάρισα

Σε πείραμα αγρού που διεξήχθη στο Αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Μακεδονίας (Φλώρινα), κατά την περίοδο 2014-15, διερευνήθηκε η ανταγωνιστική ικανότητα μεταξύ ενός ευαίσθητου πληθυσμού λεπτής ήρας *(Lolium rigidum Gaudin*) και επτά ανθεκτικών πληθυσμών: ενός πληθυσμού με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς της δράσης του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS), ενός πληθυσμού με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς της δράσης του ενζύμου καρβοξυλάση του ακετυλο-συνενζύμου Α (ACCase) και πέντε πληθυσμών με πολλαπλή ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα των δύο τρόπων δράσης (ALS- και ACCase-αναστολείς)]. Τα φυτά των πληθυσμών μεταφυτεύθηκαν στον αγρό σε αποστάσεις 5 cm επί της γραμμής και 10 cm μεταξύ των γραμμών και σε αναλογία φυτών 12:0 (12 φυτά του ενός εκ των δύο πληθυσμών), 9:3, 6:6, 3:9 και 0:12. Οι συνδυασμοί που αξιολογήθηκαν ήταν: ο ευαίσθητος πληθυσμός χωριστά με κάθε ένα από τους επτά ανθεκτικούς, καθώς και ο ανθεκτικός σε ζιζανιοκτόνα-αναστολείς της δράσης του ενζύμου ACCase με τους υπόλοιπους έξι ανθεκτικούς πληθυσμούς. Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο RCBD με υποδιαιρεμένα τεμάχια (split plot), όπου το ζεύγος των πληθυσμών λεπτής ήρας αποτελούσε τα κύρια τεμάχια και η μεταξύ τους αναλογία τα υποτεμάχια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο αριθμός αδελφιών και το νωπό βάρος του ευαίσθητου πληθυσμού, παρουσία των επτά ανθεκτικών πληθυσμών, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά, ενώ ο ανθεκτικός πληθυσμός σε ζιζανιοκτόνα ALS- αναστολείς και ένας πληθυσμός με πολλαπλή ανθεκτικότητα, παρουσία του ευαίσθητου πληθυσμού, είχαν το μεγαλύτερο νωπό βάρος και αριθμό αδελφιών. Επίσης, ο αριθμός αδελφιών και το νωπό βάρος του ACCase-ανθεκτικού πληθυσμού, παρουσία των υπόλοιπων έξι ανθεκτικών πληθυσμών, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά, αλλά ένας πληθυσμός με πολλαπλή ανθεκτικότητα και ο ανθεκτικός πληθυσμός σε ζιζανιοκτόνα- αναστολείς του ενζύμου ALS, παρουσία του ACCase-ανθεκτικού πληθυσμού, παρήγαγαν το μεγαλύτερο νωπό βάρος και το μεγαλύτερο αριθμό αδελφιών. Οι επτά ανθεκτικοί πληθυσμοί, παρουσία του ευαίσθητου πληθυσμού, είχαν παρόμοιο νωπό βάρος και αριθμό αδελφιών σε όλες τις πυκνότητες, ενώ ο ευαίσθητος πληθυσμός, παρουσία των επτά ανθεκτικών πληθυσμών, παρήγαγε το μικρότερο νωπό βάρος και αριθμό αδελφιών στην πυκνότητα 6:6. Επίσης, οι έξι ανθεκτικοί πληθυσμοί, παρουσία του ACCase–ανθεκτικού πληθυσμού, είχαν το μικρότερο νωπό βάρος και αριθμό αδελφιών στην πυκνότητα 6:6, ενώ ο ACCase-ανθεκτικός πληθυσμός, παρουσία των υπολοίπων έξι ανθεκτικών πληθυσμών, παρήγαγε το μεγαλύτερο νωπό βάρος και αριθμό αδελφιών στην πυκνότητα 6:6. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής δείχνουν ότι η προσαρμοστικότητα των ανθεκτικών πληθυσμών δεν συσχετίζεται ισχυρά με τις μεταλλάξεις των γονιδίων που κωδικοποιούν τα ένζυμα στόχους δράσης των ζιζανιοκτόνων. Αυτό

σημαίνει ότι η απουσία διακριτού πλεονεκτήματος ή κόστους προσαρμοστικότητας στους ανθεκτικούς πληθυσμούς, σε αντίθεση με αποτελέσματα άλλων ερευνητών, μπορεί να οφείλεται σε διαφορές των ανθεκτικών πληθυσμών ως προς τη βιολογία, την εξελικτική προέλευση, τον πολυμορφισμό, την απουσία πλειοτροπικής επίδρασης των μεταλλαγμένων γονιδίων, την παρουσία υποτελών γονιδίων και, γενικότερα, στην αλληλεπίδραση γενοτύπων και περιβάλλοντος.

ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 5 ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΤΕΒΙΑΣ (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

Π. Λόλας[1], Η. Ντζάνης[2], Α. Παπανικολάου[1]

[1]ΙΕΤΕΘ/ΕΚΕΤΑ, [2] σ. Ερευνητή π. ΕΘΙΑΓΕ
lolaspet@gmail.com

Περίληψη

Η στέβια στην Ελλάδα είναι μια από τις νέες καλλιέργειες, τις λεγόμενες υπερτροφές με μικρή όμως ακόμα εξάπλωση, αλλά με δυναμική προοπτική δεδομένου ότι η στεβιοζάχαρη, φυσική γλυκαντική ουσία, θεωρείται απαλλαγμένη από τις παρενέργειες που αποδίδονται σε άλλες γλυκαντικές ουσίες, φυσικές (π.χ. ζάχαρη) ή συνθετικές. Αξιολογήθηκαν στο χωράφι για τρία χρόνια (2013-2015) στην περιοχή του Αγρινίου 5 ποικιλίες στέβιας (P2, SRB, Candy, K2, BR) για διάφορα χαρακτηριστικά αγρονομικά (ύψος, χλωρό και ξηρό βάρος φυτού, φύλλων, στελεχών, απόδοση) και ποιοτικά (περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης, % περιεκτικότητα σε Ρεμπαουδιοσίδη Α). Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο RCB με 3 επαναλήψεις, , με 5 γραμμές /πειραματικό τεμάχιο και αποστάσεις μεταφύτευσης 75 Χ 30 cm μεταξύ γραμμών και επί της γραμμής, αντίστοιχα. Όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες ήταν εκείνες που συνιστώνται για την καλλιέργεια. Οι αγρονομικές παρατηρήσεις έγιναν ανά 14 μέρες από τη μεταφύτευση (ΜΑΜ), ή την αναβλάστηση (ΜΑΑ) και σε κάθε συλλογή, ενώ τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μετρήθηκαν στα ξηρά φύλλα κάθε ποικιλίας. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών σε ορισμένα χαρακτηριστικά και τις τρεις χρονιές και σε κάθε συλλογή. Υψηλότερη απόδοση έδωσαν οι ποικιλίες SRB και K2 (περισσότερο από 300 κιλά με δύο συλλογές τον πρώτο χρόνο και περισσότερο από 500 κιλά το στρέμμα με τρεις συλλογές τον δεύτερο και τρίτο χρόνο). Υψηλότερες ποικιλίες φαίνεται ότι είναι οι BR και SRB. Οι ποικιλίες K2 και SRB φαίνεται να έχουν τα υψηλότερα βάρη όπως στις αποδόσεις. Το βάρος του φυτού, των φύλλων και των στελεχών μειώνονταν από την πρώτη στη δεύτερη, και στην τρίτη συλλογή. Ανάλογα με την ποικιλία το ξηρό βάρος ανά φυτό σε σχέση με το χλωρό ήταν περίπου 3,5 φορές λιγότερο ή το 27 -33 % του χλωρού. Η αναλογία επί τοις % των φύλλων και στελεχών στο ξηρό βάρος του φυτού ήταν 48-52 % το 2013, 55-45% το 2014 και 61-39% το 2015 ή σε εύρος 48-61 % τα φύλλα και τα στελέχη σε ποσοστό 39-52%. Οι ποικιλίες SRB, Candy και Br είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης όπως και σε Ρεμπαουδιοσίδη Α. Οι ποικιλίες έφτασαν στην υψηλότερη περιεκτικότητα άλλες στις 60 μέρες από την αναβλάστηση (SRB, K2) και άλλες (Candy και Br) 10 μέρες αργότερα, στην 1η συλλογή. Συμπερασματικά, οι ποικιλίες που δοκιμάστηκαν έδωσαν πολύ καλές αποδόσεις και υψηλή περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης.

Λέξεις κλειδιά: Στέβια, Ποικιλίες, Γλυκοζίτες στεβιόλης, Ρεμπαουδιοσίδη Α

Εισαγωγή

Η στέβια ως είδος φυτού αλλά και ως καλλιέργεια ήταν άγνωστη στην Ελλάδα μέχρι το 2005 όταν άρχισε η συστηματική επιστημονική μελέτη για πρώτη φορά και έως σήμερα από

το Π. Θεσσαλίας και αργότερα και από το ΙΕΤΕΘ/ΕΚΕΤΑ[1] σε συνεργασία με διάφορους φορείς. Η έρευνα αφορούσε την συμπεριφορά της στέβιας σε πειράματα σπορείων, ποικιλιών, λίπανσης, αποστάσεων μεταφύτευσης, άρδευσης και ελέγχου ζιζανίων στις ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες ως ενδεχόμενη νέα καλλιέργεια σε αντικατάσταση καλλιεργειών που περιορίζονται ή εγκαταλείπονται (Λόλας, 2013; Λόλας, 2015; Παρεσίδου, 2008).

Η στέβια βρίσκεται αυτοφυής ως ιθαγενές είδος στα βορειοανατολικά υψίπεδα της Παραγουάης στα σύνορα με την Βραζιλία και μικρό μέρος της Αργεντινής, κοντά στον 25ο νότιο παράλληλο (Kinghom, 2002; Carneiro,1990). Είναι ένα πολυετές, ποώδες, πολύκλαδο θαμνοειδές φυτό, ύψους 50-80 cm στη συλλογή. Οι τοπικές φυλές των Ινδιάνων Guarani, Mestizos και άλλες γνώριζαν και χρησιμοποιούσαν τα φύλλα χλωρά ή ξηρά, τριμμένα ή αλεσμένα ως ''ζάχαρη'' στα τσάγια, στα άλλα ποτά τους και στα ''γιατροσόφια'' τους πολύ πριν από την άφιξη του Κολόμβου στην Αμερική (Carneiro,1990).

Σήμερα καλλιεργείται σε περισσότερες από 15 χώρες ως ετήσιο ή πολυετές φυτό (παραγωγική ζωή 4-6 χρόνια), ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες (Brandle,.1998; Λόλας, 2013; Vanhove-Deneve, 2008). Η κύρια χρήση της στέβιας είναι για την εξαγωγή από τα φύλλα της, χλωρά, ή ξηρά, των φυσικών γλυκαντικών ουσιών Στεβιοσίδης, Ρεμπαουδιοσίδη και Δουλκοσίδη, αναφερόμενων συνολικά ως γλυκοζίτες στεβιόλης (Kinghom, 2002; Λόλας, 2013).

Η δημοσιευμένη έρευνα τόσο παγκόσμια όσο και στην Ελλάδα όσον αφορά τη συμπεριφορά ποικιλιών στέβιας είναι σχεδόν ανύπαρκτη (Λαζαρίδου κ.α., 2012; Λόλας, 2015). Σκοπός της εργασίας ήταν η αξιολόγηση σε ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες πέντε ποικιλιών στέβιας ως προς ορισμένα χρηστικά αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Υλικά και Μέθοδοι

Αξιολογήθηκαν στο χωράφι για τρία χρόνια (2013-2015) στην περιοχή του Αγρινίου 5 ποικιλίες στέβιας (P2, SRB, Candy, K2, BR) για διάφορα χαρακτηριστικά αγρονομικά (ύψος, χλωρό και ξηρό βάρος φυτού, φύλλων, στελεχών, απόδοση) και ποιοτικά (περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης, % περιεκτικότητα σε Ρεμπαουδιοσίδη Α). Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο RCB με 3 επαναλήψεις, οι διαστάσεις του πειραματικού τεμαχίου ήταν 6x4 m, με 5 γραμμές/πειραματικό τεμάχιο και αποστάσεις μεταφύτευσης 75 X 30 cm μεταξύ των γραμμών και επί της γραμμής, αντίστοιχα. Όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες ήταν εκείνες που συνιστώνται για την καλλιέργεια. Οι αγρονομικές παρατηρήσεις έγιναν ανά 14 μέρες από τη μεταφύτευση (ΜΑΜ), ή την αναβλάστηση (ΜΑΑ) και στη συλλογή, ενώ τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μετρήθηκαν σε άλεσμα ξηρών φύλλων κάθε ποικιλίας, στις 30, 60, 90 ΜΑΜ ή ΜΑΑ και σε κάθε συλλογή.

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Ύψος φυτού. Παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών (**Πίν. 1**). Υψηλότερες ποικιλίες στις περισσότερες συλλογές φαίνεται ότι ήταν οι BR και SRB και χαμηλότερη η Candy ειδικά τα έτη 2014 και 2015.

Η μεταβολή ανά 14 μέρες του ύψους της στέβιας από την αναβλάστηση έως τη συλλογή (Λόλας 2015) ήταν αργή τις πρώτες 42 μέρες (το 21 % στις 14 ΜΑΑ, το 34 % στις 28, το 52 %

[1] Ινστιτούτο Έρευνας και Τεχνολογίας Θεσσαλίας/Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης

στις 42 ΜΑΑ σε σχέση με εκείνο κατά τη συλλογή) και ταχύτερη όσο το φυτό πλησίαζε το στάδιο της συλλογής (το 70 % στις 56 , το 92 % στις 70 ΜΑΑ).

Χλωρό βάρος φυτού. Οι ποικιλίες παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς το χλωρό βάρος ανά φυτό (**Πίν. 2)**. Στις περισσότερες συλλογές και ιδιαίτερα στην 1η και 2η, οι ποικιλίες K2 και SRB φαίνεται να έχουν τα υψηλότερα βάρη, ακολουθούμενες από την P2 (P6) ενώ η Candy είχε το χαμηλότερο χλωρό βάρος ανά φυτό.

Πίν. 1. Ύψος στέβιας κατά τη συλλογή στο πείραμα ποικιλιών τα έτη 2013-2015

Ποικιλία	2013 Ύψος, cm		2014 Ύψος, cm			2015 Ύψος, cm		
	1η Σ/γή	2η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή
P2	54,9	47.0	44.1	31,5	36,8	35.1	35.3	46,3
SRB	37,9	43.1	45.1	37,2	41,2	34.5	34.0	48,2
Candy	50,8	48.8	41.1	36,5	39,8	32.6	33.1	45,8
K2	52,7	46.7	45.4	36,9	37,6	35.8	35.0	45,3
BR	58,2	44.9	48.7	37,8	42,6	36.9	33.7	49,8
LSD 05	**4,2**	**2,9**	**3,9**	**4,2**	**4,8**	**2,1**	**NS**	**3,1**

Πίν.2. Χλωρό βάρος φυτού σε g ανά έτος και Συλλογή

Ποικιλία	2013 Χλωρό βάρος, g		2014 Χλωρό βάρος, g			2015 Χλωρό βάρος, g		
	1η Σ/γή	2η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή
P2 (P6)	372,2	114	299,4	222,0	224,6	179,5	201.8	193,9
SRB	236,3*	87*	337,9	277,4	305,7	197,7	196.3	176,3
Candy	345,6	102	265,2	235,2	205,3	148,0	127.7	149,9
K2	422,2	139	346,6	270,1	193,3	172,9	180.1	174,8
BR	350,0	107	271,9	254,4	248,9	171,1	166.2	186,1
LSD 05	46,7	NS	41,6	21,3	28,7	25,3	34,6	22,6

* Δεν περιλήφθηκε στην στατιστική ανάλυση λόγω καθυστερημένης μεταφύτευσης

Ξηρό βάρος φύλλων. Το ξηρό βάρος των φύλλων ανά φυτό των ποικιλιών K2 και SRB, όπως και το χλωρό βάρος ανά φυτό, ήταν σημαντικά υψηλότερο από ορισμένες από τις άλλες ποικιλίες, αλλά όχι μεταξύ τους (**Πίν. 3**). Η ποικιλία Candy είχε σημαντικά χαμηλότερο ξηρό βάρος φύλλων στις περισσότερες συλλογές.

Πίν. 3. Ξηρό βάρος φύλων σε g ανά φυτό στέβιας ανά συλλογή και έτος

Ποικιλία	2013, g/φυτό		2014, g/φυτό			2015, g/φυτό		
	1η Σ/γή	2η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή
P2 (P6)	54,0	15	48,2	29,8	25,3	35,6	25,6	35,8
SRB	40,2	9	56,4	33,7	34,9	39,3	27,7	34,3
Candy	47,9	12	41,2	32,6	24,6	31,0	23,2	29,9
K2	61,9	17	54,3	37,1	23,4	32,6	24,2	31,4
BR	46,7	13	39,2	30,6	27,1	33,4	22,9	32,1
LSD 05	**4,7**	**2,3**	**5,3**	**3,8**	**5,6**	**1,8**	**2,2**	**2,1**

Στην πράξη σημασία για ένα καλλιεργητή στέβιας έχει και η εξέλιξη του βάρους των φύλλων στην καλλιεργητική περίοδο από τις 30 ΜΑΜ ή τις ΜΑΑ έως την 1η, ή την 1η και 2η ή και την 3η συλλογή, ανάλογα με την ηλικία και τις συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται η στέβια. Στον **Πίν. 4** φαίνεται ότι σε διετή καλλιέργεια, το 2014, στις 30 ΜΑΑ το ξηρό βάρος των φύλλων ανά φυτό έφτασε μόνο στο 13% και στις 60 ΜΑΑ στο 56% του βάρους των φύλλων στην 1η συλλογή, ενώ το βάρος των φύλλων στην 2η και στην 3η συλλογή ήταν 68% και 57%, αντίστοιχα, σε σχέση με εκείνο της 1ης.

Πίν. 4. Εξέλιξη ξηρού βάρους φύλων σε g ανά φυτό στέβιας στις 30, 60 ΜΑΑ και ανά συλλογή το 2014

Ποικιλία	30/4 30 ΜΑΑ	30/5 60 ΜΑΑ	24/6 1η Συλ/γή	30/7 2η Συλ/γή	5/9 3η Συλ/γή
P2	6,9	28,7	48,2	29,8	25,3
SRB	6,7	30,3	56,4	33,7	34,9
Candy	5,3	22,3	41,2	32,6	24,6
K2	6,1	30,7	54,3	37,1	23,4
Brazil	5,7	24,0	39,2	30,6	27,1
LSD 05	**NS**	**4,1**	**5,3**	**3,8**	**5,6**
Μ.Ο.	**6,2**	**27,2**	**47,9**	**32,7**	**27,3**
Σχέση %	**13**	**56**	**100**	**68**	**57**

Σχέση χλωρού-ξηρού βάρους. Ένα άλλο χρήσιμο στοιχείο στην πράξη είναι και η σχέση του χλωρού με το ξηρό βάρος φυτού και περισσότερο η αναλογία φύλλων και στελεχών ως ποσοστό στο ξηρό βάρος του φυτού. Γνωρίζοντας κάποιος αυτά τα στοιχεία μπορεί εύκολα να εκτιμήσει την απόδοση. Ανάλογα με την ποικιλία το ξηρό βάρος ανά φυτό σε σχέση με το χλωρό είναι περίπου 3,5 φορές λιγότερο ή το 27 -33 % του χλωρού (**Πίν. 5**). Η αναλογία επί τοις % των φύλλων και στελεχών στο ξηρό βάρος του φυτού ήταν 48-52 % το 2013, 55-45% το 2014 (**Πίν. 5**) και 61-39% το 2015, ή σε εύρος 48-61 % τα φύλλα και τα στελέχη σε ποσοστό 39-52%.

Πίν. 5. Σχέση χλωρού ξηρού βάρους φυτού, στελέχους και φύλλων στην 1η Συλλογή, 2014

Ποικιλία	Φυτό			Στέλεχος	Φύλλα	Σχέση % με Ξ. βάρος φυτού
	Χλ. β, g	Ξηρ β, g	Σχέση Χλ./Ξ, %	Ξηρ β, g.	Ξηρ β, g.	
P2	299,4	89,3	3,4-30	41,1	48,2	46-54
SRB	337,9	102,9	3,3-30	46,6	56,4	45-55
Candy	265,2	71,8	3,7-27	30,6	41,2	43-57
K2	346,6	100,7	3,4-29	46,3	54,3	46-54
Brazil	271,9	74,1	3,7-27	34,9	39,2	47-53
LSD 05	**41,6**	**12,3**		**3,9**	**4,7**	
Μ.Ο.	**304,2**	**87,8**	**3,5-29**	**39,9**	**47,9**	**45-55**

Τα διαφορετικά βάρη από έτος σε έτος εξηγούνται από τις διαφορετικές συνθήκες και το στάδιο συλλογής (ανάλογες διαφορές παρατηρούνται και στο ύψος κατά τη συλλογή, όπως και στην απόδοση) Από την εξέλιξη του ύψους (Λόλας, 2015), του χλωρού βάρους ανά φυτό (Λόλας, 2015) αλλά και του ξηρού βάρους των φύλλων (**Πίν. 4**) φαίνεται καθαρά ότι η στέβια,

ανεξάρτητα από την ποικιλία, τον πρώτο μήνα μετά την μεταφύτευση ή την αναβλάστηση μεγαλώνει αργά. Αυτό αναφέρεται και στην βιβλιογραφία (Brandle,.1998; Carneiro,1990; Λόλας, 2013; Λόλας, 2015).

Γίνεται φανερό από τα παραπάνω ότι τόσο στις πρώτες 30 ΜΑΜ ή ΜΑΑ, διάστημα κατά το οποίο η στέβια μεγαλώνει αργά όσο και κυρίως στο διάσημα 60 ΜΑΜ ή ΜΑΑ έως τη συλλογή κατά το οποίο το φυτό αποκτά σχεδόν το υπόλοιπο 50% του βάρους του, η στέβια πρέπει να δέχεται όλες τις απαραίτητες πρακτικές και συνθήκες για κανονική αύξηση – ανάπτυξη και τις επιθυμητές αποδόσεις.

Απόδοση. Οι ποικιλίες όπως αναμένεται παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση τους και τις τρεις χρονιές και στις περισσότερες συλλογές (**Πίν. 6, 7**). Υψηλότερη απόδοση έδωσαν η P2(P6) και η K2, πάνω από 300 κιλά το στρέμμα με δύο συλλογές το 2013, οι SRB και η K2 πάνω από 500 κιλά με τρεις συλλογές το 2014 και η SRB και η P2(P6) πάνω από 400 κιλά τον τρίτο χρόνο (**Πίν. 7**).

Αποδόσεις πάνω από 500 έως και 600 κιλά το στρέμμα είναι συνηθισμένες από το δεύτερο έτος ή και το πρώτο με αποστάσεις μεταφύτευσης που επιτρέπουν περισσότερα φυτά το στρέμμα (Λόλας, 2015). Όταν γίνονται δύο συλλογές τότε στη συνολική παραγωγή η 1η συλλογή αποτελεί περί το 80% και η 2η το 20%. Με τρεις συλλογές τα ποσοστά είναι περίπου 45% η 1η, 30% η 2η και 25% η 3η (Λόλας, 2015). Το βάρος του φυτού, των φύλλων και των στελεχών, καθώς και η απόδοση μειώνονταν από την πρώτη στη δεύτερη, στην τρίτη συλλογή, στις περισσότερες ποικιλίες και συλλογές.

Πίν. 6. Απόδοση σε kg/Στρ. 5 ποικιλιών στέβιας ανά έτος και συλλογή

Ποικιλία	2013		2014			2015		
	1η Σ/γή	2η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή	1η Σ/γή	2η Σ/γή	3η Σ/γή
P2 (P6)	237	70	217	134	114	160	116	161
SRB	177*	39*	254	152	157	177	125	154
Candy	211	57	185	147	111	140	104	135
K2	272	77	244	167	105	147	109	141
BR	237	70	176	138	122	150	103	145
LSD 05	**21**	**18**	**38**	**NS**	**21**	**20**	**NS**	**19**

*Δεν περιλήφθηκε στην στατιστική ανάλυση λόγω καθυστερημένης μεταφύτευσης

Πίν. 7. Συνολική απόδοση σε kg/Στρ. 5 ποικιλιών στέβιας ανά έτος

Ποικιλία	**Απόδοση, kg/Στρ. Συνολική**		
	2013	**2014**	**2015**
P2 (P6)	307	465	437,5
SRB	216*	563	455,8
Candy	268	443	378,5
K2	349	516	396,9
BR	262	436	397,9
LSD 05	**42**	**36**	**23**

Γλυκοζίτες στεβιόλης. Σε όλες τις δειγματοληψίες-μετρήσεις εκτός από την 2η Συλλογή, καθώς και στα τρία έτη, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών (**Πίν. 8,**

9). Η περιεκτικότητα % σε γλυκοζίτες στεβιόλης σχεδόν σε όλες τις ποικιλίες αυξάνονταν με την αύξηση της στέβιας μέχρι τις 90 ΜΑΜ- ΜΑΑ ή την 1η Συλλογή και μετά μειώνονταν, ανάλογα με την ποικιλία Η μεταβολή αυτή δείχνει ότι η συλλογή (κοπή) της στέβιας πρέπει να γίνεται στο κατάλληλο στάδιο, ανάλογα και με την ποικιλία. Το 2014 στην 1η και 2η συλλογή η ποικιλία BR είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα (19,0 και 18,0 %, αντίστοιχα) και ακολουθούσαν, ανάλογα με τη συλλογή η Candy, ή η SRB, K2, P2 (**Πίν. 8**). Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα και τα έτη 2013 και 2015 (Λόλας, 2015). Η αύξηση της περιεκτικότητας σε γλυκοζίτες στεβιόλης από έτος σε έτος όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Kinghom,2002) παρατηρήθηκε και στην παρούσα έρευνα (**Πίν. 9**).

Πίν. 8. Μεταβολή περιεκτικότητας γλυκοζιτών στεβιόλης το 2014

Ποικιλία	Γλυκοζίτες στεβιόλης, %					
	30 ΜΑΑ	60 ΜΑΑ	90 ΜΑΑ	1η Συλλογή	2η Συλλογή	3η Συλλογή
P2 (P6)	8,2	18,3	17,7	17,1	17,7	14,6
SRB	9,5	17,5	16,8	17,1	17,5	16,7
Candy	7,9	14,8	19,6	16,9	18,2	14,6
K2	6,8	14,8	18,2	16,8	17,7	16,6
BR	7,2	14,1	17,6	19,0	18,0	15,9
LSD 05	1,4	2,4	1,9	2,1	NS	1,4

Πίν. 9. Περιεκτικότητα % σε γλυκοζίτες στεβιόλης ανά έτος στην 1η Συλλογή

Ποικιλία	2013	2014	2015
P2	14,4	17,1	21,2
SRB	16,0	17,1	21,4
Candy	15,5	16,9	24,4
K2	15,0	16,8	17,5
Br	14,2	19,0	23,4
LSD 05	1,8	2,1	1,9

Βιβλιογραφία

Brandle, J.E.,*et al*. 1998. *Stevia rebaudiana:* Its biological, chemical and agricultural properties. Canadian J. Plant Science. 78:527-536

Carneiro J.W.P 1990. *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. M.Sc Thesis, State University of Maringa, Brazil.

Kinghom, A. D. 2002. The genus Stevia. Taylor&Francis, pp 211

Λαζαρίδου Θ., Γεωργιάδου Αι., Λόλας π. 2012. Αξιολόγηση γενοτύπων στέβιας για περιεκτικότητα σε γλυκαντικές ουσίες στις ελληνικές συνθήκες. Πρακτικά Συνεδρίου Ελλην. Επιστ. Εταιρείας Οπωροκηπευτικών, Κύπρος, σελ. 243-245

Λόλας. Π.Χ. 2013. Στεβια, Καλλιέργεια, Ιδιότητες, Χρήσεις, Έρευνα στην Ελλάδα. εκδ. Παν. Θεσσαλίας, σελ. 269.

Λόλας. Π.Χ. 2015. Τελική Έκθεση, Πρόγραμμα GreekStevia, ΕΣΠΑ 2007-2013, ΣΥΝ 2011, Κωδ. Έργου11ΣΥΝ_2_741, σελ. 85, έκδ. ΙΕΤΕΘ/ΕΚΕΤΑ.

Παρεσίδου, Μ. 2008. Συμπεριφορά σε πειράματα λίπανσης και αποστάσεων σε αντιπροσωπευτικές καπνικές περιοχές του είδους *Stevia rebaudiana* ως εναλλακτικής καλλιέργειας καπνού. Μεταπτυχιακή Διατριβή, σελ. 86, Π. Θεσσαλίας

Vanhove-Deneve, S. 2008. *Stevia rebaudiana* (Bertoni) vs. *Nicotiana* spp. Proc. 2nd Stevia Symposium-EUSTAS, p 117-137

Ευχαριστίες.
Χωρίς την βοήθεια του γεωπόνου Ι. Ντέμου και του ΕΔΙΠ του Π. Θεσσαλίας Δ. Κοκιούμη και την διάθεση του αγρού από την ΑΝΘΗΡ τα πειράματα και η λήψη των παρατηρήσεων δεν θα ήταν εφικτά. Οι γλυκοζίτες στεβιόλης μετρήθηκαν από την AGROLAB.

Τα πειράματα έγιναν στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2007-2013, Συν. 2011, με χρηματοδότηση μέσω της ΓΓΕΤ

AGRONOMIC AND QUALITY CHARCTERISTICS OF 5 STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni) VARIETIES

P. Lolas [1], I. Ntzanis[2], A. Papanikolaou[1], lolaspet@gmail.com

[1]CERTH/IRETETH, [2] r. Researcher f. ETHIAGE, Agrinion

In Greece, stevia is one of the new super food crops, still with small acrege but with a big potential in the future due to the fact that steviol glycosides in contrast to other sweat products are free of side effects. Five stevia varieties (P2, SRB, Candy, K2, BR) were evaluated in the field during the years 2013-2015 for certain agronomic (plant height, fresh and dry plant weight, dry weight of leaves and shoots per plant, yield) and quality characteristics (% steviol glycosides, % Rebaudioside A). The experimental design was a RCB with 3 replications, plot size 6x4 m and transplanting distances 75 X 30 cm between the rows and on the row, respectively. Agronomic data were collected every 14 days from transplanting (DAT) or after revegetation (DAR) in the second and third year, and at every harvest. Quality characteristics were measured in dry leaves. Significant differences between varieties were measured in certain characteristics in all 3 years and harvests. Varieties BR και SRB had the highest plant height. Higher yield was observed for varieties SRB and K2, more than 300 kg/0,1 ha from two harvests in the 1st year and above 500 kg/0,1 ha in the 2nd and 3d year. Dry weight of plant, leaves and shoots per plant decreased in most cases from the first to the third harvest. Depending on the variety, the dry weight of plant was about 3,5 times lower compared to the fresh weight, or the 27 to 33%. The dry weight of leave and shoots as a percentage of dry weight of plant was about 55-45%. Varieties SRB, Candy and Br showed the highest values of steviol glycosides and Rebaudioside A. At 1st harvest varieties reached the highest steviol glycoside percentage at 60 DAR (SRB, K2) and other varieties (Candy and B) 10 days later. In conclusion, varieties examined gave very good yields and high (even 23%) steviol glycosides

ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΕΡΗ ΧΡΗΣΗ ΕΙΣΡΟΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Κ. Δήμας[1], Ι. Βασιλάκογλου[2], Χ. Δόρδας[3], Α. Λιθουργίδης[4]

[1]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 574 00 Εχέδωρος
[2]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 411 10 Λάρισα
[3]Αριστοτέλιο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, 541 24 Θεσσαλονίκη
[4]Αγρόκτημα Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, 570 01 Θέρμη

Η γεωργία ακριβείας αποτελεί ένα σύγχρονο σύστημα καλλιέργειας που επιτυγχάνει τη βέλτιστη διαχείριση των εισροών σε έναν αγρό, τόσο χωρικά όσο και χρονικά. Για το λόγο αυτό, η γεωργία ακριβείας, ως μέθοδος διαχείρισης της γεωργικής παραγωγής, επιτρέπει στον αγρότη να παράγει αποδοτικότερα και να επιτυγχάνει μεγαλύτερο οικονομικό κέρδος. Η γεωργία ακριβείας διαχειρίζεται τις εισροές κατατέμνοντας τον αγρό σε μικρές σχετικά ομοιόμορφες περιοχές, με τη χρήση πολυφασματικών αισθητήρων. Αντίθετα, στη συμβατική γεωργία, οι εισροές παρέχονται ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του αγρού, θεωρώντας ότι υπάρχει ομοιογένεια στα χαρακτηριστικά του εδάφους, στον πληθυσμό των ζιζανίων, των ασθενειών και των εντόμων, καθώς και στα χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων φυτών. Ειδικότερα, η γεωργία ακριβείας περιλαμβάνει τη συλλογή, ανάλυση και διαχείριση πολυποίκιλων πληροφοριών με σκοπό να διαπιστωθούν και να αντιμετωπισθούν οι πραγματικές ανάγκες κάθε τμήματος του αγρού. Τα συστήματα της γεωργίας ακριβείας στηρίζονται στις δυνατότητες που παρέχουν οι νέες τεχνολογίες για την αναγνώριση της παραλλακτικότητας των αναγκών της καλλιέργειας και την ανάπτυξη συστημάτων μεταβλητών παροχών των εισροών. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από τη γεωργία ακριβείας περιλαμβάνουν ηλεκτρονικούς υπολογιστές, παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS), γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS), διάφορα είδη αισθητήρων και συστήματα ελέγχου εφαρμογής εισροών. Η χρήση των νέων τεχνολογιών στη γεωργία έχει δώσει τη δυνατότητα μιας διαφορετικής διαχείρισης, που δεν ήταν δυνατή πριν από μερικά χρόνια, όπως για παράδειγμα ανιχνευτές απόδοσης των καλλιεργειών (θεριζοαλωνιστικές μηχανές εξοπλισμένες με GPS), καθώς και την τεχνολογία μεταβαλλόμενης δόσης (VRT) σε σπαρτικές μηχανές, ψεκαστικά μέσα και λιπασματοδιανομείς. Ευρεία χρήση των νέων τεχνολογιών στο πλαίσιο της γεωργίας ακριβείας γίνεται -μεταξύ άλλων- για την παρακολούθηση των αναγκών μιας καλλιέργειας σε νερό άρδευσης, καθώς και για τον υπολογισμό της ποσότητας του αζώτου που θα εφαρμοσθεί στις διάφορες θέσεις του αγρού. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, στη γεωργία ακριβείας, τα κέντρα ελέγχου συλλέγουν και προωθούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, ώστε να ληφθούν ορθότερες αποφάσεις σχετικά με τη σπορά, τη λίπανση, την άρδευση, τη φυτοπροστασία και τη συγκομιδή των καλλιεργειών. Συμπερασματικά, με τη γεωργία ακριβείας γίνεται αποτελεσματικότερη διαχείριση της παραλλακτικότητας ενός αγρού, με στόχο την αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών, τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, την ορθολογική και αποτελεσματικότερη χρήση των εισροών, τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας και την προστασία του εδάφους.

5Η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΑ: ΜΟΧΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Γραπτές Ανακοινώσεις

ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Σπ. Δ. Κουτρούμπας, Χ. Α. Δαμαλάς, Σ. Φωτιάδης

Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα

Σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα, το γέμισμα των κόκκων των χειμερινών σιτηρών συνήθως λαμβάνει χώρα υπό αντίξοες συνθήκες, όπως θερμική και υδατική καταπόνηση, οι οποίες μειώνουν τη φωτοσύνθεση και αποτρέπουν την επίτευξη του δυναμικού της απόδοσης των καλλιεργειών. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η συσσώρευση και ανακατανομή φωτοσυνθετικών προϊόντων σε διάφορες ποικιλίες μαλακού σιταριού και να διερευνηθούν τυχόν επιδράσεις τους στην απόδοση. Δεκαεπτά σύγχρονες εμπορικές ποικιλίες (Elissavet, Epidoc, Sensas, Zanzivar, Centauro, Trofeo, Estero, Panifor, Bologna, Δοϊράνη, Valvona, Soisson, Galibier, Quality, Pantera, Africa και Acor) αξιολογήθηκαν στο αγρόκτημα του ΔΠΘ στην Ορεστιάδα την καλλιεργητική περίοδο 2010-2011. Προσδιορίσθηκαν η συσσώρευση ξηράς ουσίας και αζώτου στα στάδια της άνθησης και της ωρίμανσης και η απόδοση των ποικιλιών σε σπόρο. Σημαντικές ποσότητες ξηράς ουσίας, οι οποίες κυμάνθηκαν από 57% (cv. Sensas) έως 97% (cv. Galibier) της υπέργειας βιομάζας στην ωρίμανση, συσσωρεύτηκαν στα φυτά του σιταριού έως την άνθηση. Ανακατανομή ξηράς ουσίας από τα βλαστικά τμήματα στους κόκκους παρατηρήθηκε σε 15 από τις 17 ποικιλίες, και κυμάνθηκε μεταξύ 60,3 kg/στρ. (cv. Panifor) και 717,6 kg στρ. (cv. Bologna). Η ανακατανομή της ξηράς ουσίας στους κόκκους ήταν ανάλογη με την συσσώρευση της ξηράς ουσίας στην άνθηση, όπως προέκυψε από τη θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων ($r=0.52$, $P<0.05$). Επιπλέον, η απόδοση συσχετίστηκε αρνητικά με τη συγκέντρωση των κόκκων σε N ($r=0.72$, $P<0.05$), δείχνοντας ότι δεν είναι δυνατή η ταυτόχρονη επιλογή για αυξημένη απόδοση και υψηλή περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη. Είκοσι επτά τοις εκατό της παραλλακτικότητας μεταξύ των ποικιλιών ως προς τη συγκέντρωση N στους κόκκους οφειλόταν στην αντίστοιχη παραλλακτικότητα ως προς την απόδοση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι καλλιεργητικές πρακτικές που συμβάλλουν στην αύξηση της συσσώρευσης ξηράς ουσίας και αζώτου στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών μπορούν να συνεισφέρουν στη βελτίωση της απόδοσης του μαλακού σιταριού σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα.

Η έρευνα αυτή συν-χρηματοδοτήθηκε από την ΕΕ και Εθνικούς πόρους (Code No. 59NEW_B_2012).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΓΓΥΤΕΡΩΝ ΓΕΙΤΟΝΩΝ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΑΓΡΟΥ

Α. Κατσιλέρος[1], Χ. Κουκουβίνος[2]

[1]Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
[2]Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστήμων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Η ετερογένεια του πειραματικού αγρού αποτελεί μία σημαντική πηγή παραλλακτικότητας και η ελαχιστοποίηση της με την αξιοποίηση των κατάλληλων πειραματικών σχεδιασμών, είναι ιδιαίτερα σημαντική σε όλα τα στάδια ενός βελτιωτικού προγράμματος. Όταν πειραματικοί σχεδιασμοί αδυνατούν να απομακρύνουν την επίδραση της ετερογένειας, τότε είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν χωρικοί ή εγγύτερων γειτόνων μέθοδοι. Οι μέθοδοι αυτοί χρησιμοποιούν πληροφορίες από τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια για να μειώσουν την ανεπιθύμητη επίδραση της ετερογένειας και να βελτιώσουν την εκτίμηση των πειραματικών επεμβάσεων. Για την αξιολόγηση των μεθόδων των εγγύτερων γειτόνων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από μία σειρά πειραμάτων αξιολόγησης ποικιλιών σίτου. Εφαρμόστηκαν η κλασική μέθοδος Παπαδάκη, η επαναλαμβανόμενη μέθοδος Παπαδάκη, η μέθοδος κινούμενου μέσου, η μέθοδος αυτοπαλινδρόμησης και η μέθοδος πρώτων διαφορών. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων συγκρίθηκαν με το βασικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Όταν ήταν έντονη η παρουσία της εδαφικής ετερογένειας, οι μέθοδοι εγγύτερων γειτόνων μείωσαν το πειραματικό σφάλμα, με την επαναλαμβανόμενη μέθοδο Παπαδάκη και τη μέθοδο των πρώτων διαφορών να είναι πιο αποτελεσματικές.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΛΙΒΑΔΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Ο. Βούλγαρη[1, 3*], Δ. Μπαξεβάνος[1], Μ. Γιακουλάκη[2], Α. Μαμώλος[3], Γ. Ντόγας3

[1]Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Θεοφράστου 1, 41335, Λάρισα
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), 54124, Θεσσαλονίκη
[3]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, 54124, Θεσσαλονίκη
*E-mail: olgavoulgari@yahoo.gr

Περίληψη

Τα λιβαδικά οικοσυστήματα τα τελευταία χρόνια ολοένα εγκαταλείπονται και υποβαθμίζονται. Τα πολυετή λιβαδικά φυτά, εκτός από τη σημασία τους στην προστασία των λιβαδικών οικοσυστημάτων, μπορεί να αποτελέσουν ένα σταθερό και ανανεώσιμο φυσικό πόρο για την παραγωγή ζωοτροφών. Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθεί η επίδραση της λίπανσης στη θρεπτική αξία των λιβαδικών φυτών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο ορεινά ποολίβαδα (στον Ταξιάρχη Ν. Χαλκιδικής – 1ο - και στον Πολυπόταμο Ν. Φλώρινας -2ο) στα οποία είχαν εφαρμοστεί μακροχρόνια πειράματα λίπανσης με άζωτο (Ν) ή/και φώσφορο (Ρ). Στα δύο ποολίβαδα για κάθε λειτουργική ομάδα φυτών (αγρωστώδη και πλατύφυλλες πόες) υπολογίστηκε η περιεκτικότητα σε αζωτούχες ουσίες (ΑΟ), σε αδιάλυτες σε ουδέτερο και όξινο απορρυπαντικό ινώδεις ουσίες (NDF και ADF, αντίστοιχα) σε λιγνίνη (ADL), καθώς και σε ημικυτταρίνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επίδραση της λίπανσης στα ποιοτικά γνωρίσματα των λιβαδικών φυτών διαφοροποιήθηκε στα δύο ποολίβαδα.

Συγκεκριμένα, στο 2ο ποολίβαδο η λίπανση δεν επηρέασε σημαντικά τις τιμές των NDF, ADF, ADL και των ημικυτταρινών, εν αντιθέσει με το 1ο, όπου προέκυψαν σημαντικές αυξομειώσεις σε ορισμένες από τις παραπάνω παραμέτρους της θρεπτικής αξίας. Η αζωτούχος λίπανση αύξησε το περιεχόμενο των λιβαδικών φυτών σε ΑΟ και στα δύο ποολίβαδα. Ακόμη, και στα δύο ποολίβαδα τα πλατύφυλλα εμφάνισαν χαμηλότερες μέσες τιμές σε NDF, ADF και ημικυτταρίνες και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ΑΟ, σε σχέση με τα αγρωστώδη είδη. Φαίνεται ότι η βοτανική σύνθεση της βλάστησης ενός ποολίβαδου είναι ένας σημαντικός παράγοντας, που επιδρά στη χημική σύσταση της βοσκήσιμης ύλης και αλλαγές στη σύνθεσή της μέσω της λίπανσης οδηγούν και σε αλλαγές στη θρεπτική της αξία.

Λέξεις κλειδιά: άζωτο, φώσφορος, χημική σύσταση, αγρωστώδη, πλατύφυλλα

Εισαγωγή

Τα ποολίβαδα είναι εκτάσεις ζωτικής σημασίας για το μέλλον της κτηνοτροφίας στη χώρα μας. Σήμερα ολοένα και περισσότερο υποστηρίζεται ότι η ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων των λιβαδιών θα συμβάλει ουσιαστικά αφενός στην κάλυψη σε ικανοποιητικό βαθμό των διατροφικών αναγκών των ζώων και αφετέρου στη βελτίωση της

ποιότητας των παραγόμενων κτηνοτροφικών προϊόντων και στη μείωση του κόστους παραγωγής τους. Είναι λοιπόν επακόλουθο η δυνατότητα εκτίμησης της ποιότητας της παραγόμενης βοσκήσιμης ύλης να αποκτά μεγάλη σημασία διότι σχετίζεται άμεσα με την απόδοση των βοσκόντων ζώων.

Η χημική ανάλυση είναι ένας τρόπος με τον οποίο προσδιορίζεται η περιεκτικότητα μιας τροφής σε συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά. Τα χημικά κλάσματα, που έχουν συνδεθεί με την πρόσληψη και την πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης περιλαμβάνουν τις ινώδεις ουσίες και την πρωτεΐνη. Τα NDF είναι το κλάσμα εκείνο των ινωδών ουσιών, που θεωρείται ως το μέτρο του περιεχομένου μιας τροφής σε κυτταρικά τοιχώματα και αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη (Brueland κ.ά. 2003). Αντίστοιχα, τα ADF είναι το κλάσμα των ινωδών ουσιών, που περιέχει την κυτταρίνη και τη λιγνίνη, η οποία είναι πρακτικά άπεπτη από τα μηρυκαστικά αγροτικά ζώα (Λιαμάδης 2003).

Η χημική σύσταση της βοσκήσιμης ύλης ποικίλει σημαντικά, τόσο μεταξύ διαφορετικών τύπων λιβαδιών, όσο και εντός του ίδιου λιβαδικού υποτύπου μεταξύ των διαφόρων ειδών φυτών. Σε περιπτώσεις ανεπάρκειας βασικών θρεπτικών ανόργανων στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα των λιβαδιών εφαρμόζεται λίπανση ώστε να αυξηθεί η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και τελικά η λιβαδική παραγωγή (Dailey 1988) ή ακόμα και να βελτιωθεί η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης (Szuts κ.ά. 1988). Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθεί εάν η λίπανση με N ή/και P επηρεάζει τη χημική σύσταση των λιβαδικών φυτών και ιδιαίτερα εάν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ των δύο κύριων ομάδων φυτών που απαντούν στα ποολίβαδα, στα αγρωστώδη και στις πλατύφυλλες πόες.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας και μέθοδος δειγματοληψίας λιβαδικών φυτών

Για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης χρησιμοποιήθηκαν δείγματα λιβαδικών φυτών από δύο πειραματικές επιφάνειες. Η πρώτη ήταν ένα ποολίβαδο στον Ταξιάρχη Χαλκιδικής και η δεύτερη ήταν ένα ποολίβαδο στον οικισμό του Πολυπόταμου του Νομού Φλώρινας. Αναλυτικά στοιχεία για τις δύο πειραματικές επιφάνειες αναφέρονται από τη Βούλγαρη (2013).

Και στις δύο επιφάνειες έχουν εφαρμοστεί μακροχρόνια πειράματα λίπανσης με άζωτο (N) και φωσφόρο (P), καθώς αυτά ήταν τα περιοριστικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών. Οι λιπάνσεις γίνονταν στις αρχές Νοεμβρίου και στις δύο πειραματικές επιφάνειες, ενώ η υπέργεια φυτομάζα συγκομιζόταν στα τέλη Ιουνίου, όταν αυτή μεγιστοποιούνταν. Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα αφορούν την υπέργεια φυτομάζα, που συλλέχθηκε το 2011 από το ποολίβαδο του Ταξιάρχη και το 2012 από το ποολίβαδο του Πολυπόταμου.

Προκειμένου να προσδιοριστεί η χημική σύσταση της ξηράς ουσίας επιλέχτηκαν έξι πειραματικά τεμάχια (επαναλήψεις) από κάθε ποολίβαδο. Εντός κάθε πειραματικού τεμαχίου οριοθετήθηκαν τέσσερα υποτεμάχια στα οποία εφαρμόσθηκαν οι τέσσερις συνδυασμοί δύο επιπέδων N (0 και 15 g N ανά m^2 ετησίως με τη μορφή ουρίας στο ποολίβαδο του Ταξιάρχη και υπό μορφή νιτρικής αμμωνίας στο ποολίβαδο του Πολυπόταμου) με δύο επίπεδα P (0 και 10 g P ανά m^2 με τη μορφή υπερφωσφορικού). Τα δείγματα των φυτών, αφού συλλέχθηκαν την εκάστοτε χρονιά, διαχωρίστηκαν σε δύο

λειτουργικές ομάδες (αγρωστώδη και πλατύφυλλες πόες), και τα επί μέρους δείγματα της υπέργειας φυτομάζας ξηράθηκαν στους 65ºC για 48 ώρες.

Χημικές μέθοδοι ανάλυσης

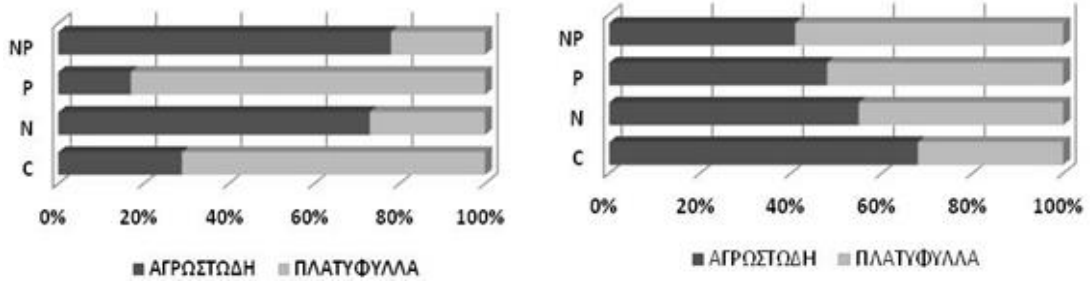
Για την εκτίμηση της χημικής σύστασης κάθε λειτουργικής ομάδας στα δύο ποολίβαδα προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο (N) με τη μέθοδο Kjeldahl (AOAC 2006) και υπολογίστηκαν οι αζωτούχες ουσίες (ΑΟ) ως N x 6,25. Επίσης, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε αδιάλυτες σε ουδέτερο (NDF) και σε όξινο (ADF) απορρυπαντικό διάλυμα ινώδεις ουσίες, καθώς και η περιεκτικότητα σε λιγνίνη (ADL) σύμφωνα με τη μέθοδο Goering & Van Soest (1970), με τη χρήση της συσκευής ANKOM Technology. Ο υπολογισμός των ημικυτταρινών έγινε με αφαίρεση των τιμών ADF από το NDF (NDF – ADF) (Harris 1970). Όλα τα παραπάνω εκφράστηκαν σε ποσοστά επί τοις εκατό (%) της ξηρής ουσίας (ΞΟ).

Στατιστική επεξεργασία

Για την επεξεργασία των δεδομένων των χημικών αναλύσεων πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Παραλλακτικότητας. Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο τεμάχια με υποτεμάχια με έξι επαναλήψεις. Ως κύρια τεμάχια χρησιμοποιήθηκαν η λίπανση με τους συνδυασμούς των δύο επιπέδων N και P και ως υποτεμάχια οι δύο λειτουργικές ομάδες (αγρωστώδη και πλατύφυλλες πόες). Η στατιστική επεξεργασία έγινε ξεχωριστά για κάθε μία πειραματική επιφάνεια. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

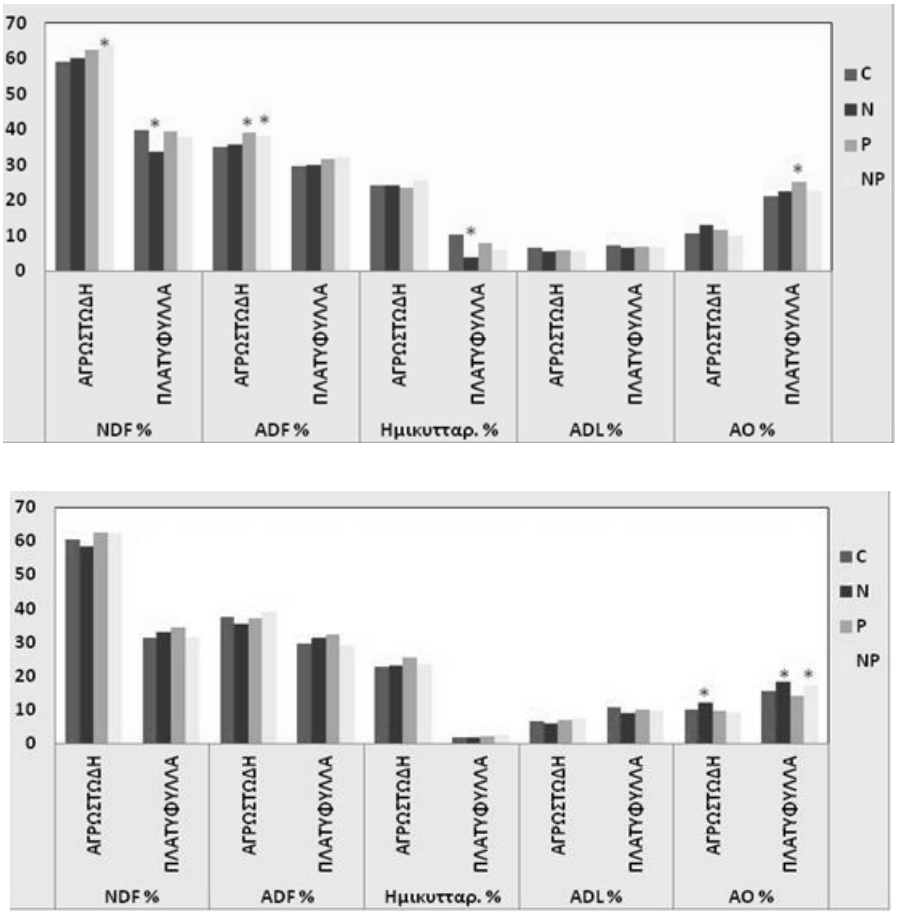
Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί αντικρουόμενα αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις των φυτών σε NDF και ADF, και ως εκ τούτου και σε ημικυτταρίνες. Ενώ σε μερικές έρευνες έχει αναφερθεί θετική επίδραση, σε άλλες έχει βρεθεί αρνητική ή και καθόλου (Daşcı 2008). Στην παρούσα έρευνα η εφαρμογή λίπανσης δεν επέφερε σημαντική αλλαγή στο περιεχόμενο των λιβαδικών φυτών σε NDF, ADF, ADL και ημικυτταρίνες στο ποολίβαδο του Πολυπόταμου (Σχήμα 2). Στο ποολίβαδο του Ταξιάρχη η λίπανση φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά ορισμένα από τα κλάσματα των ινωδών ουσιών. Πιο συγκεκριμένα, η φωσφορική λίπανση αύξησε σημαντικά το περιεχόμενο των αγρωστωδών σε ADF σε αμφότερα τα επίπεδα N, η αζωτούχος λίπανση μείωσε το περιεχόμενο των NDF και των ημικυτταρινών στα πλατύφυλλα είδη, ενώ ο συνδυασμός αμφότερων των θρεπτικών στοιχείων αύξησε το περιεχόμενο των NDF στα αγρωστώδη είδη (Σχήμα 2).



Σχήμα 1: Σχετική αφθονία των δύο λειτουργικών ομάδων (αγρωστώδη και πλατύφυλλες πόες) στα τέσσερα επίπεδα λίπανσης στα ποολίβαδα του Ταξιάρχη (αριστερά) και του Πολυπόταμου (δεξιά).

Όπου: C-μάρτυρας, N-προσθήκη αζώτου, P- προσθήκη φωσφόρου και NP-προσθήκη αμφότερων των θρεπτικών στοιχείων.

Η διαφορετική επίδραση της λίπανσης στο περιεχόμενο των κυτταρικών τοιχωμάτων στα δυο ποολίβαδα μπορεί να δικαιολογηθεί και από το διαφορετικό βαθμό που αυτή επιδρά στη σύνθεση της βλάστησης. Έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές ότι υψηλές συγκεντρώσεις N στο έδαφος αυξάνουν τη φυτομάζα των αγρωστωδών και ταυτόχρονα μειώνουν την παρουσία των ψυχανθών και των πλατύφυλλων λόγω της αύξησης της ανταγωνιστικής ικανότητας των κυρίαρχων αγρωστωδών (Lee & Lee 2000), ενώ τα ψυχανθή αυξάνονται με την προσθήκη P (Mamolos κ.ά. 1995). Στα δύο ποολίβαδα που μελετήθηκαν η σύνθεση της βλάστησης διαφοροποιήθηκε με την εφαρμογή λιπασμάτων (Σχήμα 1). Στο ποολίβαδο του Ταξιάρχη παρατηρήθηκε έντονη αλλαγή της βλάστησης, με τα αγρωστώδη να κυριαρχούν στα πειραματικά τεμάχια που εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση σε αμφότερα τα επίπεδα P, και οι πλατύφυλλες πόες να αυξάνουν την κυριαρχία τους με την προσθήκη P. Στον Πολυπόταμο τα αγρωστώδη με την εφαρμογή λίπανσης μείωσαν τη σχετική τους αφθονία. Οι εντονότερες αλλαγές στη σύνθεση της βλάστησης στο ποολίβαδο του Ταξιάρχη σε σχέση με τον Πολυπόταμο ενδεχομένως να δικαιολογούν και τις αλλαγές στο περιεχόμενο των κλασμάτων των ινωδών ουσιών, που εκδηλώθηκαν στο πρώτο ποολίβαδο.



Σχήμα 2: Χημική σύσταση βλάστησης στα ποολίβαδα του Ταξιάρχη (πάνω) και του Πολυπόταμου (κάτω). Όπου: C-μάρτυρας, N-προσθήκη αζώτου, P-προσθήκη φωσφόρου και NP-προσθήκη αμφότερων των θρεπτικών στοιχείων (όπου *: δηλώνει σημαντική επίδραση της λίπανσης μέσα σε κάθε λειτουργική ομάδα).

Η συγκέντρωση των ινωδών ουσιών διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με το είδος φυτού και τη λειτουργική ομάδα (Khalsa κ.ά. 2012). Στην παρούσα έρευνα τα αγρωστώδη είδη τόσο στο μάρτυρα, όσο και σε όλες τις μεταχειρίσεις λίπανσης εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερες μέσες τιμές σε NDF, ADF και ημικυτταρίνες σε σχέση με τα πλατύφυλλα είδη (Σχήμα 2). Η υψηλότερη συγκέντρωση των αγρωστωδών σε ινώδεις ουσίες οφείλεται στην υψηλότερη αναλογία βλαστών/φύλλων που έχουν τα αγρωστώδη σε σχέση με τα πλατύφυλλα είδη. Σε όλα τα φυτά, οι μίσχοι και οι βλαστοί περιέχουν υψηλότερο ποσοστό σε κυτταρικά τοιχώματα σε σχέση με τα φύλλα, το οποίο αυξάνει όσο τα φυτά ωριμάζουν, εξαιτίας της μείωσης της αναλογίας φύλλων/μίσχων (Buxton & Redfearn 1997). Από την άλλη μεριά τα πλατύφυλλα είδη και στα δύο ποολίβαδα παρουσίασαν υψηλότερο περιεχόμενο σε ADL σε σχέση με τα αγρωστώδη. Η υψηλότερη συγκέντρωση των αγρωστωδών ειδών σε κλάσματα ινωδών ουσιών NDF, ADF και σε ημικυτταρίνες και η χαμηλότερη συγκέντρωση τους σε ADL σε σχέση με τα ψυχανθή και τα λοιπά πλατύφυλλα είδη έχει επιβεβαιωθεί μέσα και από άλλες μελέτες (π.χ. Bovolenta κ.ά. 2008).

Πολλοί ερευνητές υποστήριξαν τη θετική επίδραση της προσθήκης N στο περιεχόμενο των λιβαδικών φυτών σε ΑΟ (π.χ. Balabanli κ.ά. 2010, Dasci & Comakli 2011). Στην παρούσα έρευνα η μονομερής προσθήκη N ευνόησε το περιεχόμενο των ΑΟ και στις δύο λειτουργικές ομάδες φυτών και στα δύο ποολίβαδα, αν και σημαντική ήταν η επίδρασή της μόνο στο ποολίβαδο του Πολυπόταμου. Η προσθήκη P δεν παρουσίασε κοινή τάση στα δύο ποολίβαδα, αφού από τη μια στο ποολίβαδο του Ταξιάρχη αύξησε το περιεχόμενο των αγρωστωδών και των πλατυφύλλων ποών σε ΑΟ, ενώ από την άλλη το μείωσε -όχι όμως σημαντικά- στο ποολίβαδο του Πολυπόταμου (Σχήμα 2). Άλλωστε και από τη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα μεταξύ των ερευνών όσον αφορά στην επίδραση της προσθήκης P στην περιεκτικότητα της βλάστησης σε ΑΟ (π.χ. Balabanli κ.ά. 2010).

Φαίνεται λοιπόν, ότι η σύνθεση της βλάστησης ενός ποολίβαδου είναι ένας σημαντικός παράγοντας, που επιδρά στη χημική σύσταση της βοσκήσιμης ύλης. Αλλαγές στη σύνθεση της βλάστησης μέσω της λίπανσης οδηγούν και σε αλλαγές στη θρεπτική αξία. Λιβάδια που στη σύνθεση τους περιέχουν μεγαλύτερο αριθμό πλατυφύλλων ποών θα παρέχουν βοσκήσιμη ύλη υψηλής θρεπτικής αξίας στα βόσκοντα ζώα.

Βιβλιογραφία

AOAC. 2006. Official Methods of Analysis, 18th edition. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

Balabanli, C., S. Albayrak, and O. Yüksel. 2010. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the quality and yield of native rangeland. Turkish Journal of Field Crops 15: 164-168.

Bovolenta, S., M. Spanghero, S. Dovier, D. Orlandi, and F. Clementel. 2008. Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. Animal Feed Science and Technology 146: 178-191.

Brueland, B.A., K.R. Harmoney, K.J. Moore, J.R. George, and E.C. Brummer. 2003. Development morphology of smooth bromegrass growth following spring grazing. Crop Science 43: 1789-1796.

Buxton, D.R., and D.D. Redfearn. 1997. Plant Limitations to Fiber Digestion and Utilization. Journal of Nutrition 127: 814–818.

Dailey, T.V. 1988. Evaluation of food plot planting materials. Missouri Wildl. Restor. Proj. W-13-R-42, Job no.-1, ColumbiayMo.

Dasci, M. 2008. The Effect of Fertilization on Forage Quality Characteristics Related With Vegetation and Range Sites With Different Topographic Structure. Phd Thesis. Ataturk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, p. 115.

Dasci, M., and B. Comakli. 2011. Effects of fertilization on forage yield and quality in range sites with different topographic structure. In: Turkish Journal of Field Crops 16: 15-22.

Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fibre Analyses. ARS. USDA. Agricultural Handbook No. 379, 20 pp.

Harris, L.E. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals, An International Record System and Procedures for analyzing samples, Lorin E. Harris, 1408 Highland Drive, Logan Utah, USA Vol. 1.

Khalsa, J., T. Fricke, W. Weisser, A. Weigelt, and M. Wachendorf. 2012. Effects of functional groups and species richness on biomass constituents relevant for combustion: Results from a grassland diversity experiment. Grass and Forage Science 67: 569-588.

Lee, H.S., and I.D. Lee. 2000. Effect of N fertilizer levels on the dry matter yield, quality and botanical composition in eight-species mixtures. Korean Journal of Animal Science 42: 727-734.

Mamolos, A.P., D.S. Veresoglou, and N. Barbayiannis. 1995. Plant species abundance and tissue concentrations of limiting nutrients in low-nutrient grasslands: a test of competition theory. Journal of Ecology 83: 485-495.

Szuts, G., L. Vmcza, G. Kovacs, and E. Jakab. 1988. Effects of soil fertility on the amino acids and nutritional value of wheat grain. Acta Veterinaria Hungaria 36 : 137-142.

Βούλγαρη, Ο.Κ. 2013. Επίδραση του ανταγωνισμού για εδαφικούς πόρους στη δομή ποωδών φυτοκοινοτήτων. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Γεωπονίας, Α.Π.Θ., Θεσ/νίκη.

Λιαμάδης, Δ.Γ., 2003. Φυσιολογία Θρέψεως ζωικού οργανισμού, Τόμος 2, Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

EFFECT OF FERTILIZATION ON THE NUTRITIVE VALUE OF INDIGENOUS HERBACEOUS PLANTS

O. Voulgari[1*], D. Baxevanos[1], M. Yiakoulaki[2], A. Mamolos[3], G. Ntogas[3]

[1]Industrial and Fodder Crops Institute, 1 Theophrastos street, 41335 Larissa
[2]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Range Science (236), 54124, Thessaloniki
[3]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Agriculture, Laboratory of Ecology and Environmental Protection, 54124, Thessaloniki
*E-mail: olgavoulgari@yahoo.gr

Grasslands have been increasingly abandoned and degraded in the recent years. Perennial plants, besides their importance to the protection of grasslands can also provide a stable and renewable natural resource for the production of animal feeds. This research

aimed to determine the effect of fertilization on the nutritive value of herbaceous plants. For this purpose, two mountain grasslands were used (the first was in Taxiarhis, Chalkidiki (Site 1) and the second in Polypotamos, Florina (Site 2)). In both areas long-term nitrogen (N) and/or phosphorus (P) fertilization experiments had been applied. The crude protein content (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL), as well as hemicelluloses were determined in both grasslands, for each functional group of plants (grasses and forbs). The results showed that fertilization had different effects upon the qualitative characteristics of the two grasslands. Specifically, in Site 2 fertilization did not significantly affect the concentration of NDF, ADF, ADL and hemicelluloses. In contrast in the Site 1, some significant changes had been observed. The nitrogen fertilization increased the CP content in both grasslands. Furthermore, in both grasslands forbs had lower concentrations in NDF, ADF and hemicelluloses while they were higher in CP content than the grasses. It seems that the botanical composition of plant species is an important factor that affects the chemical composition of the forage. Changes in composition through fertilization can lead to changes in the nutritional value.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΔΙΚΤΑΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΜΠΑΡΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ: ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Α. Ασσαριωτάκης[1], Κ. Τσιμπούκας[2], Σ. Τσουκαλάς[3], Γ. Οικονόμου[1]

[1]Τομέας Γεωργίας Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα.

[2]Εργαστήριο Αγροτικής Πολιτικής και Συνεταιρισμών, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα.

[3]Εργαστήριο Διοίκησης (Μάνατζμεντ) Γεωργικών Επιχειρήσεων και Εκμεταλλεύσεων, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα.

Η χρησιμότητα των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών (ΑΦΦ) αλλά και των προϊόντων που προέρχονται από αυτά είναι γνωστή από την αρχαιότητα. Στη σημερινή εποχή διαπιστώνεται έντονη ζήτηση προϊόντων ΑΦΦ, από τους καταναλωτές ως ξηρή δρόγη και ως αιθέρια έλαια, αλλά και από τις βιομηχανίες τροφίμων και κοσμετολογίας για προϊόντα φυτικής προέλευσης προερχόμενα από ΑΦΦ. Η καλλιέργεια του αυτοφυούς ενδημικού φυτού Δίκταμου (*Origanum dictamnus*) της Κρήτης αποτελεί αφενός λύση για την ανάπτυξη της περιοχής, και αφετέρου συμβάλλει στη διατήρησή του, καθώς αποτελεί είδος υπό εξαφάνιση. Η καλλιέργεια του δίκταμου είναι συνήθως πενταετής και δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες απαιτήσεις πλην του πρώτου έτους εγκατάστασης, όπως συμβαίνει και με όλες τις φυτείες ΑΦΦ. Διεξήχθη έρευνα στο χωριό Έμπαρος στο Ηράκλειο Κρήτης σε μια ήδη εγκατεστημένη φυτεία δίκταμου, και αντλήθηκαν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την καλλιέργεια του από τον παραγωγό. Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά παρατηρήθηκε υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (*carvacrol*) 51,74%, γ-τερπινένιο (*gamma-terpinene*) 14,10%, π-κυμένιο (*para-cymene*) 8,78%, θυμόλη (*thymol*) 0,13%. Η μέση απόδοση σε βιομάζα κατά το 3ο έτος της καλλιέργειας έφτασε τα 366 Kg/στρ. με τιμή πώλησης 5,87 €/Kg, γεγονός που απέφερε στον παραγωγό ένα πολύ υψηλό εισόδημα. Σύμφωνα με την οικονομοτεχνική μελέτη, αναλύθηκαν όλες οι δαπάνες από την εγκατάσταση της φυτείας έως την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Τα δεδομένα έδειξαν ότι, η φυτεία δίκταμου το 1ο έτος είχε ένα αρκετά αυξημένο κόστος παραγωγής, λόγω των δαπανών που απαιτούνται για την εγκατάσταση της φυτείας, ενώ από το 3ο έτος το κόστος παραγωγής μειώθηκε καθώς η φυτεία άρχισε να αποδίδει πλήρως, σύμφωνα με το παραγωγικό της δυναμικό. Γενικά η καλλιέργεια δίκταμου δεν παρουσίασε ιδιαίτερες καλλιεργητικές απαιτήσεις, καθώς είναι είδος που μπορεί να αξιοποιήσει εδάφη άγονα και φτωχά σε θρεπτικά συστατικά. Το δίκταμο της Κρήτης μπορεί να αποφέρει ένα σημαντικά υψηλό πρόσθετο εισόδημα στον παραγωγό, διαθέτοντας το στην αγορά ως νωπή ή ξηρά δρόγη, καθώς και αξιοποιώντας το αιθέριο έλαιό του, το οποίο χαρακτηρίζεται από υψηλή προστιθέμενη αξία, λόγω της μεγάλης του ζήτησης από τις φαρμακοβιομηχανίες και τις βιομηχανίες αρωμάτων και ποτών.

ΣΥΓΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ ΚΑΙ ΒΙΚΟΥ ΜΕ ΚΡΙΘΑΡΙ ΚΑΙ ΒΡΩΜΗ ΣΕ ΔΥΟ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΠΟΡΑΣ

Μ. Κλωνάρας[1,2], Α. Λιθουργίδης[1], Χ. Δόρδας[2]

[1]Αγρόκτημα Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, 570 01 Θέρμη
[2]Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, Α.Π.Θ, 54124 Θεσσαλονίκη,
e-mail: chdordas@agro.auth.gr

Περίληψη

Η συγκαλλιέργεια είναι ένα σύστημα που εφαρμόζεται σε πολλές χώρες με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των καλλιεργούμενων ειδών, με τις λιγότερες δυνατές εισροές. Η συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή αποτελεί ένα σύνηθες σχήμα συγκαλλιέργειας, το οποίο επιτυγχάνει την καλύτερη δυνατή διαχείριση του αζώτου και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των συγκαλλιεργούμενων ειδών. Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της συγκαλλιέργειας κτηνοτροφικού μπιζελιού και βίκου με κριθάρι και βρώμη σε δυο αναλογίες σποράς (60:40 και 80:20). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2015-2016 στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ. Προσδιορίστηκε η απόδοση σε ξηρό βάρος και υπολογίστηκε ο δείκτης ανταγωνισμού LER (λόγος ισοδύναμης επιφάνειας). Την μεγαλύτερη απόδοση (861 kg/στρ) σε ξηρό βάρος έδωσε η συγκαλλιέργεια βρώμη-μπιζέλι (20:80) και ακολούθησε η βρώμη-βίκος (40:60), ενώ την μικρότερη η συγκαλλιέργεια κριθάρι-μπιζέλι και στις δυο αναλογίες σποράς (474 και 575 kg/στρ, αντίστοιχα), καθώς και η μονοκαλλιέργεια του μπιζελιού (558 kg/στρ). Ο LER ήταν μεγαλύτερος από την μονάδα στα μίγματα βρώμη-μπιζέλι (20:80) και βρώμη-βίκος (40:60), που σημαίνει ότι η συγκαλλιέργεια των παραπάνω ειδών πλεονεκτεί σε σχέση με την μονοκαλλιέργειά τους, καθώς και με τα υπόλοιπα μίγματα. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι οι συγκαλλιέργειες βρώμη-μπιζέλι (20:80) και βρώμη-βίκος (40:60) μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στην Ελλάδα και να δώσουν ένα ικανοποιητικό εισόδημα για τον παραγωγό.

Λέξεις κλειδιά: βιομάζα, λόγος ισοδύναμης επιφάνειας, μίγμα, ανταγωνισμός

Εισαγωγή

Η συγκαλλιέργεια είναι παλαιά γεωργική πρακτική η οποία στοχεύει στην μεγιστοποίηση της απόδοσης των καλλιεργούμενων ειδών με τις λιγότερες δυνατές εισροές. Η συγκαλλιέργεια είναι ένα σύστημα καλλιέργειας που εφαρμόζεται κυρίως στις τροπικές και υποτροπικές χώρες. Ωστόσο εφαρμόζεται και στις μεσογειακές χώρες, συνήθως ως συγκαλλιέργεια ψυχανθούς με κάποιο σιτηρό, για παραγωγή σανού ή ενσιρώματος (Caballero κ. ά., 1995).

Η συγκαλλιέργεια των ειδών έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η μεγιστοποίηση της παραγωγής, η βελτίωση της γονιμότητας και των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, η προστασία από τη διάβρωση, η μείωση των επιπτώσεων από προσβολές εχθρών και ασθενειών, η ασφάλεια της παραγωγής, η καλύτερη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, κ.ά. Ως εκ τούτου σε σχέση με τη μονοκαλλιέργεια προσφέρει οικονομική σταθερότητα, η οποία την καθιστά ιδανική για μικρές αγροκτηνοτροφικές μονάδες. Επιπλέον, τα συστήματα συγκαλλιέργειας επιτρέπουν χαμηλότερες εισροές λόγω μειωμένων αναγκών των

καλλιεργειών σε λιπάσματα και φυτοπροστατευτικά προϊόντα, με ευεργετικά αποτελέσματα στην αειφορική διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων και την δυνατότητα αμειψισποράς (Jensen, 2006, Lithourgidis κ.ά., 2011).

Παρόλα τα πλεονεκτήματα, τα συστήματα συγκαλλιέργειας έχουν και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως ο ανταγωνισμός που αναπτύσσεται μεταξύ των ειδών για την ηλιακή ακτινοβολία, το νερό και τα θρεπτικά συστατικά, η αλληλοπαθητική δράση, η δυσκολία εφαρμογής καλλιεργητικών περιποιήσεων (κυρίως όπου απαιτείται μηχανοποίηση της παραγωγής) οι διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, κ.ά. (Bedoussac κ. ά., 2015).

Σκοπός της εργασίας ήταν να αξιολογηθούν μίγματα κτηνοτροφικού μπιζελιού και βίκου με κριθάρι και βρώμη σε δυο αναλογίες σποράς (60:40 και 80:20), ως προς την απόδοση και το ανταγωνισμό μεταξύ των συγκαλλιεργούμενων ειδών.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του Α.Π.Θ., κατά την καλλιεργητική περίοδο 2015-2016. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν οι πλήρεις ομάδες σε ελεύθερη διάταξη, με 12 επεμβάσεις και 4 επαναλήψεις. Εγκαταστάθηκαν τέσσερις (4) μονοκαλλιέργειες: κριθάρι (ποικιλία Grace), βρώμη (ποικιλία Κασσάνδρα), βίκος (ποικιλία Αλέξανδρος), μπιζέλι (ποικιλία Δωδώνη) και οκτώ (8) συστήματα συγκαλλιέργειας των σιτηρών με τα ψυχανθή, σε δυο αναλογίες σποράς (60:40 και 80:20).

Η συγκομιδή έγινε το 2ο 10ήμερο του Μαΐου, όταν τα σιτηρά βρισκόταν στο στάδιο του γάλακτος. Στο στάδιο αυτό, από επιφάνεια 1 m^2 κόπηκε το υπέργειο μέρος των φυτών και έγινε διαχωρισμός των δύο ειδών. Δείγματα βάρους 0,5 kg, από κάθε είδος, τοποθετήθηκαν για 72 h στους 72°C για να υπολογισθεί το ξηρό βάρος.

Για να εκτιμηθεί ο ανταγωνισμός μεταξύ των συγκαλλιεργούμενων ειδών υπολογίστηκε ο λόγος ισοδύναμης επιφάνειας (LER), ως εξής (Dhima κ.ά., 2007):

$$LER = (Y_{\Psi\Sigma}/Y_{\Psi}) + (Y_{\Sigma\Psi}/Y_{\Sigma})$$

όπου Y_{Ψ} και Y_{Σ} είναι η απόδοση σε ξηρό βάρος του ψυχανθούς και του σιτηρού, αντίστοιχα, στην μονοκαλλιέργεια, ενώ $Y_{\Psi\Sigma}$ και $Y_{\Sigma\Psi}$ είναι οι αποδόσεις του κάθε είδους στο μίγμα.

Όταν ο δείκτης LER είναι μεγαλύτερος από την μονάδα, τα δύο συγκαλλιεργούμενα είδη αναπτύσσονται καλύτερα μέσα στο μίγμα από ότι όταν καλλιεργούνται μόνα τους, διότι εκμεταλλεύονται καλύτερα τους πόρους του περιβάλλοντος. Αντιθέτως, όταν ο δείκτης είναι μικρότερος από τη μονάδα η συγκαλλιέργεια έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη και στην απόδοση των συγκαλλιεργούμενων ειδών.

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 16.0. Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε η ελάχιστη σημαντική διαφορά ($LSD_{0.05}$).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Την μεγαλύτερη απόδοση (861 kg/στρ) σε ξηρό βάρος έδωσε η συγκαλλιέργεια βρώμη-μπιζέλι (20:80) και ακολούθησε η βρώμη-βίκος 40:60 (803kg/στρ), ενώ την μικρότερη η συγκαλλιέργεια του κριθαριού με το μπιζέλι και στις δυο αναλογίες σποράς (474 και 575

kg/στρ, αντίστοιχα), καθώς και η μονοκαλλιέργεια του μπιζελιού (558 kg/στρ) (Πίνακας 1). Σε αρκετές περιπτώσεις έχει βρεθεί ότι οι αποδόσεις μιγμάτων ψυχανθούς-σιτηρού ήταν ενδιάμεσες ή ακόμη και χαμηλότερες σε σύγκριση με τις μονοκαλλιέργειες, λόγω ανταγωνισμού μεταξύ των ειδών (Caballero κ.ά., 1995; Dhima κ.ά., 2007).

Πίνακας 1. Στρεμματική απόδοση σε ξηρό βάρος των συγκαλλιεργούμενων ειδών

Καλλιέργεια		Σιτηρό (kg/στρ)	Ψυχανθές (kg/στρ)	Συνολικό (kg/στρ)
Κριθάρι		691,9	-	691,9
Βρώμη		783,7	-	783,7
Βίκος		-	738,0	738,0
Μπιζέλι		-	558,4	558,4
Κριθάρι-Βίκος	40:60	184,4	493,0	677,4
Κριθάρι-Βίκος	20:80	102,3	608,6	711,0
Κριθάρι-Μπιζέλι	40:60	308,7	266,6	575,3
Κριθάρι-Μπιζέλι	20:80	251,8	222,2	474,0
Βρώμη-Βίκος	40:60	748,3	54,6	802,9
Βρώμη-Βίκος	20:80	524,4	102,2	626,6
Βρώμη-Μπιζέλι	40:60	776,4	18,5	794,9
Βρώμη-Μπιζέλι	20:80	797,8	63,4	861,2
$LSD_{0.05}$		**65,5**	**12,3**	**85,6**

Ο λόγος ισοδύναμης επιφάνειας (LER) ήταν μεγαλύτερος από την μονάδα στα μίγματα βρώμη-μπιζέλι (20:80) και βρώμη-βίκο (40:60), που σημαίνει ότι η συγκαλλιέργεια των παραπάνω ειδών πλεονεκτεί σε σχέση με την μονοκαλλιέργειά τους, καθώς και με τα υπόλοιπα μίγματα. Αυτό οφείλεται στην καλύτερη αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πόρων από τα δύο συγκαλλιεργούμενα είδη σε σύγκριση με την μονοκαλλιέργειά τους (Dhima κ.ά., 2007).

Πίνακας 2. Επίδραση του συστήματος συγκαλλιέργειας στον λόγο ισοδύναμης επιφάνειας (LER)

Καλλιέργεια		LER σιτηρού	LER ψυχανθούς	LER συνολικό
Κριθάρι		1,00	-	1,00
Βρώμη		1,00	-	1,00
Βίκος		-	1,00	1,00
Μπιζέλι		-	1,00	1,00
Κριθάρι-Βίκος	40:60	0,27	0,67	0,93
Κριθάρι-Βίκος	20:80	0,15	0,82	0,97
Κριθάρι-Μπιζέλι	40:60	0,45	0,36	0,81
Κριθάρι-Μπιζέλι	20:80	0,36	0,30	0,66
Βρώμη-Βίκος	40:60	0,95	0,10	1,05
Βρώμη-Βίκος	20:80	0,67	0,18	0,85
Βρώμη-Μπιζέλι	40:60	0,99	0,03	1,02
Βρώμη-Μπιζέλι	20:80	1,02	0,11	1,13
$LSD_{0.05}$				**0,04**

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι οι συγκαλλιέργειες βρώμη-μπιζέλι (20:80) και βρώμη-βίκος (40:60) μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στην Ελλάδα, διότι έδωσαν τις υψηλότερες αποδόσεις αξιοποιώντας καλύτερα τους πόρους του περιβάλλοντος.

Βιβλιογραφία

Bedoussac L., Journet, E.-P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Steen Jensen, E., Prieur, L., Justes, E. 2015. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. Agron. Sustain. Dev. 35, 911–935.

Caballero R, Goicoechea EL, Hernaiz PJ, 1995. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of common vetch. Field Crops Res. 41:135-140.

Dhima K, Lithourgidis A, Vasilakoglou I, Dordas C, 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio, Field Crop Res. 100:250-254.

Jensen E, 2006. Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality and prevention of N-losses in European organic farming systems, Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, pp. 4-6, 189-190.

Lithourgidis A, Dordas C, Damalas C, Vlachostergios D, 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture, Aus. J. Crop Sci. 5:397-401.

INTERCROPPING OF FIELD PEA AND COMMON VETCH WITH BARLEY AND OAT IN TWO SEEDING RATIOS

Klonaras M.[1], A. Lithourgidis[2], C. Dordas[1]

[1]Aristotle Univ. Farm of Thessaloniki, 570 01 Thermi, Greece
[2] Lab. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Aristotle Univ. of Thessaloniki, 541 24, Greece

Intercropping is a system that is used in many countries with the objective to maximize the yield of the crop plants with minimum inputs. The intercropping of cereals with legumes is the most important intercropping system since it has a better nitrogen management and better development of the root system of the intercropped species. The objective of the present study was to study the yield and competition between the species in the mixture of the intercropping system of field pea and common vetch with barley and oat in two seeding ratios (40:60 and 20:80).The experiment was conducted during 2015-2016 growing season at the experimental farm of the Aristotle University of Thessaloniki. The dry matter yield was measured and also the land equivalent ratio (LER) was determined. The greatest dry matter yield (8612kg/ha) was found in oat-field pea (20:80), followed by oat-common vetch (40:60) and the lowest in the intercropping of barley with field pea (4740and 5753kg/ha, respectively), and the field pea monoculture (5584kg/ha). The LER was higher than 1 at the mixtures of oat with field pea (20:80) and common vetch (40:60), which means that the intercropping of these species is more advantageous than their monocrops and the other intercropping systems as well. The results from this study show that intercropping of oat with field pea (20:80) and common vetch (40:60), can be used effectively in Greece and can give a satisfactory income for the farmer.

Key words**:** biomass, land equivalent ratios, mixture, competition.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΙΤΙΝΗΣ ΣΕ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ ΡΟΚΑΣ (*Eruca sativa*)

Α. Λιόπα-Τσακαλίδη[1], Γ. Σπυρόπουλος[1], Ι. Ν. Ξυνιάς[2*]

[1]Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Θεοδωροπούλου Τέρμα 27200 Αμαλιάδα
[2]Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τέρμα Κοντοπούλου, 53100, Φλώρινα *επικοινωνία ixynias@teiwm;gr; ioannis_xynias@hotmail.com

Περίληψη

Μελετήθηκε η επίδραση της ενσωμάτωσης της χιτίνης στο έδαφος στα ποσοτικά χαρακτηριστικά φυτών θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας (*Eruca sativa*). Σε φυτοδοχεία χωρητικότητας δύο λίτρων (2l) τοποθετήθηκαν 10-12 σπόροι. Τα φυτοδοχεία περιείχαν τους παρακάτω συνδυασμούς: (α) εδαφικό υπόστρωμα (μάρτυρας), (β) εδαφικό υπόστρωμα και χιτίνη (2 %), (γ) εδαφικό υπόστρωμα και χιτίνη (3 %). Μετά την έκπτυξη των φυτών πραγματοποιήθηκε αραίωμα (πέντε σπορόφυτα ανά φυτοδοχείο). Για κάθε μεταχείριση υπήρχαν πέντε επαναλήψεις των τεσσάρων φυτών η κάθε μία, τυχαία κατανεμημένες στο χώρο του θερμοκηπίου. Οι μετρήσεις των ποσοτικών γνωρισμάτων γίνονταν ανά δεκαήμερο. Η παρουσία της χιτίνης (2% και 3%) στο έδαφος αύξησε σημαντικά το μήκος των ριζών, το ύψος των φυτών, τα μήκη των τεσσάρων πρώτων φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η αύξηση των παραπάνω γνωρισμάτων ήταν σημαντικά μεγαλύτερη όταν στο εδαφικό υπόστρωμα υπήρχε 3% χιτίνη σε σύγκριση με το υπόστρωμα που περιείχε 2% χιτίνη. Τέλος, η προσθήκη χιτίνης δεν βρέθηκε να επηρεάζει το νωπό και το ξηρό βάρος των ριζών των φυτών της ρόκας.

Λέξεις κλειδιά: ύψος φυτού, μήκος υπέργειου τμήματος, βάρος και μήκος φύλλων, βάρος και μήκος ρίζας

Εισαγωγή

Η ρόκα (*Eruca sativa* Mill) ανήκει στην οικογένειας των σταυρανθών (Brassicaceae ή Cruciferae) και είναι ετήσιο, ποώδες, επίσπορο φυτό με διακλαδιζόμενους βλαστούς (Marwat κ. ά., 2016) και φτάνει σε ύψος έως και τα 80 cm. Τα φύλλα της βάσης είναι σε ρόδακα, είναι λοβωτά ή οδοντωτά με τέσσερις έως δέκα μικρούς πλευρικούς λοβούς και ένα μεγάλο λοβό. Συναντάται σε αρκετές περιοχές της Μεσογείου ως αυτοφυής (άγρια ρόκα) ή καλλιεργήσιμη και καταναλώνεται ως φρέσκο λαχανικό σε σαλάτες (Hall κ.ά., 2012). Η ρόκα είναι ένα πολύ ανθεκτικό φυτό που μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλα τα είδη εδαφών. Είναι ανθεκτική στο κρύο και στο χιόνι αφού μπορεί να αντέξει έως τους -3°C χωρίς σημαντικές ζημιές με εξαίρεση την σκλήρυνση των φύλλων της. Το έδαφος σποράς πρέπει να είναι ελαφρύ, καλά δουλεμένο, απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων. Προτιμά τα θερμά, ξηρά κλίματα, όμως σε θερμοκρασία πάνω από 25^{0}C. Η συγκομιδή ξεκινάει στις δύο με τέσσερις εβδομάδες από την ημέρα που έγινε η σπορά.

Η χιτίνη (Chitin) $(C_8H_{13}O_5N)n$ είναι μια οργανική ουσία που λαμβάνεται από θαλάσσια ασπόνδυλα, έντομα, μύκητες και φύκη. Τα καλλιεργούμενα φυτά αντιδρούν διαφορετικά στην προσθήκη χιτίνης στο έδαφος. Για παράδειγμα οι τομάτες και τα φασόλια είναι πιο

ευαίσθητα στην προσθήκη χιτίνης από το καλαμπόκι (Spiegel, 1986). Η παρουσία της χιτίνης μπορεί να επηρεάσει και την ανάπτυξη των φυτών (Ladner κ.ά., 2008, Liopa-Tsakalidi κ.ά., 2010, Liopa-Tsakalidi και Barouchas, 2011).

Σκοπός της μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της ενσωμάτωσης της χιτίνης ως εδαφοβελτιωτικού στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας.

Υλικά και μέθοδοι

Για να μελετηθεί η επίδραση της ενσωμάτωσης της χιτίνης στο εδαφικό υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία Rucola coltivata της Εταιρίας GeoStore. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχεία την άνοιξη του 2016 στο θερμοκήπιο. Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υποστρώματα: Α) έδαφος (μάρτυρας) (Πίν. 1), Β) έδαφος με προσθήκη 2% χιτίνης, Γ) έδαφος με προσθήκη 3% χιτίνης (Chitin Sigma C7170). Σε κάθε φυτοδοχείο χωρητικότητας δύο λίτρων (2l) σπάρθηκαν 10-12 σπόροι και μετά την έκπτυξη των φυταρίων πραγματοποιήθηκε αραίωμα και αφέθηκαν πέντε σπορόφυτα ανά φυτοδοχείο. Σε κάθε μεταχείριση υπήρχαν πέντε επαναλήψεις των τεσσάρων φυτών η κάθε μία, τυχαία κατανεμημένες στο χώρο του θερμοκηπίου. Για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της ενσωμάτωσης της χιτίνης στην αύξηση των φυτών, γίνονταν μετρήσεις ανά δεκαήμερο, από την 27η μέρα και μετά την σπορά έως την 49η μέρα. Οι μετρήσεις αυτές αφορούσαν τα παρακάτω γνωρίσματα: ύψος φυτού, υπέργειο τμήμα φυτού, βάρος και μήκος ρίζας, βάρος και μήκος του πρώτου, δεύτερου, τρίτου και τέταρτου φύλλου. Το μήκος των φυτών μετρήθηκε με τη βοήθεια μιας ταινίας χιλιοστόμετρων σε ακρίβεια 1 mm.

Πίνακας 1: Μερικά χαρακτηριστικά του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα.

CEC (mmolc kg^{-1})	pH	pH-($CaCl_2$)	C_{inorg} content (%)	C_{org} (%)	N_{tot} (%)	ρB (g cm^{-3})	WHC (g/100g)
17.2	7.4	7.2	0.42	0.7	0.5	1.20	41.6

Όπου C_{inorg} ο ανόργανος άνθρακας, C_{org}. ο οργανικός άνθρακας, N_{tot} το συνολικό άζωτο, ρB η φαινομενική πυκνότητα στερεών και WHS η ικανότητα συγκράτησης ύδατος

Η αξιολόγηση των πειραματικών δεδομένων έγινε με ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) και η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο Duncan ($a < 0,05$), χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.

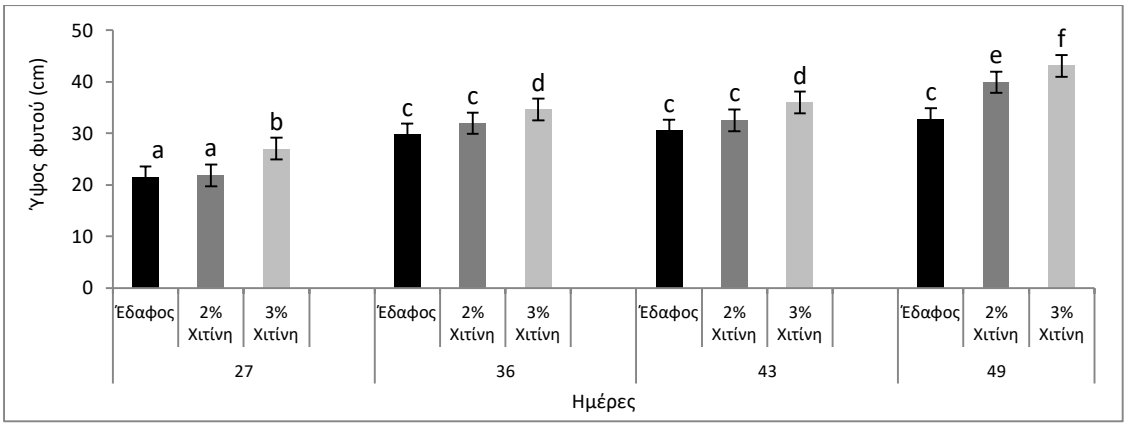
Αποτελέσματα-Συζήτηση

Αύξηση φυτών σε υπόστρωμα χιτίνης

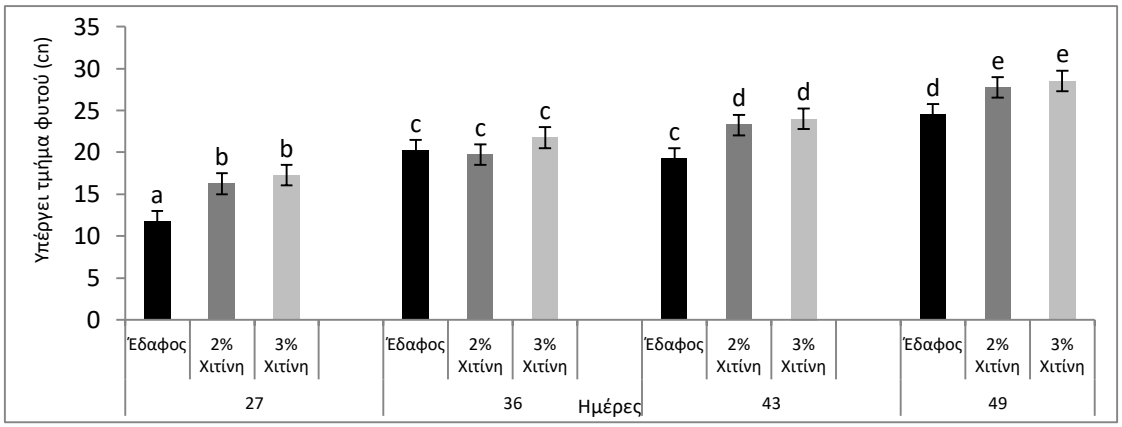
Το ύψος των φυτών στο εδαφικό υπόστρωμα (μάρτυρας) ήταν μικρότερο από το αντίστοιχο στα εδαφικά υποστρώματα όπου είχε προστεθεί 2% και 3% χιτίνη (Σχήμα 1). Η προσθήκη 3% χιτίνης στο εδαφικό υπόστρωμα αύξανε το ύψος των φυτών της ρόκας καθ όλη την περίοδο του πειράματος σε σύγκριση τόσο με το υπόστρωμα που περιείχε 2% χιτίνη, όσο και σε σύγκριση με το εδαφικό υπόστρωμα του μάρτυρα (Σχήμα 1).

Η προσθήκη της χιτίνης (2% και 3%) στο έδαφος αύξησε σημαντικά το μήκος του υπέργειου τμήματος των φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η αύξηση αυτή ήταν σημαντικά

μεγαλύτερη στο υπόστρωμα που περιείχε 3% χιτίνη σε σύγκριση με αυτό που περιείχε 2% χιτίνη (Σχήμα 2).

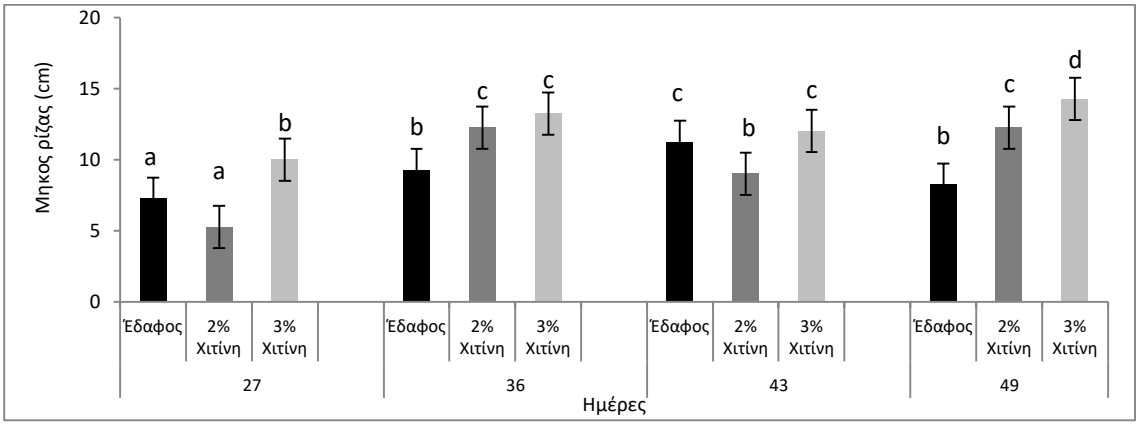


Σχήμα 1. Επίδραση της χιτίνης στο ύψος των φυτών ρόκας κατά την πειραματική περίοδο.



Σχήμα **2.** Επίδραση της χιτίνης στο υπέργειο τμήμα της ρόκας κατά την πειραματική περίοδο.

Η προσθήκη 3% χιτίνης στο εδαφικό υπόστρωμα αύξανε το μήκος της ρίζας καθ όλη την πειραματική περίοδο σε σύγκριση τόσο με το εδαφικό υπόστρωμα που περιείχε 2% χιτίνη όσο και με το εδαφικό υπόστρωμα του μάρτυρα (Εικ.3).



Σχήμα **3.** Επίδραση της χιτίνης στο μήκος της ρίζας της ρόκας κατά την πειραματική περίοδο.

Η παρουσία της χιτίνης (2% και 3%) στο εδαφικό υπόστρωμα αύξησε το βάρος των φύλλων σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η αύξηση αυτή ήταν εν μέρει μεγαλύτερη στο εδαφικό υπόστρωμα που περιείχε 3% χιτίνη σε σύγκριση με το υπόστρωμα που περιείχε 2% χιτίνη (Πίν. 2).

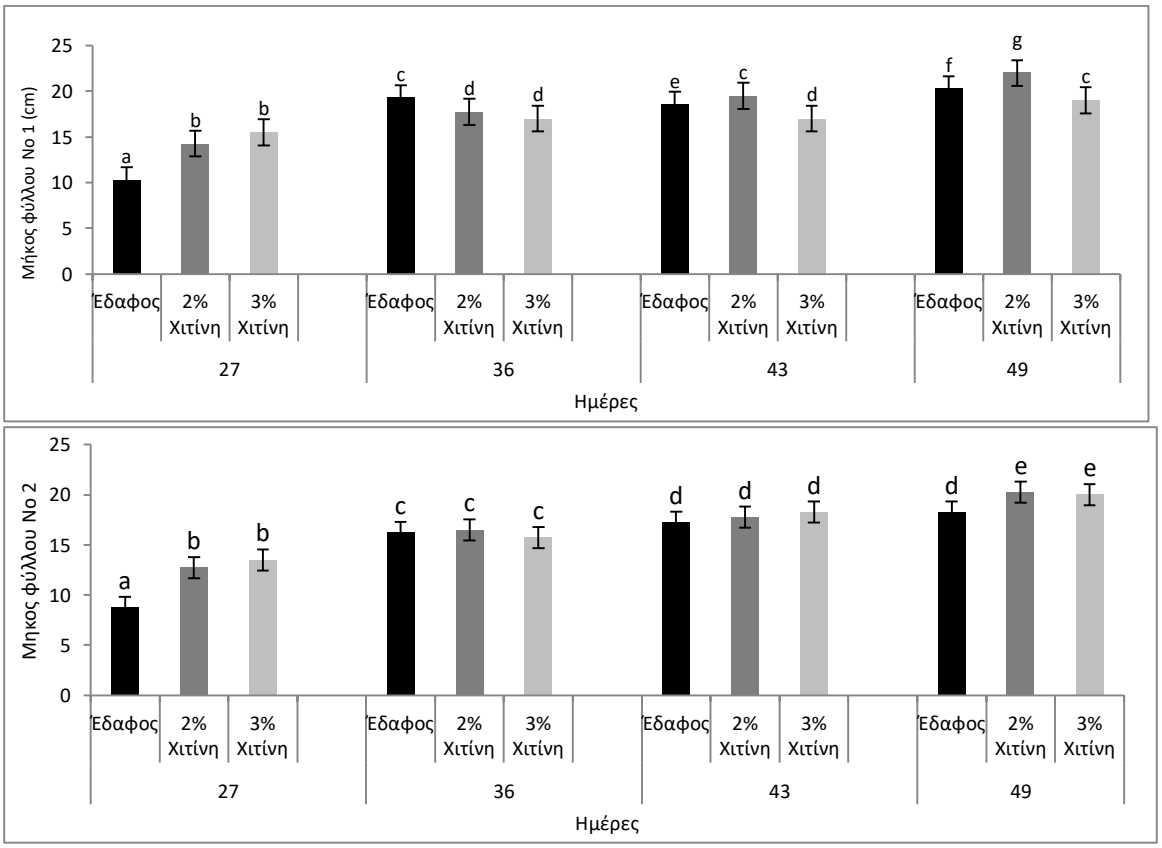
Πίνακας 2. Επίδραση της χιτίνης στο νωπό και ξηρό βάρος των φυτών της ρόκας κατά την πειραματική περίοδο.

	Φύλλο		Ρίζα	
	Νωπό βάρος (g/φυτό)	Ξηρό βάρος (g/φυτό)	Νωπό βάρος (g/φυτό)	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Έδαφος	5,8[a]	0,6[a]	0,7[a]	0,4[a]
2% Χιτίνη	7,8[b]	0,8[b]	0,5[b]	0,2[b]
3% Χιτίνη	9,6[c]	1,0[c]	0,6[c]	0,3[c]

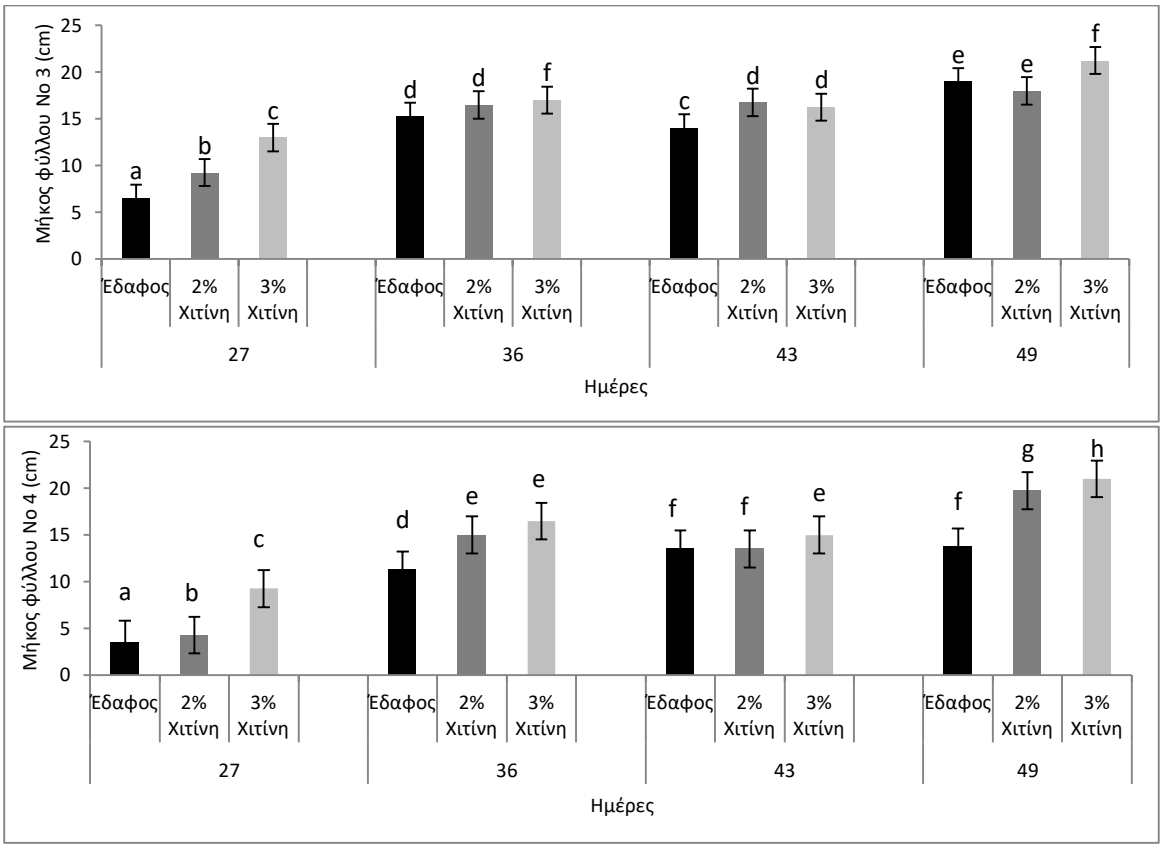
Το βάρος των ριζών παρουσία της χιτίνης (2% και 3%) μειώθηκε συγκριτικά με τον μάρτυρα (Πίν. 2).

Αύξηση φύλλων σε υπόστρωμα χιτίνης

Η παρουσία της χιτίνης (2% και 3%) στο εδαφικό υπόστρωμα αύξησε τα μήκη των τεσσάρων πρώτων φύλλων, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η αύξηση αυτή ήταν εν μέρει μεγαλύτερη στο εδαφικό υπόστρωμα που περιείχε 3% χιτίνη σε σύγκριση με το υπόστρωμα που περιείχε 2% χιτίνη (Σχήμα 4 και 5).



Σχήμα 4. Επίδραση της χιτίνης στο μήκος του πρώτου και δεύτερου φύλλου των φυτών της ρόκας κατά την πειραματική περίοδο.



Σχήμα 5. Επίδραση της χιτίνης στο μήκος του τρίτου και τέταρτου φύλλου των φυτών της ρόκας κατά την πειραματική περίοδο.

Συμπεράσματα

Η ενσωμάτωση της χιτίνης στο εδαφικό υπόστρωμα είχε θετική επίδραση στην αύξηση του μεγέθους του υπέργειου τμήματος των φυτών, των ριζών, του ύψους των φυτών και του μήκους των τεσσάρων πρώτων φύλλων και του βάρους των φύλλων σε σύγκριση με το εδαφικό υπόστρωμα του μάρτυρα.

Βιβλιογραφία

Hall, M., Jobling, J., and Rogers, G. 201The germination of perennial wall rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.) and annual garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) under controlled temperatures. Plant Breeding Seed Sci, 65(1), 15-28.

Ladner, D.C., Tchounwou, P.B. and Lawrence, G.W. 2008. Evaluation of the effect of ecologic on root knot nematode, *Meloidogyne incognita*, and tomato plant, *Lycopersicon esculentum*. Int. J. Environ. Res. Public Health 5(2):104-110.

Liopa-Tsakalidi, A. and Barouchas, P.E. 2011. Growth of chervil (*Anthriscus cerefolium*) seedlings as influenced by salinity, chitin and GA. Austr. J. Crop Sci. 5(8):979.

Liopa-Tsakalidi, A., Chalikiopoulos, D. and Papasavvas, A. 2010. Effect of chitin on growth and chlorophyll content of two medicinal plants. J. Med. Plants Res. 4(7):499-508.

Λιόπα-Τσακαλίδη,Α., Μπαρούχας, Π. και Ξυνιάς, Ι. Ν. 2014. Επίδραση της χιτίνης στην αύξηση του βασιλικού στο θερμοκήπιο. σελ. 348-352. Πρακτικά *15ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών*, 15-17 Οκτωβρίου, 2014, Λάρισα.

Λιόπα-Τσακαλίδη,Α., Μπαρούχας, Π. Παπαδόπουλος, Γ. και Ξυνιάς, Ι. Ν. 2015. Επίδραση της χιτίνης στην βλαστικότητα και αύξηση φυτών πιπεριάς σε εδαφικά υποστρώματα. Πρακτικά 27ου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. 28-29 Σεπτεμβρίου 2015, Valis Resort Hotel, Βόλος. (υπό εκτύπωση).

Marwat, S. K., ur Rehman, F., and Khan, A. A. 2016. Phytochemistry and Pharmacological Values of Rocket (*Eruca sativa* Miller)--A Review. International Journal of Horticulture, 6: 1-11.

Motsenbocker, C.E 1996. In-row plant spacing affects growth and yield of pepperoncini pepper. HortScience 31(2):198-200.

Spiegel, Y., Cohn, E. and Chet, I. 1986. Use of chitin for controlling plant-parasitic nematodes. I. Direct effects on nematode reproduction and plant performance. Plant and Soil 95: 87-95.

Hall, M. K. D., Jobling, J. J., and Rogers, G. S. 2012. Factors affecting growth of perennial wall rocket and annual garden rocket. Int J Veg Sci, 18: 393-411.

ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Γ. Μενεξές, Θ. Κουτσός

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γεωργίας, Πανεπιστημιούπολη, 52124 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ή μεταβλητότητας (coefficient of variation - *CV*) είναι δείκτης σχετικής διακύμανσης (ή διασποράς), ο οποίος εκφράζει την ομοιογένεια των τιμών μιας ποσοτικής τυχαίας μεταβλητής. Είναι "καθαρός" αριθμός που παρέχει τη δυνατότητα σύγκρισης ακόμη και της διακύμανσης των τιμών δύο ή περισσότερων ποσοτικών τυχαίων μεταβλητών που έχουν διαφορετικές μονάδες μέτρησης. Η σπουδαιότητα του δείκτη αναδεικνύεται από την ευρεία χρήση του σε ποικίλα επιστημονικά πεδία των Βιολογικών, Οικονομικών, Κοινωνικών και άλλων Επιστημών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται ορισμένες ιδιότητες του δείκτη και αναδεικνύεται η σημασία του.

Λέξεις κλειδιά: Ομοιογένεια τιμών τυχαίας ποσοτικής μεταβλητής, δείκτες σχετικής διακύμανσης, σύγκριση τιμών τυχαίων ποσοτικών μεταβλητών

Εισαγωγή

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ή μεταβλητότητας (coefficient of variation - *CV*) είναι δείκτης σχετικής διακύμανσης (ή διασποράς), ο οποίος εκφράζει (α) την ομοιογένεια ενός συνόλου μετρήσεων τιμών μιας τυχαίας ποσοτικής μεταβλητής και (β) την ακρίβεια ενός Πειραματικού Σχεδίου. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι ένας σημαντικός και χρήσιμος δείκτης σε πολλές επιστήμες, όπως Βιολογικές, Οικονομικές, Κοινωνικές, Ανθρωπιστικές και Θετικές Επιστήμες. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται ορισμένες ιδιότητες του δείκτη *CV* και αναδεικνύεται η σημασία του.

Υλικά και Μέθοδοι

Υπολογισμός του δείκτη CV

Για τον υπολογισμού του δείκτη *CV* για δεδομένα δείγματος χρησιμοποιείται η σχέση:

$$CV = \frac{S}{\bar{Y}} \times 100$$

όπου S η τυπική απόκλιση και $\bar{Y}$ ο αριθμητικός μέσος όρος των μετρήσεων του δείγματος.

Αντίστοιχα, για τον υπολογισμό του δείκτη *CV* για δεδομένα πληθυσμού χρησιμοποιείται η σχέση:

$$\gamma = \frac{\sigma}{\mu} \times 100$$

όπου σ η τυπική απόκλιση και μ ο αριθμητικός μέσος όρος των μετρήσεων του πληθυσμού. Ο δείκτης *CV* για δεδομένα πληθυσμού συμβολίζεται συνήθως με το γράμμα γ. Ο δείκτης *CV* εκφράζει και την ακρίβεια ενός Πειραματικού Σχεδίου σύμφωνα με τον τύπο:

$$CV = \frac{\sqrt{MSE}}{\bar{Y}_{..}}$$

όπου *MSE* το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων (από την κατάλληλη ANOVA) και $\bar{Y}_{..}$ ο γενικός αριθμητικός μέσος όρος των μετρήσεων του πειράματος.

Παρατηρήσεις: α) Αν οι μετρήσεις είναι αρνητικοί αριθμοί τότε στις παραπάνω σχέσεις χρησιμοποιείται η απόλυτη τιμή του μέσου όρου, β) Σε πολλά επιστημονικά πεδία χρησιμοποιείται το τετράγωνο του δείκτη *CV* (CV^2), γ) Σε πολλά επιστημονικά πεδία η τυπική απόκλιση εκφράζει Σταθερότητα (Stability) ή Αβεβαιότητα (Uncertainty), δ) Υπάρχουν οικογένειες κατανομών με μεγάλη τυπική απόκλιση σε σχέση με το μέσο όρο και επομένως σε αυτές τις περιπτώσεις αναμένονται υψηλές τιμές του δείκτη *CV*.

Ιδιότητες του δείκτη CV

Οι σημαντικότερες ιδιότητες του συντελεστή παραλλακτικότητας είναι:

- Είναι "καθαρός" αριθμός (δεν έχει μονάδα μέτρησης)
- Εκφράζει την τυπική απόκλιση ως ποσοστό % του μέσου όρου
- Είναι δείκτης σχετικής μεταβλητότητας
- Επιτρέπει τη σύγκριση της μεταβλητότητας δύο ή περισσοτέρων συνόλων μετρήσεων που έχουν διαφορετικές μονάδες μέτρησης
- Επιτρέπει τη σύγκριση της μεταβλητότητας δύο ή περισσοτέρων συνόλων μετρήσεων που έχουν την ίδια μονάδα μέτρησης αλλά αρκετά διαφορετικούς μέσους όρους ή/και τυπικές αποκλίσεις
- Η μέγιστη τιμή του δείκτη μπορεί να φθάσει την τιμή $\sqrt{N-1}$, όπου *N* είναι το μέγεθος δείγματος ή την τιμή $\sqrt{N}$ όπου *N* είναι το μέγεθος πληθυσμού (όταν όλες οι τιμές πλην μίας είναι ίσες με μηδέν)
- Χρησιμοποιείται στον καθορισμό του ελάχιστου μεγέθους δείγματος (επαναλήψεις ανά επέμβαση) σε πειράματα
- Δεν παραμένει αμετάβλητος σε μετασχηματισμούς των αρχικών μετρήσεων ($\log(Y)$, $1/Y$, $Y^{1/2}$)
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται όταν οι μετρήσεις περιλαμβάνουν αρνητικούς και θετικούς αριθμούς
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται όταν ο μέσος όρος είναι κοντά στο μηδέν
- Δεν μπορεί να υπολογιστεί όταν ο μέσος όρος είναι ίσος με μηδέν
- Δεν έχει νόημα (ερμηνεία) όταν οι τιμές του δείγματος δεν είναι μετρημένες σε κλίμακα αναλογίας (ratio scale)

Επιθυμητές τιμές του συντελεστή παραλλακτικότητας CV

Οι τιμές του συντελεστή πρέπει να είναι, εν γένει, μικρότερες από 10% ($CV \leq 10\%$). Οι αποδεκτές τιμές του δείκτη *CV* καθορίζονται ανάλογα:

- **Με τη "φύση" των μετρήσεων** (π.χ. απόδοση, ύψος, βάρος, συγκέντρωση)
- **Με το είδος των πειραματικών ή δειγματοληπτικών μονάδων** (π.χ. ρύζι, σιτάρι, αγελάδα, άνθρωπος)
- **Με τις συνθήκες πειραματισμού** (π.χ. αγρός, θερμοκήπιο, εργαστήριο)

- **Με την πειραματική μονάδα** (π.χ. πειραματικό τεμάχιο ή μεμονωμένο φυτό)

Στους τυπικούς **πειραματικούς σχεδιασμούς,** όπου οι μετρήσεις γίνονται ανά πειραματικό τεμάχιο και όχι ανά φυτό, οι τιμές του συντελεστή παραλλακτικότητας εκφράζουν την ακρίβεια του πειράματος σύμφωνα με τις παρακάτω νόρμες:

- Τιμές *CV*: 0-10% δηλώνουν υψηλή ακρίβεια
- Τιμές *CV*: 10-20% δηλώνουν μέτρια ακρίβεια
- Τιμές *CV*: 20-30% δηλώνουν μικρή ακρίβεια
- Τιμές *CV*: >30% δηλώνουν πολύ μικρή ακρίβεια

Να σημειωθεί, ότι σε πειράματα βελτίωσης οι τιμές του δείκτη *CV* ενδεχομένως να είναι επιθυμητά υψηλές (Kargiotidou et al., 2016).

Όρια Εμπιστοσύνης

Αν οι μετρήσεις ακολουθούν Κανονική Κατανομή τότε ένα (1-*a*)% διάστημα εμπιστοσύνης για το δείκτη *CV* δίνεται από τη σχέση (Abdi, 2010):

$$\widehat{C}_v \pm t_{\frac{a}{2},v}\widehat{Sc}_v$$

όπου: $\widehat{Sc}_v = \frac{\widehat{C}_v}{\sqrt{2N}}$ και $\widehat{C}_v = \left(1 + \frac{1}{4N}\right)CV$

και

$\widehat{C}_v$: αμερόληπτος εκτιμητής του δείκτη *CV*

N **=** το μέγεθος του δείγματος

ν **=** *N*-1 οι βαθμοί ελευθερίας της *t*-Κατανομής

$t_{a/2,v}$: η κρίσιμη τιμή της *t*-Κατανομής για *ν* βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας *a*/2.

***Παρατήρηση*:** Υπάρχουν και άλλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις στην κατασκευή διαστημάτων εμπιστοσύνης για το δείκτη (π.χ. μέθοδοι που βασίζονται στην μη κεντρική *t*-Κατανομή).

Στατιστική σύγκριση δεικτών CV

Για τη σύγκριση δύο δεικτών *CV* που προέρχονται από ανεξάρτητα δείγματα έχει προταθεί ο παρακάτω στατιστικός έλεγχος:

$$H_0: \gamma_1 = \gamma_2$$
$$H_1: \gamma_1 \neq \gamma_2$$

Σε επίπεδο σημαντικότητας *a* (συνήθως *a*=0,05).

Το στατιστικό του ελέγχου υπολογίζεται με βάση την παρακάτω σχέση (Forkman, 2009):

$$F = (c_1^2/(1 + c_1^2 (n_1 - 1)/n_1)/(c_2^2/(1 + c_2^2 (n_2 - 1)/n_2)$$

c_1=CV_1

c_2=CV_2

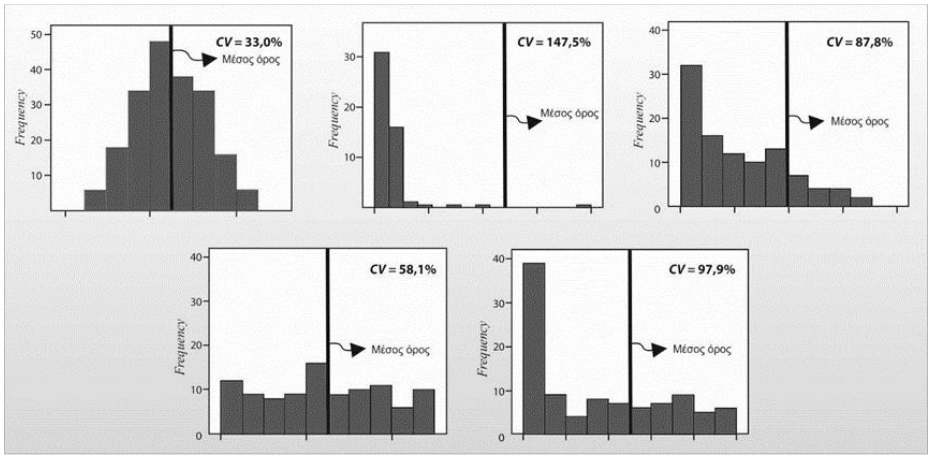
n_1: μέγεθος πρώτου δείγματος

n_2: μέγεθος δευτέρου δείγματος

Η απόφαση για την απόρριψη ή όχι της μηδενικής υπόθεσης H_0 βασίζεται στην κρίσιμη τιμή της *F*-Κατανομής.

Συνέπειες μεγάλων τιμών του συντελεστή CV

Γενικά, οι υψηλές τιμές του συντελεστή *CV* (>50%), δηλώνουν μη κανονικότητα των δεδομένων ή πρόβλημα στη διαδικασία παραγωγής των δεδομένων. Στα παρακάτω διαγράμματα (Σχήμα 1), παρουσιάζονται κατανομές τιμών δειγμάτων και οι αντίστοιχοι δείκτες *CV*.



Σχήμα 1. Διαγράμματα κατανομών και αντίστοιχοι δείκτες CV

Διαπιστώνεται ότι οι κατανομές είτε είναι ασύμμετρες είτε προσεγγίζουν την ομοιόμορφη κατανομή (αλλά με μεγάλο εύρος τιμών). Δεν παρουσιάζουν κανονικότητα και η ύπαρξη ακραίων τιμών (outliers) προκαλεί ασυμμετρία και μεγάλη παραλλακτικότητα. Συνεπώς, στις περιπτώσεις αυτές ο αριθμητικός μέσος όρος δεν είναι κατάλληλος δείκτης κεντρικής τάσης και δεν μπορεί να αξιοποιηθεί περαιτέρω σε άλλες στατιστικές αναλύσεις. Με άλλα λόγια, ο μέσος όρος δεν "αντιπροσωπεύει" τα δεδομένα. Η περαιτέρω στατιστική επεξεργασία των δεδομένων θα πρέπει να γίνει με βάση Μη Παραμετρικές στατιστικές μεθόδους ή με χρήση Γενικευμένων Γραμμικών Υποδειγμάτων.

Παρατήρηση: Αν η τιμή του δείκτη *CV* είναι 100%, π.χ. 120%, τότε είναι προτιμότερο ο δείκτης να γράφεται ως 1,2.

2.6. Παραδείγματα άλλων δεικτών σχετικής μεταβλητότητας

A) Μη παραμετρικός δείκτης παραλλακτικότητας (Non Parametric CV_{np})

CV_{np}= (Διάμεση τιμή/Ημιενδοτεταρτημοριακό εύρος) × 100

$$CV_{np} = \frac{Q_{50}}{\frac{Q_{75} - Q_{25}}{2}} \times 100 = \frac{2Q_{50}}{Q_{75} - Q_{25}} \times 100$$

ή

$$CV_{np} = \frac{2Q_{50}}{Q_{75} - Q_{25}} \times 100$$

Όπου Q_{50}: Διάμεση τιμή, Q_{25}: πρώτο τεταρτημόριο, Q_{75}: τρίτο τεταρτημόριο της κατανομής των μετρήσεων.

Β) Αναλογική μεταβλητότητα (Proportional Variability-PV)

$$PV = \frac{1}{c}\sum_{i \neq j}\left(1 - \frac{\min(y_i, y_j)}{\max(y_i, y_j)}\right)$$

όπου $i, j = 1,\ldots,N$ και $c = \binom{N}{2}$ και y_i οι μετρήσεις του δείγματος (Heath and Borowski, 2013).

<u>*Ένας «έξυπνος» μετασχηματισμός*</u>

Με βάση την παρακάτω σχέση [1] μπορούμε να προσθέσουμε στις αρχικές τιμές ενός συνόλου μετρήσεων (με τυπική απόκλιση s και συντελεστή $CV=V$ ως ποσοστό) έναν κατάλληλο αριθμό λ ώστε οι νέες μετασχηματισμένες μετρήσεις να έχουν συγκεκριμένη επιθυμητή τιμή συντελεστή μεταβλητότητας δ (ως ποσοστό).

$$\lambda \geq s\left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{V}\right) \quad [1]$$

Παράδειγμα: Έστω $\bar{Y}$ =40 και s=30, V=0,75 και δ=0,20. Συνεπώς: $\lambda \geq 30(5\text{-}1{,}333\ldots) \Rightarrow \lambda \geq 110$

Επομένως, αν στις αρχικές τιμές προστεθεί η ποσότητα 110, τότε ο δείκτης CV για τις μετασχηματισμένες τιμές θα είναι περίπου 0,20 ή 20%.

<u>Αποτελέσματα και συζήτηση</u>

Η τιμή του δείκτη μπορεί να μειωθεί με κατάλληλο μετασχηματισμό των αρχικών δεδομένων (π.χ. log μετασχηματισμός). Όμως, τότε, η φυσική του ερμηνεία δεν είναι ξεκάθαρη. Η "βελτιστοποίηση" της τιμής του δείκτη CV εξαρτάται από το σκοπό της έρευνας. Διότι: $CV = f(s, \bar{Y})$, αλλά και $s = g(\bar{Y}, N)$, συνεπώς ισχύει: $CV = \varphi(s, \bar{Y}, N)$.

Με βάση τις παραπάνω σχέσεις, μπορεί τρία δείγματα να έχουν ίδια τιμή του δείκτη CV, αλλά με τελείως διαφορετική "σύνθεση" σε σχέση με την τυπική απόκλιση και το μέσο όρο (και το μέγεθος δείγματος).

Παράδειγμα:
CV=40%, με τυπική απόκλιση 40 και μέσο όρο 100 (N=50)
CV=40%, με τυπική απόκλιση 20 και μέσο όρο 50 (N=500)
CV=40%, με τυπική απόκλιση 80 και μέσο όρο 200 (N=20)

Συνεπώς, η βελτιστοποίηση της τιμής του δείκτη CV εξαρτάται από το εάν, για παράδειγμα, επιδίωξη της έρευνας είναι η επίτευξη υψηλών μέσων όρων (π.χ. απόδοσης) με

μικρή μεταβλητότητα (π.χ. σταθερότητα, ομοιογένεια) ή η επίτευξη μεγάλης παραλλακτικότητας με υψηλούς μέσους όρους.

Συμπεράσματα

Σε πολλά επιστημονικά πεδία ο δείκτης CV είναι χρήσιμος και σημαντικός δείκτης σχετικής μεταβλητότητας ή/και ακρίβειας. Πολύ υψηλές τιμές του δείκτη CV δηλώνουν μη κανονικότητα των δεδομένων ή πρόβλημα στη διαδικασία παραγωγής των δεδομένων. Σε δεδομένα που προέρχονται από μη κανονικές κατανομές, με μεγάλη ασυμμετρία και μεγάλη παραλλακτικότητα, ο αριθμητικός μέσος όρος δεν είναι "καλός" δείκτης κεντρικής τάσης. Μέσω κατάλληλων μετασχηματισμών η τιμή του δείκτη CV μπορεί να μεταβληθεί σε επιθυμητά ή αποδεκτά επίπεδα. Ο δείκτης CV δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται όταν η σχέση των δύο "συστατικών" του, δηλαδή του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης, είναι "ανταγωνιστική" (π.χ. απόδοση *vs* σταθερότητα).

Βιβλιογραφία

Abdi H. 2010. Coefficient of Variation. In Neil Salkind (Ed.), Encyclopedia of Research Design. Thousand Oaks, CA: Sage. 2010.

Forkman, J. 2009. Estimator and Tests for Common Coefficients of Variation in Normal Distributions. Communications in Statistics - Theory and Methods. Volume: 38 Number: 2, pp 233-251.

Heath, J.P. and Borowski, P. 2013. Quantifying Proportional Variability. PLoS ONE 8(12): e84074. doi:10.1371/journal.pone.0084074.

Kargiotidou, A., Vlachostergios, D.N., Tzantarmas, C., Mylonas, I., Foti, C., Menexes, G., Polidoros, A., Tokatlidis, I.S. 2016. Addressing huge spatial heterogeneity induced by virus infections in lentil breeding trials. Journal of Biological Research-Thessaloniki, 23(2). DOI 10.1186/s40709-016-0039-6.

IMPORTANCE AND PROPERTIES OF THE COEFFICIENT OF VARIANCE

Georgios Menexes, Thomas Koutsos

The coefficient of variance (CV) is a relative index of dispersion, which expresses the homogeneity of values of a quantitative random variable. It is a "clear" number that allows comparison of the variation of two or more quantitative random variables having different measurement units. The importance of the coefficient of variation is highlighted by its widespread use in a variety of scientific fields such as biological, economic, social and other sciences. This paper presents some properties of the index and highlights the importance of the index.

ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ ΧΕΙΜΕΡΙΝΩΝ - ΕΑΡΙΝΩΝ ΨΥΧΑΝΘΩΝ ΚΑΙ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΕ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Χ. Δόρδας[1], Α. Φυντανής[2], Α. Λιθουργίδης[3], Α. Μαυρομάτης[2], Θ. Γέμτος[4], Β. Στεφανίδου[5]

[1] Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη
[2] Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη
[3] Αγρόκτημα Τμήματος Γεωπονίας, ΑΠΘ, Θέρμη, Θεσσαλονίκης
[4] Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[5] Εταιρία Κ & Ν Ευθυμιάδη

Περίληψη

Στο Αγρόκτημα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, εφαρμόστηκε σύστημα διετούς αμειψισποράς με εναλλαγή εαρινών και χειμερινών καλλιεργειών ψυχανθών και σιτηρών, σε δύο συστήματα κατεργασίας του εδάφους (συμβατική, ακαλλιέργεια), για να αξιολογηθεί η απόδοση των καλλιεργειών. Την πρώτη καλλιεργητική περίοδο (άνοιξη 2014) στον πειραματικό αγρό καλλιεργήθηκαν τρία υβρίδια καλαμποκιού, δύο υβρίδια σόργου και τρεις καθαρές σειρές σόγιας. Ακολούθως, μετά την συγκομιδή των καλοκαιρινών καλλιεργειών (φθινόπωρο 2014) εγκαταστάθηκαν μονοκαλλιέργειες κριθαριού, μπιζελιού, λούπινου, βίκου και ρεβυθιού, καθώς και συγκαλλιέργειες κριθαριού με τρία από τα ψυχανθή (μπιζέλι, λούπινο, βίκος). Σε όλα τα υβρίδια του καλαμποκιού η απόδοση σε βιομάζα ήταν υψηλότερη στο συμβατικό σύστημα καλλιεργητικής διαχείρισης. Αντιθέτως, στις περισσότερες περιπτώσεις οι αποδόσεις του σόργου σε βιομάζα και της σόγιας σε καρπό, ήταν χαμηλότερες στη συμβατική κατεργασία του εδάφους σε σύγκριση με τις αποδόσεις των αντίστοιχων ποικιλιών σε συνθήκες ακαλλιέργειας. Στις χειμερινές καλλιέργειες, την υψηλότερη απόδοση σε βιομάζα έδωσε η συγκαλλιέργεια του κριθαριού με τον βίκο, ακολουθούμενη από την συγκαλλιέργεια κριθάρι-μπιζέλι, ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις αποδόσεις των καλλιεργειών μεταξύ των δύο συστημάτων κατεργασίας του εδάφους. Συμπερασματικά, η μειωμένη εισροή ενέργειας, με την εφαρμογή της τεχνικής της ακαλλιέργειας, δίνει ικανοποιητικό οικονομικό πλεονέκτημα στις περισσότερες καλλιέργειες, συμβάλλοντας έτσι στην μείωση του κόστους παραγωγής των χονδροειδών ζωοτροφών.

Λέξεις κλειδιά: κριθάρι, μειωμένη κατεργασία, συγκαλλιέργεια, ψυχανθή

Εισαγωγή

Τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας συμβάλλουν σημαντικά στη διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους, καθώς και στη μείωση του κόστους παραγωγής, σε σύγκριση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας. Η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος κατεργασίας εξαρτάται από την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, την εποχή συγκομιδής της προηγούμενης καλλιέργειας, την ύπαρξη πολυετών ζιζανίων και τον όγκο των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας (Pittelkow κ.ά., 2015).

Στο συμβατικό σύστημα κατεργασίας του εδάφους, συνήθως πριν τη σπορά της καλλιέργειας, εφαρμόζεται άροση, σβάρνα και καλλιεργητής σε όλη την έκταση του αγρού. Αντιθέτως, στα μειωμένα συστήματα κατεργασίας εφαρμόζονται μόνο οι απολύτως αναγκαίες

εργασίες, για την προετοιμασία της σπορόκλίνης. Ιδιαίτερα, στο σύστημα της ακαλλιέργειας γίνεται κατεργασία μόνο του σημείου όπου θα σπαρθεί ο σπόρος (γραμμή σποράς), ενώ τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους και τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων πριν τη σπορά (Lithourgidis κ.ά., 2006).

Με την εφαρμογή επίσπορης καλλιέργειας εαρινών-χειμερινών σιτηρών και ψυχανθών, σε συνδυασμό με μειωμένη κατεργασία του εδάφους, επιτυγχάνεται διπλή παραγωγή ανά έτος, συνεχής εδαφοκάλυψη, μειωμένη διάβρωση και εμπλουτισμός του εδάφους σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία, περιορισμός της νιτρορύπανσης, μείωση εισροών, μειωμένο κόστος παραγωγής και επομένως αυξημένη τελική οικονομική πρόσοδος για τον παραγωγό (Lithourgidis κ.ά., 2005).

Σκοπός του πειράματος ήταν η εφαρμογή συστήματος αμειψισποράς με εναλλαγή εαρινών-χειμερινών ψυχανθών και σιτηρών μονοκαλλιεργειών και συγκαλλιεργειών, με εφαρμογή δύο συστημάτων κατεργασίας του εδάφους (συμβατική, ακαλλιέργεια), για να αξιολογηθεί η απόδοση των καλλιεργειών.

Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κατά την χρονική περίοδο από Απρίλιο 2014 έως και Μάιο 2015. Κατά την εαρινή καλλιεργητική περίοδο, έγινε εγκατάσταση τριών υβριδίων καλαμποκιού, δύο υβριδίων σόργου και τριών καθαρών σειρών σόγιας (Πίνακας 1) (Φυντανής κ.ά, 2014). Μετά την συγκομιδή των καλοκαιρινών καλλιεργειών, στα ίδια πειραματικά τεμάχια ακολούθησε η σπορά των χειμερινών. Συγκεκριμένα, σπάρθηκε κριθάρι, μπιζέλι, λούπινο, βίκος και ρεβίθι, ως μονοκαλλιέργειες, καθώς και τρία μίγματα κριθαριού με ψυχανθή (μπιζέλι, λούπινο, βίκος), ως συγκαλλιέργειες. Η πειραματική διάταξη που ακολουθήθηκε ήταν το σχέδιο των πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων (RCBD) με 3 επαναλήψεις ανά φυτικό είδος και ποικιλία σε 2 μεταχειρίσεις (συμβατική κατεργασία, ακαλλιέργεια), με στόχο τη συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσης των ειδών και των ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν.

Πίνακας 1. Ποικιλίες που καλλιεργήθηκαν στους πειραματικούς αγρούς τις δυο καλλιεργητικές περιόδους.

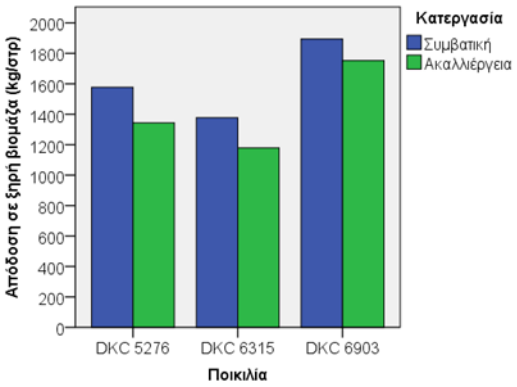
Εαρινές καλλιέργειες		**Χειμερινές καλλιέργειες**	
Είδος	**Ποικιλία**	**Είδος**	**Ποικιλία**
Καλαμπόκι	DKC 5276	Κριθάρι	Prestige
Καλαμπόκι	DKC 6315	Μπιζέλι	Όλυμπος
Καλαμπόκι	DKC 6903	Λούπινο	Multi Italia
Σόγια	Atlantic	Βίκος	Καλλιρόη
Σόγια	Shama	Ρεβύθι	Άνδρος
Σόγια	Sphera	Κριθάρι-Μπιζέλι	Prestige - Όλυμπος
Σόργο	N-52K1009	Κριθάρι-Λούπινο	Prestige - Multi Italia
Σόργο	Topsilo	Κριθάρι-Βίκος	Prestige - Καλλιρόη

Αποτελέσματα και συζήτηση

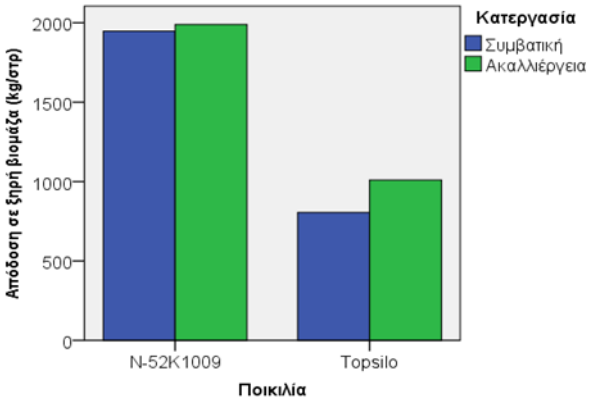
Το σύστημα καλλιέργειας που χρησιμοποιήθηκε είχε σημαντική επίδραση στην παραγωγική συμπεριφορά των εξεταζόμενων φυτικών ειδών και ποικιλιών κατά την εαρινή

καλλιέργεια. Τα υβρίδια DKC 5276 και DKC 6315 του καλαμποκιού έδωσαν υψηλότερες αποδόσεις στο συμβατικό σύστημα διαχείρισης (Σχήμα 1). Το υβρίδιο DKC-6903 του καλαμποκιού είχε εξίσου καλή παραγωγική συμπεριφορά και στα δύο συστήματα καλλιέργειας, ξεπερνώντας σε συνθήκες ακαλλιέργειας την απόδοση των δύο άλλων υβριδίων.

Οι αποδόσεις των υβριδίων του σόργου, καθώς και των τριών καθαρών σειρών της σόγιας (Σχήματα 2, 3), σε συνθήκες ακαλλιέργειας, ξεπέρασαν τις αποδόσεις των αντίστοιχων υβριδίων και καθαρών σειρών της συμβατικής καλλιέργειας.

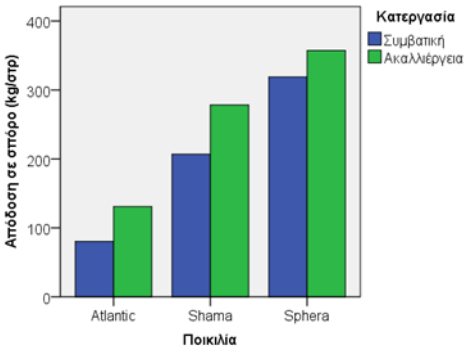


Σχήμα 1. Αποδόσεις σε βιομάζα τριών υβριδίων καλαμποκιού, σε δύο συστήματα κατεργασίας του εδάφους.



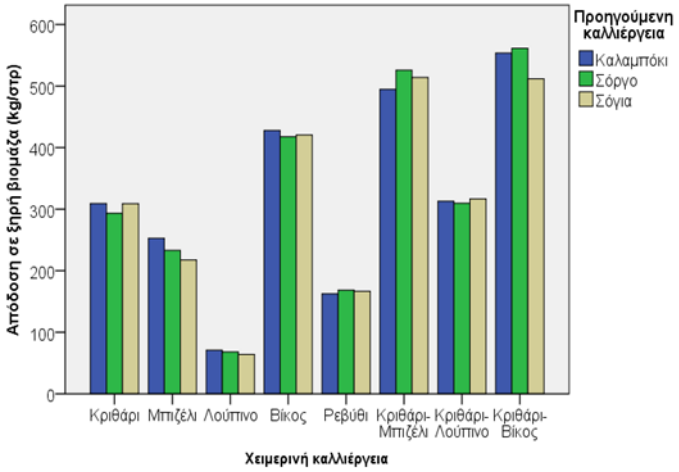
Σχήμα 2. Επίδραση της κατεργασίας εδάφους στην απόδοση σε ξηρή βιομάζα δύο υβριδίων σόργου.

Το υβρίδιο του σόργου N-52K1059 και η καθαρή σειρά της σόγιας Sphera έδωσαν υψηλότερες αποδόσεις σε σύγκριση με υβρίδιο Topsilo και τις άλλες καθαρές σειρές σόγιας, αντίστοιχα και στα δύο συστήματα κατεργασίας του εδάφους. Από τα αποτέλεσμα φαίνεται ότι παρόλο που παρατηρούνται διαφορές στις αποδόσεις μεταξύ των γενοτύπων, οι υψηλο-αποδοτικοί γενότυποι αντιδρούν θετικά και στα δύο συστήματα καλλιέργειας (Houx κ.ά., 2014; Messiga κ.ά., 2012).



Σχήμα 3. Επίδραση της κατεργασίας εδάφους στην απόδοση σε σπόρο τριών καθαρών σειρών σόγιας.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η απόδοση των χειμερινών καλλιεργειών επηρεάστηκε από το φυτικό είδος της προηγούμενης εαρινής καλλιέργειας (Σχήμα 4), ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις αποδόσεις των καλλιεργειών μεταξύ των δύο συστημάτων κατεργασίας του εδάφους. Την υψηλότερη απόδοση σε βιομάζα έδωσε η συγκαλλιέργεια του κριθαριού με το βίκο, ακολουθούμενη από τη συγκαλλιέργεια κριθάρι-μπιζέλι και τη μονοκαλλιέργεια του βίκου.



Σχήμα 4. Επίδραση της προηγού-μενης καλλιέργειας στην απόδοση σε ξηρή βιομάζα των πέντε χειμερινών καλλιεργειών και τριών συστημάτων συγκαλλιέργειας.

Συμπερασματικά, σε αρκετές καλλιέργειες που αξιολογήθηκαν η εφαρμογή της τεχνικής της ακαλλιέργειας, δίνει υψηλές αποδόσεις και ένα σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα λόγω της μειωμένης εισροής ενέργειας, συμβάλλοντας έτσι στην μείωση του κόστους παραγωγής των χονδροειδών ζωοτροφών.

Βιβλιογραφία

Houx JH, Wiebold WJ, Fritschi FB, 2014. Rotation and tillage affect soybean grain composition, yield, and nutrient removal. Field Crops Research 164:12-21.

Lithourgidis AS, Tsatsarelis CA, Dhima KV, 2005. Tillage effects on corn emergence, silage yield, and Labor and fuel inputs in double cropping with wheat. Crop Science 45 (6): 2523-2528.

Lithourgidis A.S., K.V. Dhima, C.A. Damalas, I.B. Vasilakoglou and I.G. Eleftherohorinos. 2006. Tillage effects on wheat emergence and yield at varying seeding rates, and on labor and fuel consumption. Crop Science 46: 1187-1192.

Messiga AJ, Ziadi N, Morel C, Grant C, Parent LE, 2012. Reduced tillage, mulching and rotational effects on maize (*Zea mays* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* (Walp) L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) yields under semi-arid conditions. Field Crops Research, 132: 139-148.

Pittelkow CM, Linquist BA, Lundy ME, Liang X, van Kessel C, 2015. When does no-till yield more? A global meta-analysis. Field Crops Research, 183: 156-168.

Φυντανής Α, Κραβαρίτου Ε, Μαυρομάτης Α, Γέμπτος Θ, Στεφανίδου Ρ, Δόρδας Χ, Λιθουργίδης Α, 2014. Επίδραση της απευθείας σποράς στον πληθυσμό των ζιζανίων και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά καλαμποκιού, σόργου και σόγιας. Περιλήψεις εργασιών, 15ου Συνεδρίου ΕΕΕΓΒΦ, Λάρισα 15-17 Οκτωβρίου: 142 σελ.

CROP ROTATION OF WINTER-SPRING LEGUMES AND CEREALS IN TWO TILLAGE SYSTEMS

C. Dordas[1], A. Fintanis[2], A. Lithourgidis[3], A. Mavromatis[2], T. Gemptos[4], R. Stefanidou[5]

[1]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Agriculture, Laboratory of Agronomy, 54124 Thessaloniki, Greece email: chdordas@agro.auth.gr
[2]Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Agriculture, Laboratory of Genetics and Plant Breeding - 54124 Thessaloniki, Greece
[3]Farm of Aristotle University of Thessaloniki, 57001 Thermi, Greece
[4]University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment (DACPRE), Laboratory of Agricultural Engineering, Volos, Greece
[5] K &N Eythimiadis

At the University farm of Aristotle University of Thessaloniki, a two year rotation system was used with alternating winter and spring legumes and cereal crops, by applying conventional tillage and no tillage system to evaluate the yield of the individual crops. During the first growing season (spring 2014) three corn hybrids, three sorghum hybrids and three inbred lines of soybean were grown. Then, following the harvest of summer crops (autumn 2014) monocultures of barley, field pea, lupine, common vetch, and chickpea and intercrops of barley and legumes (field pea, lupine, common vetch). In all hybrids of maize the biomass yield was higher at the conventional tillage system. In contrast, in most cases the biomass yield of sorghum and of soybean in grain yield were lower in the conventional tillage systems compared with the yield of the respective cultivars in no tillage system. The highest biomass yield was found in the intercrop of barley with common vetch and was followed by the intercrop of barley with field pea and there were no differences in the yield of the crops between the two tillage systems. In conclusion, the reduced energy input with the application of no tillage system gives the economic advantage for all crops, thus contributing to the reduction of production cost of animal feed.

Key words: barley, intercropping, legumes, reduce tillage

«ΛΗΜΝΟΣ», ΜΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Ε. Κορπέτης, Κ. Μπλαδενόπουλος

ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, 57001 Θέρμη

Η ΛΗΜΝΟΣ (Γ-5770) είναι μία παραδοσιακή, παραγωγική ποικιλία σκληρού σιταριού του Ινστιτούτου Καλλιτερεύσεως Φυτών, το οποίο το 1961 μετονομάστηκε σε Ινστιτούτο Σιτηρών και το 2015 σε Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων. Η ποικιλία ΛΗΜΝΟΣ δημιουργήθηκε με επιλογή στον τοπικό πληθυσμό της Ραιδεστού (Ανατολική Θράκη) ΑκΜπασσάκ (Ασπρόσταχυς). Σύμφωνα με τον δημιουργό της, τον ακαδημαϊκό Ιωάννη Παπαδάκη (1903-1996), είναι βελτιωμένο ΑκΜπασσάκ. Την πρότεινε για καλλιέργεια στην Βορειοανατολική Ελλάδα.και την εισήγαγε στην εγχώρια σποροπαραγωγή το 1932. Η ΛΗΜΝΟΣ πρέπει να σπέρνεται πρώιμα γιατί είναι ποικιλία μεγάλου βιολογικού κύκλου, εμφανίζει πλούσιο αδέλφωμα και ωριμάζει όψιμα. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην αζωτούχο λίπανση, γιατί πλαγιάζει εύκολα. Παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή στους χειμερινούς και εαρινούς παγετούς. Συνιστάται σε μεσογόνιμα, αλλά και περισσότερο φτωχά εδάφη που δεν κρατούν πολλή υγρασία, σε περιοχές σχετικά ψυχρές, στα βόρεια της Θεσσαλίας, στα νησιά του Βορείου Αιγαίου και γενικά στη Βορειοανατολική Ελλάδα.Έχει στάχυ λευκό, με λευκά άγανα και μεγάλους υαλώδεις σπόρους. Έχει καλή αρτοποιητική ικανότητα, αλλά παράγει κακής ποιότητας ζυμαρικά. Παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και κατατάσσεται στις ποικιλίες ανώτερης ποιότητας (ΙΣd>700, όπου ΙΣd αριθμός ποιότητας σκληρού σιταριού που εισήγαγε το Ινστιτούτο Σιτηρών).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ AMINO 16 ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΣΤΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΠΝΟΥ ΚΑΤΕΡΙΝΗ ΚΑΙ ΒΙΡΤΖΙΝΙΑ

Ε. Νιάνιου-Ομπεϊντάτ[1*], Π. Μαδέσης[2], Χ. Παπαμάνθου[3] , Χ. Συμεωνίδης[3], Γ. Μενεξές[1]

[1] Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών, ΑΠΘ, mail: nianiou@agro.auth.gr
[2] Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών, 6ο χλμ. οδού Χαριλάου – Θέρμης, 57001 Θέρμη, Θεσσαλονίκη
[3] ΚΑΠΝΙΚΗ Α. ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ ΑΕ και ΕΒΥΠ ΕΕ

Η καλλιέργεια του καπνού είναι από τις σημαντικότερες στην Ελλάδα με σταθερή ζήτηση στις διεθνείς αγορές. Η σημερινή αγορά των γεωργικών προϊόντων απαιτεί την παραγωγή προϊόντων με σταθερά ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του σκευάσματος αμινοξέων Amino16 στην ευρωστία και την αντοχή σε ασθένειες του εδάφους, των φυτών καπνού Κατερίνης και Βιρτζίνια σε καλλιέργεια μειωμένων εισροών. Επίσης, μελετήθηκε και η επίδραση του Amino16 σε συνδυασμό με βάκιλο (Bt) για την αντιμετώπιση του πράσινου σκουληκιού στον αγρό. Κατά την παραγωγή των φυτών στα σπορεία και στο σύστημα επίπλευσης εφαρμόστηκαν πέντε επεμβάσεις φυτοπροστατευτικών ουσιών σε διαφορετικές συγκεντρώσεις και συνδυασμούς με ή χωρίς το Amino 16. Εκτιμήθηκε το μήκος του βλαστού και της ρίζας και τα έγινε στατιστική επεξεργασία των στοιχείων. Επίσης μετρήθηκε ο αριθμός και το ποσοστό (%) των προσβλημένων φυτών/εφαρμογή και η χρονική εξέλιξη της προσβολής (%) του πράσινου σκουληκιού εντός κάθε μεταχείρισης. Η χρήση του Amino16, σε συνδυασμό με τις φυτοπροστατευτικές ουσίες έδειξε ότι το Amino16 συμβάλλει στην παραγωγή εύρωστων φυτών στα σπορεία και στο σύστημα επίπλευσης, με πλούσιο ριζικό σύστημα και παρέχει τη δυνατότητα αυξημένης προστασίας των φυτών με μειωμένη χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών. Τα φυτά της επέμβασης Amino16 με ½ δόση γεωργικών φαρμάκων παρουσίασαν μεγαλύτερο μήκος βλαστού και ρίζας και διέφεραν σημαντικά από τον μάρτυρα με αποτέλεσμα να αποτελούν και την οικονομικότερη μεταχείριση εφαρμογής η οποία κρίνεται και ως η καταλληλότερη λύση και για τις δύο ποικιλίες και τα δυο συστήματα. Επιπρόσθετα, μεγάλη συμβολή φάνηκε να έχει ο συνδυασμός Amino16 με βάκιλο στην καταπολέμηση του πράσινου σκουληκιού, αφού έδειξε ότι αυξάνει την αποτελεσματικότητα και την διάρκεια της δράσης του σε σχέση με το μάρτυρα μειώνοντας την προσβολή στις ποικιλίες Κατερίνη και Βιρτζίνια κατά 32,8% και 39,7%, αντίστοιχα.

«*ΚΙΔΡΟΣ*» - ΝΕΑ ΕΓΧΡΩΜΗ ΜΕ ΕΡΥΘΡΗ ΣΑΡΚΑ ΚΑΙ ΧΥΜΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΙΜΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Γ. Ουζουνίδου[3], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Γ.Δασκαλάκης[4], Μ. Μετάφα[3]

[1] «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου,Τμήμα Αμπέλου Αθηνών, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.e-mail: panzamanidis@yahoo.gr
[2] Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, 24 100 Αντικάλαμος, Καλαμάτα.
[3] «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προιόντων,Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.
[4]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Ιερά Οδός 75 , 11855, Βοτανικός, Αττική

Περίληψη

Η νέα έγχρωμη με ερυθρή σάρκα και χυμό ποικιλία «Κίδρος» δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού στο Ινστιτούτο Αμπέλου Αθηνών, το 2009. Προήλθε από τη διασταύρωση της νέας ελληνικής ποικιλίας «Στέλιος Καζαντζίδης» («*Bakuri*» x Alicant Bushe)με την γαλλική ποικιλία «*Cabernet Sauvignon*». Η χρονική διάρκεια από την έκπτυξη οφθαλμού μέχρι τον τρυγητό της ποικιλίας είναι 146-155 ημέρες. Η ποικιλία «Κιδρος» είναι πολύ πρώιμη. Με φύτευση μοσχευμάτων ή εμβολιασμένων φυτών τα φυτά ανθίζουν και παράγουν σταφύλια, στο δεύτερο έτος από τη φύτευση. Η ποικιλία «Κιδρος» με βάση τα αμπελογραφικά και φυσιολογικά της χαρακτηριστικά κατατάσσεται στην ομάδα ποικιλιών convarietas pontica Neqr. Η ποικιλία αυτή έχει μεγάλη ανθεκτικότητά στο ψύχος, την ξηρασία και τις μυκητολογικές ασθένειες συγκριτικά με ποικιλίες *Vitis Vinifera*. Η ποικιλία προορίζεται για την παραγωγή ερυθρών, ξηρών, αφρωδών, και γλυκών οίνων ανώτερης ποιότητας, καθώς και χυμών με πολύ βαθύ χρώμα.

Λέξεις κλειδιά: υβριδισμός, νεαρός βλαστός, φύλλα, ταξιανθία, ράγα, σταφυλή, γίγαρτα

Εισαγωγή

Η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει προκαλέσει τεράστιες αλλαγές, τόσο περιβαλλοντικές, όσο και κοινωνικού-οικονομικού χαρακτήρα. Για να αντιμετωπισθούν οι νέες περιβαλλοντικές συνθήκες πρέπει να δημιουργηθούν καινούργιες ποικιλίες για την καλύτερη προσαρμογή σε ακραίες και ήπιες συνθήκες του μικροκλίματος της περιοχής. Η καταλληλόλητα της ποικιλίας αποτελεί ένα σοβαρό παράγοντα για καινοτόμες καλλιεργητικές τεχνολογίες, όπως μηχανοποίηση κλαδέματος, κορυφολογήματος, άρδευσης, χρήση λιπασμάτων, ενεργών φυσιολογικών ουσιών και συγκομιδή σοδειάς κ.α. (Poehman 1979). Υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία των ερυθρών οινοποιήσιμων ποικιλιών (Βλάχος 1986, Ζαμανίδης 2005, Σταύρακας 2010). Από την ποικιλία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η απόδοση και η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, καθώς και η βιωσιμότητα της παραγωγικής μονάδας, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον. Οι πολυετείς αμπελογραφικές μελέτες της τράπεζας γενετικού υλικού έδειξαν, ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία των ερυθρών οινοποιήσιμων ποικιλιών. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι ποικιλίες με ερυθρή σάρκα και χυμό, που δίνουν έντονα ερυθρούς οίνους, παγκοσμίως είναι περιορισμένες και βασικά εκπροσωπούνται

από την ποικιλία Alicante Boushet (με συνώνυμο το «Μαυρούδι») (Βλάχος 1986, Ζαμανίδης 2005, Σταύρακας 2010). Οι έντονα έγχρωμοι οίνοι περιέχουν φαινολικές ενώσεις με υψηλή βιολογική δραστηριότητα και πλούσια θρεπτική αξία. Μια από τις κύριες αντιοξειδωτικές ουσίες, που περιέχεται στον ερυθρό οίνο (2,0- 2,5 mg ανά φιάλη) είναι η ένωση ρεσβερατρόλη (Negroul 1959). Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία νέας οινοποιήσιμης ποικιλίας με ερυθρή σάρκα και χυμό, προσαρμοσμένη στις Μεσογειακές συνθήκες, για παραγωγή οίνων με έντονα βαθύ χρώμα και άρωμα.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα έγινε στο Ινστιτούτο Αμπέλου Αθηνών, το οποίο βρίσκεται στο ΒΑ τμήμα του Ν. Αττικής. Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό. Το ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται από 350 έως 600 mm το χρόνο με τις βροχές να επικρατούν κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι απόλυτες υψηλές θερμοκρασίες φτάνουν έως τους +46 °C (2007), ενώ οι κρίσιμες για το αμπέλι θερμοκρασίες (+40 °C και άνω) σημειώνονται σχεδόν κάθε χρόνο με ταυτόχρονη παρουσία δυνατών ανέμων (Μετεωρολογικός Σταθμός Κηφισιάς). Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μελέτη γενετικού υλικού της Εθνικής Τράπεζας Αμπέλου του Ινστιτούτου, η οποία περιλαμβάνει περισσότερες από 800 ποικιλίες και είναι η μεγαλύτερη στα Βαλκάνια (Βλάχος 1986, Ξυνιάς 2004, Ζαμανίδης 2005, Σταυρακάκης 2010, Σταύρακας 2010). Η γενετική βελτίωση με τη μέθοδο του υβριδισμού έγινε στο Τμήμα Αμπέλου Αθηνών όπου έγινε η επιλογή γονέων για διασταυρώσεις. Στη μέθοδο υβριδισμού περιλαμβάνεται ο ευνουχισμός της μητρικής ποικιλίας, η απομόνωση ευνουχισμένου άνθους με ειδική χάρτινη συσκευασία, συγκομιδή γύρης πατρικής ποικιλίας και επικονίαση. Έγινε συγκομιδή σταφυλιών, στρωμάτωση γιγάρτων, φύτευση γιγάρτων και καλλιέργεια υβριδικών σπορόφυτων (Ξυνιάς 2004). Τέλος, πραγματοποιήθηκε η μελέτη και η επιλογή των καλύτερων σπορόφυτων για υποψήφιες ποικιλίες (Ζαμανίδης 2004, Vaviliov 1987). Η νέα έγχρωμη, με ερυθρή σάρκα και χυμό ποικιλία «Κίδρος» δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού στο Ινστιτούτο Αμπέλου Αθηνών, το 2009. Προήλθε από τη διασταύρωση της νέας ελληνικής ποικιλίας «Στέλιος Καζαντζίδης» («*Bakuri*» x Alicant Bushe) με την γαλλική ποικιλία «*Cabernet Sauvignon*». Δημιουργός της νέας ποικιλίας είναι ο ερευνητής Π. Ζαμανίδης. Το 2011 από το μητρικό φυτό της ποικιλίας «*Κίδρος*» ετοιμάστηκαν κληματίδες, οι οποίες εμβολιάστηκαν σε είκοσι αμερικάνικα υποκείμενα R110 με σχέδιο φύτευσης 2,20x1m στο κτήμα. Η καλλιέργεια της ποικιλίας έγινε σε γραμμικό σχήμα μονόπλευρα royat και ύψος κορμού 0,80m. Η καλλιέργεια της νέας ποικιλίας (κατεργασία εδάφους, κλάδεμα, λίπανση, άρδευση, καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών) γινόταν με την εφαρμογή των καθιερωμένων πρωτοκόλλων (Winkler 1974).

Από το 2009 λαμβάνονται παρατηρήσεις για την περιγραφή μορφολογικών χαρακτηριστικών, της απόδοσης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών,της ανθεκτικότητας ως προς ασθένειες, εχθρούς, ξηρασίας και υψηλών θερμοκρασιών της νέας ποικιλίας και της κωδικοποίησης αυτών (οι αριθμοί αναγράφονται στην παρένθεση), σύμφωνα με την μεθοδολογία της Διεθνούς Οργάνωσης Αμπέλου και Οίνου (2001, 2013) (Vaviliov 1987, Negroul 1959, OIV 2001).

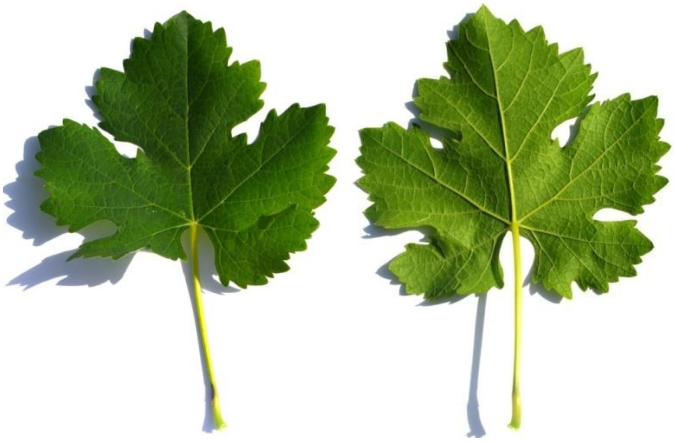
Αποτελέσματα- Συζήτηση

Η χρονική διάρκεια από την έκπτυξη οφθαλμού μέχρι τον τρυγητό της ποικιλίας είναι 146-155 ημέρες (629- 6). Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η κορυφή νεαρού βλαστού της ποικιλίας

Κίδρος. Η κορυφή του νεαρού βλαστού είναι κλειστή (001-1). Η κατανομή ανθοκυανικής χρώσης της κορυφής του νεαρού βλαστού είναι περιφερειακή (002-2).Η ένταση ανθοκυανικής χρώσης της κορυφής είναι μέτρια (003-5). Η πυκνότητα ερπόντων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι έντονη (004-7). Η πυκνότητα όρθιων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι ασθενής (005-3). Η διάταξη της βλάστησης είναι όρθια (006-1). Η ανάπτυξη των βλαστών της ποικιλίας είναι ισχυρή (2,1 – 3,0 m (351- 7). Η ξυλοποίηση κληματίδας είναι πολύ υψηλή (95% και πάνω) (604- 9). Ο αριθμός των σταφυλιών στο βλαστό κυμαίνεται από 2,1 έως 3,0 (153-3).

Εικ.1. Κορυφή νεαρού βλαστού της ποικιλίας Κίδρος.

Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται το διαμορφωμένο φύλλο της ποικιλίας Κίδρος. Το μέγεθος ελάσματος του ώριμου φύλλου είναι μέτριο (065-5). Το σχήμα ελάσματος του φύλλου είναι κυκλικό (067-4). Ο αριθμός λοβών του ελάσματος είναι πέντε (068-3).



Εικ.2. Διαμορφωμένο φύλλο της ποικιλίας Κιδρός.

Το χρώμα του ελάσματος της πάνω επιφάνειας του φύλλου είναι μέτρια πράσινο (069-5). Το σχήμα του μισχικού κόλπου είναι ανοιχτό (079-3). Η ανάπτυξη των βλαστών είναι ισχυρή (2,1 – 3,0 m) (351-7). Το ποσοστό των καρποφόρων βλαστών είναι πάνω από 95%. Η παραγωγή είναι μεγάλη, 2-3 t/στρ (504-9). Τα άνθη μορφολογικά και φυσιολογικά είναι ερμαφρόδιτα (151- 3).

Στις εικόνες 3, 4 και 5 παρουσιάζονται η ταξιανθία, το σταφύλι, οι ράγες και τα γίγαρτα της ποικιλίας Κίδρος. Το μέγεθος της σταφυλής είναι μεσαίο (202-5),με σχήμα κωνικό (208-2),

με φτερό και μέτρια πυκνότητα (204-5). Το μήκος της σταφυλής είναι 20cm,το πλάτος 17cm, το μήκος μίσχου σταφυλής 2cm και το μήκος μίσχου της ράγας 0,6cm.Το μέσο βάρος της σταφυλής είναι 340g (502-5). Το μέγεθος της ράγας είναι μέτριο (220- 5),σφαιρικού σχήματος (223- 2), διαμέτρου 1,4cm, βάρους 1,3g, χρώματος κυανομελανού (225- 6), με κέρινη ανθηρότητα (227- 7). Ο αριθμός γιγάρτων είναι 2 ανά ράγα (623- 7).Ο φλοιός είναι παχύς με μεγάλη αντοχή. Η σάρκα και το γλεύκος της ποικιλίας είναι έγχρωμα (236-5), με ιδιαίτερο άρωμα του πράσινου πιπεριού. Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα είναι πολύ υψηλή, με ποσοστό που ξεπερνά το 24% (505- 9). Η ποικιλία «Κίδρος» είναι πολύ πρώιμη. Με φύτευση μοσχευμάτων ή εμβολιασμένων φυτών στο δεύτερο έτος από τη φύτευση, τα φυτά ανθίζουν και παράγουν σταφύλια. Η ποικιλία «Κίδρος» με βάση τα αμπελογραφικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της κατατάσσεται στην ομάδα ποικιλιών convarietas pontica Neqr. Η ποικιλία αυτή έχει μεγάλη ανθεκτικότητα στο ψύχος, την ξηρασία και τις μυκητολογικές ασθένειες συγκριτικά με ποικιλίες Vitis vinifera. Η ποικιλία προορίζεται για την παραγωγή ερυθρών, ξηρών, αφρωδών και γλυκών οίνων ανώτερης ποιότητας, καθώς και χυμών με πολύ βαθύ χρώμα.

Εικ.3-4-5. Ταξιανθία, σταφύλι, ράγες και γίγαρτα της ποικιλίας Κίδρος.

<u>Βιβλιογραφία</u>

Βλάχος Μ. 1986. Αμπελογραφία,Εκδόσεις Α.Π.Θ.

Ξυνιάς Ι. 2004. Βελτίωση Φυτών. Εργαστηριακές ασκήσεις. Εκδόσεις Εμβρυο.

Ζαμανίδης, Π. 2005. Η οικογένεια της αμπέλου (*Vitaceae JussVittisTournef*). Γεωργία – Κτηνοτροφία 3: 22-26.

Σταυρακάκης Μ. 2010. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Τροπή.

ΣταύρακαςΔ. 2010. Αμπελογραφία, Εκδόσεις Ζήτη.

Poehman J. M. 1979. Breeding field crops. AVI Publishimg Company, INC, Westport, Connecticut.

Vaviliov, N. J. 1987. The theoretical background of Genetics. Moscow, Science Publications, 169p (στα Ρωσικά).

Winkler et al. 1974. General Viticulture. University of California Press Ltd. London England.

Zamanidis P., Troshin L. P. and Isachkin A. V. 2012. "Professor Davidis"- The New Black Berry High Quality Wine Grape with Colored Pulp an s Juice (http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/62.pdf)

Negroul, A. M. 1959. Viticulture from the ampelographical and genetical point of view. Moscow (στα Ρωσικά).

OIV.2001. Codes des caracteres des criptifs des varieties et especes de Vitis. Website http://www.oiv.int.

«ΡΙΣΛΙΝΚ ΕΛΛΑΣ» - ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΛΕΥΚΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΙΜΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Ε. Βαβουλίδου[3], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[4], Μ. Μετάφα[5]

[1] «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου,Τμήμα Αμπέλου Αθηνών, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική. e-mail: panzamanidis@yahoo.gr
[2] Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελλοπονήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, 24 100 Αντικάλαμος, Καλαμάτα.
[3]«ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.
[4]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Ιερά Οδός 75 , 11855, Βοτανικός, Αττική.
[5] «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων,Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.

Περίληψη

Στη παρούσα εργασία παρουσιάζεται η νέα ελληνική αρωματική και παραγωγική ποικοιλία «Ρίσλινκ Ελλάς», η οποία δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού στο Ινστιτούτο Αμπέλου Αθηνών το 2008. Προήλθε από τη διασταύρωση της γηγενούς ελληνικής ποικιλίας «Σαββατιανό» με την γερμανική ποικιλία της «*Riesling rhine*». Δημιουργός της νέας ποικιλίας είναι ο ερευνητής Π. Ζαμανίδης. Τα χαρακτηριστικά της νέας ποικιλίας είναι τα εξής: Η χρονική διάρκεια από την έκπτυξη οφθαλμού μέχρι τον τρυγητό της ποικιλίας είναι 146-155 ημέρες. Η απόδοση της είναι μεγάλη, 2-3 t/στρ. Η σάρκα και το γλεύκος της ποικιλίας είναι χυμώδες, με ιδιαίτερο άρωμα που θυμίζει τη ποικιλία «*Riesling rhine*». Με φύτευση μοσχευμάτων ή εμβολιασμένων φυτών τα φυτά ανθίζουν και δίνουν σταφύλια στο τρίτο έτος από τη φύτευση. Η ποικιλία «Ρίσλινκ Ελλάς» με βάση τα αμπελογραφικά και φυσιολογικά της χαρακτηριστικά κατατάσσεται στην ομάδα ποικιλιών convarietas pontica Neqr. Η ποικιλία αυτή έχει μεγάλη ανθεκτικότητά στο ψύχος, την ξηρασία και τις μυκητολογικές ασθένειες συγκριτικά με ποικιλίες *Vitis Vinifera*. Η ποικιλία προορίζεται για την παραγωγή λευκών, ξηρών, αφρωδών, και γλυκών οίνων ανώτερης ποιότητας καθώς και αρωματικών χυμών.

Εισαγωγή

Η δημιουργία με τη μέθοδο υβριδισμού νέων υψηλής ποιότητας παραγωγικών, προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες, ανθεκτικές σε ασθένειες και έντομα ποικιλίες αμπέλου αποτελεί μόνιμο και αναγκαίο μέλημα της αμπελουργίας παγκοσμίως. Η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει προκαλέσει τεράστιες αλλαγές, τόσο περιβαλλοντικές, όσο και κοινωνικού-οικονομικού χαρακτήρα. Για να αντιμετωπισθούν οι νέες περιβαλλοντικές συνθήκες πρέπει να δημιουργηθούν καινούργιες ποικίλες για την καλύτερη προσαρμογή σε ακραίες και ήπιες συνθήκες του μικροκλίματος της περιοχής. Από την ποικιλία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η απόδοση και η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος καθώς και η βιωσιμότητα της παραγωγικής μονάδας, χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον. Οι πολυετείς αμπελογραφικές μελέτες γενετικού υλικού έδειξαν ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία των λευκών οινοποιήσιμων ποικιλιών (1-3,5). Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι οι λευκές οινοποιήσιμες αρωματικές ποικιλίες, που δίνουν έντονα αρωματικούς οίνους, παγκοσμίως είναι περιορισμένες και βασικά εκπροσωπούνται από την ποικιλία «Traminer», «Chardonett»,

«Vinion» «Risling» «Chevignon white» (1, 3-5). Οι λευκοί οίνοι είναι εκ φύσεως πολύ ποιοτικοί και έχουν μεγάλη ζήτηση. Στη παρούσα εργασία παρουσιάζεται η νέα ελληνική αρωματική και παραγωγική ποικιλία «Ρίσλινκ Ελλάς»,η οποία δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού στο Ινστιτούτο Αμπέλου Αθηνών το 2008.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα έγινε στο Ινστιτούτο Αμπέλου Αθηνών, το όποιο βρίσκεται στο ΒΑ τμήμα του Ν. Αττικής. Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό. Το ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται από 350 έως 600 mm το χρόνο με τις βροχές να επικρατούν κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι απόλυτες υψηλές θερμοκρασίες φτάνουν έως τους +46 °C (2007), ενώ οι κρίσιμες για το αμπέλι θερμοκρασίες (+40 °C και άνω) σημειώνονται σχεδόν κάθε χρόνο με ταυτόχρονη παρουσία δυνατών ανέμων (12). Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μελέτη γενετικού υλικού της Εθνικής Τράπεζας Αμπέλου του Ινστιτούτου, η οποία είναι η μεγαλύτερη στα Βαλκάνια (1-5). Στη συνέχεια επιλέχθηκαν οι γονείς για τη διασταύρωση. Στη μέθοδο υβριδισμού περιλαμβάνεται ο ευνουχισμός της μητρικής ποικιλίας, η απομόνωση ευνουχισμένου άνθους με ειδική χάρτινη συσκευασία, η συγκομιδή γύρης της πατρικής ποικιλίας και η επικονίαση. Η μελέτη ποικιλιών της συλλογής, η επιλογή ποικιλιών γονέων για διασταυρώσεις, η πρακτική εφαρμογή διασταυρώσεων (ευνουχισμός, προφύλαξη ταξιανθιών, συλλογή γύρης, γονιμοποίηση), η συλλογή υβριδικών σπόρων, η φύτευση σπόρων, η καλλιέργεια και μελέτη σπορόφυτων, η επιλογή και μελέτη υποψήφιων ποικιλιών πραγματοποιήθηκαν με παραδοσιακή μέθοδο (Vaviliov 1987, Negroul 1946-1984). Η ποικιλία προήλθε από τη διασταύρωση της γηγενούς ελληνικής ποικιλίας «Σαββατιανό» με την γερμανική ποικιλία της «*Riesling rhine*». Δημιουργός της νέας ποικιλίας είναι ο ερευνητής Π. Ζαμανίδης. Η μελέτη και περιγραφή της νέας ποικιλίας πραγματοποιήθηκε με τις μεθόδους του Διεθνούς Οργανισμού Αμπέλου και Οίνου (OIV 2013).

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Η χρονική διάρκεια από την έκπτυξη οφθαλμού μέχρι τον τρυγητό της ποικιλίας είναι 146-155 ημέρες (629- 6). Η κορυφή του νεαρού βλαστού είναι κλειστή (001-1). Η κατανομή ανθοκυανικής χρώσης της κορυφής του νεαρού βλαστού είναι περιφερειακή (002-2). Η ένταση ανθοκυανικής χρώσης της κορυφής είναι ασθενής (003-3). Η πυκνότητα ερπόντων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι μέτρια (004-5). Η πυκνότητα όρθιων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι ασθενής (005-3). Η διάταξη της βλάστησης είναι όρθια (006-1). Η ανάπτυξη των βλαστών της ποικιλίας είναι ισχυρή (2,1 – 3,0 m (351- 7).

Η ξυλοποίηση κληματίδας είναι πολύ υψηλή (95% και πάνω) (604- 9). Ο αριθμός των σταφυλιών στο βλαστό είναι από 2,1 έως 3,0 (153-3). Το μέγεθος ελάσματος του ώριμου φύλλου είναι μέτριο (065-5). Το σχήμα του ελάσματος του φύλλου είναι σφηνοειδές (067-1). Ο αριθμός λοβών του ελάσματος είναι 0 (068-1). Το χρώμα του ελάσματος της πάνω επιφάνειας του φύλλου είναι μέτρια πράσινο (069-5). Το σχήμα του μισχικού κόλπου είναι ανοιχτό (079-3).

Εικ.1-2. Κορυφή νεαρού βλαστού της ποικιλίας Ρίσλινκ Ελλας

Εικ.3-4. Διαμορφωμένο φύλλο της ποικιλίας Ρίσλινκ Ελλάς

Η ανάπτυξη των βλαστών είναι ισχυρή (2,1 – 3,0 m) (351- 7). Η ξυλοποίηση της κληματίδας είναι πολύ υψηλή (604- 9). Το ποσοστό των καρποφόρων βλαστών είναι πάνω από 95%. Η παραγωγή είναι μεγάλη, 2-3 t/στρ (504- 9). Τα άνθη μορφολογικά και φυσιολογικά είναι ερμαφρόδιτα (151- 3).

Το μέγεθος της σταφυλής είναι μεσαίο (202- 5), με σχήμα κωνικό (208- 2) με 3-4 φτερά και μέτρια πυκνότητα. Το μήκος της σταφυλής είναι 21cm, το πλάτος του 16cm, το μήκος μίσχου σταφυλής 4cm και το μήκος μίσχου της ράγας 0,6cm. Το μέσο βάρος της σταφυλής είναι 290g. Το μέγεθος της ράγας είναι ψηλό, σφαιρικού σχήματος (223- 2), διαμέτρου 0,9cm, βάρους 1g, χρώματος κιτρινοπράσινου (225- 1), με κέρινη ανθηρότητα (227- 7). Ο αριθμός των γιγάρτων είναι 2-3 ανά ράγα (623- 7). Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος με μεγάλη αντοχή (228- 5) Η σάρκα και το γλεύκος της ποικιλίας είναι χυμώδες, με ιδιαίτερο άρωμα που θυμίζει την ποικιλία «Riesling rhine».. Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα είναι πολύ υψηλή, με ποσοστό που ξεπερνά το 24% (505- 9). Η ποικιλία «Ρίσλινκ Ελλάς» δίνει νωρίς την πρώτη παραγωγή. Με φύτευση μοσχευμάτων ή εμβολιασμένων φυτών στο τρίτο έτος από τη φύτευση,τα φυτά ανθίζουν και δίνουν σταφύλια. Η ποικιλία «Ρίσλινκ Ελλάς»με βάση τα

αμπελογραφικά και φυσιολογικά της χαρακτηριστικά κατατάσσεται στην ομάδα ποικιλιών convarietas pontica Neqr. Η ποικιλία αυτή έχει μεγάλη ανθεκτικότητά στο ψύχος, την ξηρασία και τις μυκητολογικές ασθένειες συγκριτικά με ποικιλίες *Vitis*.

Εικ.5-6-7. Ταξιανθία σταφύλι, ράγες και αγίγαρτα της ποικιλίας Ρίσλινκ Ελλας

Βιβλιογραφία

Βλάχος Μ. 1986. Αμπελογραφία Εκδόσεις Α.Π.Θ.

Ξυνιάς Ι. 2004. Βελτίωση Φυτών. Εργαστηριακές ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο

Ζαμανίδης, Π. 2005. Η οικογένεια της αμπέλου (*Vitaceae Juss Vittis Tournef*) . Γεωργία – Κτηνοτροφία 3: 22-26.

Σταυρακάκης Μ. 2010. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Τροπή

Σταύρακας Δ. 2010. Αμπελογραφία Εκδόσεις Ζήτη

Poehman J. M. 1979. Breeding field crops. AVI Publishimg Company, INC, Westport, Connecticut

Vaviliov, N. J. 1987. The theoretical background of Genetics. Moscow, Science Publications, 169p (στα Ρώσικα)

Winkler et al. 1974. General Viticulture. University of California Press Ltd. London England.

Zamanidis P., Troshin L. P. and Isachkin A. V. 2012. "Professor Davidis"- The New Black Berry High Quality Wine Grape with Colored Pulp an s Juice (http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/62.pdf)

Negroul, A. M. 1959. Viticulture from the ampelographical and genetical point of view. Moscow (στα Ρώσικα).

OIV.2001. Codes des caracteres des criptifs des varieties etespeces de Vitis. Website http://www.oiv.int

ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΤΗΣ - «ΖΕΥΣ»

Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Γ. Ουζουνίδου[3], Ι. Ξυνιάς[4], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[5] και Μ. Μετάφα[3]

[1] «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου,Τμήμα Αμπέλου Αθηνών, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.
e-mail: panzamanidis@yahoo.gr
[2] Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, 24 100 Αντικάλαμος, Καλαμάτα.
[3] «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.
[4]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας,Σχολή ΤεχνολογίαςΓεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τέρμα Κοντοπούλου, 53100 Φλώρινα
[5]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Ιερά Οδός 75 , 11855, Βοτανικός, Αττική.

Περίληψη

Τα τελευταία έτη, παρατηρείται μεγάλο ενδιαφέρον και ραγδαία αύξηση των φυτειών ιπποφαούς για βιομηχανικό σκοπό. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του ιπποφαούς μόνο δοκιμαστικά έχει εγκατασταθεί σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Η μαζική καλλιέργεια του ιπποφαούς, προϋποθέτει τη δημιουργία ποιοτικότερων, ανθεκτικότερων και παραγωγικότερων ποικιλιών. Ο καρπός του Ιπποφαούς είναι ένας από τους λίγους που περιέχει πρακτικά όλο το σύνολο των βιταμινών. Το φυτό έχει θεραπευτικές στερόλες, 17 αμινοξέα και αρκετά ιχνοστοιχεία. Χάρη στην περιεκτικότητα του καρπού σε βιοδραστικές ενώσεις, οργανικές και ανόργανες ουσίες το Ιπποφαές έχει μεγάλη αξία ως θεραπευτικό φυτό. Με τη μελέτη των 50 και πλέον ποικιλιών της γενετικής τράπεζας του Ιπποφαούς του Ινστιτούτου Υποτροπικών φυτών, Ελιάς και Αμπέλου στο τμήμα Αθηνών, , διαπιστώθηκε ότι οι βασικές ποικιλίες επικονιαστών, όπως «Polymix1», «Polymix 2»,«Polymix 3»,«Polymix 4», «Alley», «Gnom,» «AB101-54», «B2334» κ.α δεν έχουν εγκλιματιστεί στις περιβαλλοντικές συνθήκες της χώρας μας, που αποδεικνύεται από το χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης του ύψους και της καθυστέρησης της πρώτης άνθησης, ένα με δυο χρόνια, σε σύγκριση με τις θηλυκές ποικιλίες. Το 2011 δημιουργήθηκε από τον ερευνητή Π. Ζαμανίδη η νέα ποικιλία επικονιαστής «Ζευς» με τη μέθοδο υβριδισμού με γενετικό υλικό από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, συγκεκριμένα με διασταύρωση της ποικιλίας Λαουκόρα» και της Δυτικοευρωπαϊκής ποικιλίας επικονιαστή «Polymix 4». Η νέα ποικιλία «Ζευς» είναι δέντρο με ισχυρή ανάπτυξη (3,5- 4.0 m). Η κόμη του είναι ανοιχτή. Τα κλαδιά είναι ίσια και κυρτά στο μεγαλύτερο μέρος τους με μέτρια πυκνότητα. Τα μεσογονάτια διαστήματα είναι μέτρια. Η πάνω επιφάνεια των φύλλων είναι πράσινη και η κάτω αργυροπράσινη. Το φύλλο έχει μήκος 8,0cm και πλάτος 1,0cm. Το χαρακτηριστικό της ποικιλίας είναι η ισχυρή και γρήγορη ανάπτυξη, η πρώιμη άνθηση, σε σχέση με άλλες ποικιλίες, με πρόωρη γονιμοποίηση των θηλυκών ποικιλιών. Η φύτευση μεταξύ των γραμμών είναι 4m και εντός της γραμμής 2m. Ο επικονιαστής δεν πρέπει να κλαδεύεται. Οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι οι παραδοσιακές.

Λέξεις κλειδιά . *Hippophae rhamnoides*, βλαστός, θάμνος,

Εισαγωγή

Η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει προκαλέσει τεράστιες κλιματολογικές αλλαγές. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα που έχουν δημιουργήσει οι αλλαγές αυτές στην γεωργική παραγωγή, γίνεται προσπάθεια να δημιουργηθούν καινούργιες ποικιλίες με στόχο την καλύτερη προσαρμογή στις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες της χώρας μας. Στη πολυετή μελέτη της γενετικής τράπεζας Ιπποφαούς στο ινστιτούτο φυλλοβόλων δένδρων της Σιβηρίας αποδείχτηκε ότι οι υπάρχουν ποικιλίες με ανθεκτικότητα σε ασθένειες και ψύχος, αλλά για τις κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας δεν είναι προσαρμοσμένες. Τα τελευταία έτη , παρατηρείται μια ραγδαία αύξηση των φυτειών ιπποφαούς για βιομηχανικό σκοπό. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του ιπποφαούς μόνο δοκιμαστικά έχει εγκατασταθεί σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας (Ζαμανίδης και Πασχαλίδης 2011). Η μαζική καλλιέργεια του ιπποφαούς, προϋποθέτει τη δημιουργία ποιοτικότερων, ανθεκτικότερων και παραγωγικότερων ποικιλιών προσαρμοσμένων στις κλιματικές συνθήκες της χώρας μας (Ζαμανίδης και Πασχαλίδης 2011, 2013). Ο καρπός του Ιπποφαούς περιέχει 10 βιταμίνες, θεραπευτικές στερόλες, 17 αμινοξέα και αρκετά ιχνοστοιχεία. Χάρη στην περιεκτικότητα του καρπού σε βιοδραστικές ενώσεις, οργανικές και ανόργανες ουσίες το Ιπποφαές έχει μεγάλη αξία ως θεραπευτικό φυτό. (Παντελέειβα 1970, Μολτσάνοφ, 1973). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της νέας ποικιλίας επικονιαστή «Ζευς», η οποία δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού.

Υλικά και Μέθοδοι

Η δημιουργία της νέας ποικιλίας ιπποφαούς έγινε στο Τμήμα Αμπέλου, του Ινστιτούτου Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, το οποίο βρίσκεται στο ΒΑ τμήμα του Ν. Αττικής, στην περιοχή της Λυκόβρυσης. σε υψόμετρο περίπου 200 m πάνω από τη θάλασσα. Το κλίμα είναι μεσογειακό, με ζεστό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Οι βροχοπτώσεις αγγίζουν τα 350-600 mm/έτος, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Η μέγιστη θερμοκρασία πλησιάζει τους 46°C (2007) (Μετεωρολογικός σταθμός Κηφισιάς). Το 2011 δημιουργήθηκε από τον ερευνητή Π. Ζαμανίδη η νέα ποικιλία επικονιαστής «Ζευς» με τη μέθοδο του υβριδισμού με γενετικό υλικό από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, με διασταύρωση της ποικιλίας «Λαουκόρα» και της Δυτικοευρωπαϊκής ποικιλίας επικονιαστή «Polymix 4». Από την συγκομιδή των καρπών των φυτών που έλαβαν μέρος στην διασταύρωση, φυτεύθηκαν υβριδικοί σπόροι που έδωσαν 105 σπορόφυτα. Από αυτά επιλέχθηκε το πιο ισχυρό σπορόφυτο με αρσενικό άνθος ο επικονιαστής «Ζεύς». Στο πειραματικό πραγματοποιήθηκαν οι απαιτούμενες καλλιεργητικές φροντίδες για την ανάπτυξη των φυτών (λίπανση και ξεβοτάνισμα), χωρίς τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων για ασθένειες και έντομα με σκοπό τη διαπίστωση της ανθεκτικότητας των δημιουργημένων σπορόφυτων σε φυσικούς εχθρούς και στο περιβάλλον. Η υγρασία του εδάφους κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου διατηρήθηκε στο 70-80% της υδατοχωρητικότητάς του. Οι παρατηρήσεις και οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα σπορόφυτα έγιναν με ενδεδειγμένες μεθόδους που εφαρμόζονται στα φυτώρια. (Παντελέιεβα 1970, Μολτσάνωβ 1973 , Μαλταμπάρ & Ζνταμάρωβα , 1982)

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Η νέα ποικιλία «Ζευς» είναι δέντρο με ισχυρή ανάπτυξη (3,5- 4.0 m) (Εικ. 1). Η κόμη του είναι ανοιχτή. Τα κλαδιά είναι ίσια και κυρτά στο μεγαλύτερο μέρος τους με μέτρια πυκνότητα. (Εικ 2,3,4). Τα μεσογονάτια διαστήματα είναι μέτριας απόστασης. Η επάνω

επιφάνεια των φύλλων είναι πράσινη και η κάτω αργυροπράσινη. Το φύλλο έχει μήκος 8,0 cm και πλάτος 1,0 cm. Το χαρακτηριστικό της ποικιλίας είναι η ισχυρή και γρήγορη ανάπτυξη, η πρώιμη άνθιση στα δύο με τρία χρόνια, σε σχέση με άλλες ποικιλίες , με πρόωρη γονιμοποίηση των θηλυκών ποικιλιών. Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών είναι 4m και στην εντός της γραμμής 2m.

Εικ. 1. Δέντρο της ποικιλίας Ζευς

Εικ.2-3. Νεαρός βλαστός και φύλλα της ποικιλίας Ζευς

Εικ.4. Μονοετής βλαστός της ποικιλίας Ζευς

Βιβλιογραφία

Παντελέειβα Ε,Ι 1970.Αγροτεχνική καλλιέργεια του ιπποφαούς σε φυτείες μαζικής παραγωγής.Μπαρναούλ σελ.90 (στα ρώσικα).

Μολτσάνοφ, Β.Β. 1973. Ιπποφαές. Νοβοσιμπίρσκ (στα Ρώσικα)..

Ζαμανίδης, Π., Χ. Πασχαλίδης 2011, Ιπποφαές .Μια νέα καλλιέργεια με προοπτική ανάπτυξης στη χώρα μας, ΕΘΙΑΓΕ, ΤριμηνιαΊα Εκδοση τ 46,σ. 13- 15

Ζαμανίδης, Π, Χ. Πασχαλίδης, Γ. Ζακυνθινός, Κ. Ισραηλίδης, Ι. Χουλιάρας και Σ. Βασιλειάδης 2012. Μελέτη και περιγραφή μερικών ποικιλιών ιπποφαούς της συλλογής του Ινστιτούτου Αμπέλου Αθηνών. Πρακτικά 25ου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Λεμεσός, 2012,σελ.304-305.

Ζαμανίδης, Π., Χ. Πασχαλίδης ,Υ. Πιτσώλη, Σ, Βεκιάρη, Ι. Χουλιάρας Κ. Ισραηλίδης Ι. Ξυνιας, Α.Λιούσης 2013. Μελέτη της προσαμοστικότητας και ανάπτυξης των ποικιλιών ιπποφαούς εισαγομένων από τη Ρωσία στο κτήμα του ινστιτούτου αμπέλου Αθηνών. Πρακτικά 26ου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών Καλαμάτα, Τομος Α σελ 227-229.

Μαλταμπάρ Λ.Μ & Ζνταμάρωβα Α.Γ 1982) Μεθοδολογία για τη διεξαγωγή των αγροβιολογικών μετρήσεων και παρατηρήσεων. Κρασνονταρσέλ. 28 (στα Ρώσικα)

ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ «ΕΛΛΑΣ»

Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Γ. Ουζουνίδου[3], Ι. Ξυνιάς[4], Δ.Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[5], και Μ.Μετάφα[3]

[1] «ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου Αθηνών, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική. e-mail : panzamanidis@yahoo.gr
[2] Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελλοπονησου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, 24 100 Αντικάλαμος, Καλαμάτα.
[3]«ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.
[4]Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας ,Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής , Τέρμα Κοντοπούλου, 53100 Φλώρινα
[5]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Ιερά Οδός 75 , 11855, Βοτανικός, Αττική.

Περίληψη

Παρεμποδιστικός παράγοντας για την ευρεία καλλιέργεια Ιπποφαούς στη χώρα μας είναι η απουσία γηγενών ποικιλιών, προσαρμοσμένων στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία και περιγραφή της νέας ποικιλίας Ιπποφαούς «Ελλάς» που δημιουργήθηκε στο Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών φυτών και Αμπέλου, στο Τμήμα της Αθήνας με την μέθοδο του υβριδισμού με γενετικό υλικό από διάφορες γεωγραφικές περιοχές. Το 2011 πραγματοποιήθηκαν διασταυρώσεις της ποικιλίας « Chuiskayia» (που περιέχει γονίδια προερχόμενα από την περιοχή του Αλτάι της Σιβηρίας) με τον επικονιαστή «Κένταυρος», δημιουργημένο στην Ελλάδα. Δημιουργός της ποικιλίας είναι ο ερευνητής Π. Ζαμανίδης. Το δέντρο είναι μέτριας ζωηρότητας με στρογγυλή και συμπαγή κώμη (2,5- 3,5 m). Τα βλαστάρια είναι μέτριας πυκνότητας με αγκάθια μεγέθους 1-3cm. Τα βλαστάρια είναι ίσια και στο τελείωμα τους έχουν μια ελαφριά κύρτωση. Το φύλλο είναι στην πάνω πλευρά πράσινο, ενώ η κάτω πλευρά αργυροπράσινη. Το μήκος του φύλλου είναι 7,0cm και το πλάτος 1,2cm. Οι καρποί είναι οβάλ, χρώματος κίτρινου πορτοκαλί και μέτριου μεγέθους. Το μέσο βάρος καρπού είναι 0.8g. Η υφή της σάρκας είναι απαλή και με γεύση ευχάριστη και ιδιαίτερο άρωμα. Η πυκνότητα των καρπών στους βλαστούς είναι χαλαρή. Το μήκος του μίσχου είναι 4mm και η απομάκρυνση του καρπού με μίσχο γίνεται χωρίς μεγάλη εφαρμογή δύναμης και τραυματισμό. Η περίοδος ωρίμανσης των καρπών χαρακτηρίζεται όψιμη. Η απόδοση είναι 10-15 Kg ανά πρέμνο σε καλλιέργεια ηλικίας τεσσάρων ετών. Οι καρποί περιέχουν μέχρι 14% έλαιο και είναι κατάλληλοι για βιομηχανική επεξεργασία παραγωγής ελαίων, ξηρών καρπών, χυμών και για κονσερβοποίηση. Το σχέδιο φύτευσης είναι 4x2m και οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι παραδοσιακές.

Λέξεις κλειδιά . *Hippophaer hamnoides*, βλαστός, θάμνος

Εισαγωγή

Η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει προκαλέσει τεράστιες αλλαγές, τόσο περιβαλλοντικές, όσο και κοινωνικού-οικονομικού χαρακτήρα. Η δημιουργία με τη μέθοδο υβριδισμού νέων υψηλής ποιότητας παραγωγικών, προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες, ανθεκτικές σε ασθένειες και έντομα ποικιλιών ιπποφαούς αποτελεί μόνιμο και αναγκαίο

μέλημα της γενετικής βελτίωσης για όλες τις χώρες και τις ηπείρους. Για να αντιμετωπισθούν οι νέες περιβαλλοντικές συνθήκες πρέπει να δημιουργηθούν καινούργιες ποικιλίες για καλύτερη προσαρμογή σε ακραίες και ήπιες συνθήκες του μικροκλίματος περιοχής. Από την ποικιλία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η απόδοση και η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος καθώς και η βιωσιμότητα της παραγωγικής μονάδας, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον. Η πιο αποτελεσματική μέθοδος της δημιουργίας νέων ποικιλιών ιπποφαούς είναι η μέθοδος του τεχνητού υβριδισμού όπου οι γονικές ποικιλίες προέρχονται από διάφορες οικολογικές περιοχές. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του ιπποφαούς μόνο δοκιμαστικά έχει εγκατασταθεί σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας (Π. Ζαμανίδης, Χ. Πασχαλίδης 2011). Η μαζική καλλιέργεια του ιπποφαούς, προϋποθέτει τη δημιουργία ποιοτικότερων, ανθεκτικότερων και παραγωγικότερων ποικιλιών προσαρμοσμένων στις κλιματικές συνθήκες της χώρας μας (Π. Ζαμανίδης, Χ. Πασχαλίδης 2011-2013). Η γενετική βελτίωση του ιπποφαούς περιέχει τα παρακάτω στάδια όπως την μελέτη της γενετικής τράπεζας ποικιλιών ιπποφαούς, την επιλογή γονικών ποικιλιών, την εκτέλεση των διασταυρώσεων, τη προστασία των ταξιανθιών, την συγκομιδή της γύρης της πατρικής ποικιλίας, την επικονίαση και την στρωμάτωση. Οι παραγόμενοι καρποί θα μας δώσουν σπόρους. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία και περιγραφή της νέας όψιμης ποικιλίας Ιπποφαούς «Ελλάς», με εύκολη αποκόλληση του καρπού από το μίσχο, κατάλληλη για μηχανική συγκομιδή που δημιουργήθηκε στο Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών φυτών και Αμπέλου, στο Τμήμα της Αθήνας με την μέθοδο του υβριδισμού με γενετικό υλικό από διάφορες γεωγραφικές περιοχές.

Υλικά και Μέθοδοι

Η δημιουργία της νέας ποικιλίας ιπποφαούς έγινε στο Τμήμα Αμπέλου, του Ινστιτούτου Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, το οποίο βρίσκεται στο ΒΑ τμήμα του Ν. Αττικής, στην περιοχή της Λυκόβρυσης σε υψόμετρο περίπου 200 m πάνω από τη θάλασσα. Το κλίμα είναι μεσογειακό, με ζεστό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Οι βροχοπτώσεις αγγίζουν τα 350-600 mm/έτος, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Η μέγιστη θερμοκρασία πλησιάζει τους 46°C το 2007. (Μετεωρολογικός σταθμός Κηφισιάς). Το 2011 πραγματοποιήθηκαν διασταυρώσεις της ποικιλίας « Chuiskayia» (γονίδια προερχόμενα από την περιοχή του Αλτάι της Σιβηρίας) με τον επικονιαστή «Κένταυρος», δημιουργημένο στην Ελλάδα. Από την συγκομιδή των καρπών των φυτών που έλαβαν μέρος στην διασταύρωση, φυτεύθηκαν υβριδικοί σπόροι που έδωσαν 186 σπορόφυτα. Από αυτά επιλέχθηκε το πιο ισχυρό σπορόφυτο με θηλυκό άνθος η νέα ποικιλία «Ελλάς». Στο πειραματικό πραγματοποιήθηκαν οι απαιτούμενες καλλιεργητικές φροντίδες για την ανάπτυξη των φυτών (λίπανση και ξεβοτάνισμα), χωρίς τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων για ασθένειες και έντομα με σκοπό τη έλεγχο της ανθεκτικότητας των δημιουργημένων σπορόφυτων σε φυσικούς εχθρούς και στο περιβάλλον. Η υγρασία του εδάφους κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου διατηρήθηκε στο 70-80% της υδατοχωρητικότητάς του. Οι παρατηρήσεις και οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα σπορόφυτα έγιναν με ενδεδειγμένες μεθόδους που εφαρμόζονται στα φυτώρια. (Παντελέιεβα 1970 , Μολτσάνωβ 1973 , Μαλταμπάρ & Ζνταμάρωβα , 1982)

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Το δέντρο είναι μέτριας ζωηρότητας με μόρφωση στρογγυλή και συμπαγή κώμη (2,5- 3,5 m). Τα βλαστάρια είναι μέτριας πυκνότητας με αγκάθια μεγέθους 1-3cm. Τα βλαστάρια είναι

ίσια και στο τελείωμα τους έχουν μια ελαφριά κύρτωση. (Εικ1-2) Το φύλλο είναι στην πάνω πλευρά πράσινο, ενώ η κάτω πλευρά αργυροπράσινη. Το μήκος του φύλλου είναι 7,0cm. και το πλάτος 1,2cm. Οι καρποί είναι οβάλ, χρώματος κίτρινου πορτοκαλί και μέτριου μεγέθους (Εικ 3, 4, 5). Το μέσο βάρος καρπού είναι 0.8g. Η υφή της σάρκας είναι απαλή και με γεύση ευχάριστη και ιδιαίτερο άρωμα. Η πυκνότητα των καρπών στους βλαστούς είναι χαλαρή. Το μήκος του μίσχου είναι 4mm και η απομάκρυνση του καρπού με μίσχο γίνεται χωρίς μεγάλη εφαρμογή δύναμης και τραυματισμό. Η ωρίμανση των καρπών χαρακτηρίζεται ως όψιμη. Η παραγωγή είναι 10-15 Kg ανά πρέμνο σε καλλιέργεια ηλικίας τεσσάρων ετών. Οι καρποί περιέχουν μέχρι 14% έλαιο και είναι κατάλληλοι για βιομηχανική επεξεργασία παραγωγής ελαίων, ξηρών καρπών, χυμών και για κονσερβοποίηση. Το σχέδιο φύτευσης είναι 4x2m και οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι παραδοσιακές.

Εικ.1, 2 Νεαρός βλαστός και φύλλα της ποικιλίας **«Ελλάς»**

Εικ.3 Καρποί και γίγαρτα της ποικιλίας **«Ελλάς»**

Εικ.4 Καρποφόρος βλαστός της ποικιλίας **«Ελλάς»**

Εικ .5.Παραγωγή της ποικιλίας **«Ελλάς»**

Βιβλιογραφία

Παντελέευα Ε, Ι 1970. Αγροτεχνική καλλιέργεια του ιπποφαούς σε φυτείες μαζικής παραγωγής. Μπαρναούλ σελ.90 (στα ρώσικα).

Μολτσάνοφ, Β.Β. 1973. Ιπποφαές. Νοβοσιμπίρσκ (στα Ρώσικα)..

Π. Ζαμανίδης, Χ. Πασχαλίδης 2011, Ιπποφαές .Μια νέα καλλιέργεια με προοπτική ανάπτυξης στη χώρα μας, ΕΘΙΑΓΕ, Τριμηνιαία Έκδοση τ 46,σ. 13- 15

Π. Ζαμανίδης, Χ. Πασχαλίδης, Γ. Ζακυνθινός, Κ. Ισραηλίδης, Ι. Χουλιάρας και Σ. Βασιλειάδης 2012. Μελέτη και περιγραφή μερικών ποικιλιών ιπποφαούς της συλλογής του Ινστιτούτου Αμπέλου Αθηνών. Πρακτικά του 25ου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Λεμεσός, 2012,σελ.304-305.

Π. Ζαμανίδης, Χ. Πασχαλίδης ,Υ. Πιτσώλη, Σ, Βεκιάρη, Ι. Χουλιάρας Κ. Ισραηλίδης, Ι Ξυνιας, Α. Λιούσης. 2013. Μελέτη της προσαμοστικότητας και ανάπτυξης των ποικιλιών ιπποφαούς εισαγομένων από τη Ρωσία στο κτήμα του Ινστιτούτου αμπέλου Αθηνών. Πρακτικά του 26ου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης Οπωροκηπευτικών Καλαμάτα , 2013 , Τόμος Α σελ 227-229

Μαλταμπάρ Λ.Μ & Ζνταμάρωβα Α.Γ 1982 Μεθοδολογία για τη διεξαγωγή των αγρο-βιολογικών μετρήσεων και παρατηρήσεων. Κρασνοντάρ σελ.28 (στα Ρωσικα)

Gilbert and Grop, 1951. The determination of the oil content of ground tung fruit. JOAOC' s Society. Vol 28, Issue 10, pp 413- 416

Mansfield A. K. 2011, Residual/ Reducing Sugar 3 ways. Cornel

"ΗΠΕΙΡΩΤΗΣ" -ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ ΜΕ ΑΡΩΜΑ ΜΟΣΧΑΤΟ ΔΙΠΛΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Δ. Ευαγγελογιάννης[1], Λ. Παπακωνσταντίνου[3], Μ. Μετάφα[4]

[1]«ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, Τμήμα Αμπέλου Αθηνών, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.E-mail: panzamanidis@yahoo.gr
[2] Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, 24 100 Αντικάλαμος, Καλαμάτα.
[3]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Ιερά Οδός 75, 11855, Βοτανικός, Αττική.
[4]«ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται μία νέα ελληνική ανθεκτική ποικιλία αμπέλου με άρωμα μοσχάτο διπλής χρήσης. Η νέα ποικιλία «*Ηπειρώτης*» δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού στο Τμήμα Αμπέλου Αθηνών του Ινστιτούτου Ελιάς Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, το έτος 2009. Η ποικιλία «*Ηπειρώτης*» προήλθε από τη διασταύρωση της μολδαβικής επιτραπέζιας, ερυθρής, υψηλής παραγωγικότητας, ανθεκτικής, ποικιλίας «*Μολντόβα*» με την ελληνική οινοποιήσιμη ποικιλία «Ακαδημαϊκός Κριμπάς». Ως μητέρα χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία «*Μολντόβα*», η οποία προήλθε από τη διασταύρωση της ποικιλίας «Γκουζάλ Καρά», Ευρασιατικής προέλευσης με την γαλλική ποικιλία «Villard Blanc» που περιέχει γονίδια αμερικάνικων ειδών. Ως πατέρας χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία «Ακαδημαϊκός Κριμπάς», η οποία δημιουργήθηκε στο Ινστιτούτο μας με τη διασταύρωση των ποικιλιών «Αγιωργήτικο» και «Μοσχάτο Αλεξανδρείας». Η ποικιλία «*Ηπειρώτης*» προορίζεται για παραγωγή ερυθρών οίνων διαφόρων κατηγοριών, αρωματικού τσίπουρου και ως επιτραπέζια βρώσιμη ποικιλία με άρωμα Μοσχάτο, τοπικής κατανάλωσης. Τα σταφύλια συντηρούνται στο ψυγείο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η ποικιλία «*Ηπειρώτης*» προορίζεται για καλλιέργεια στη Βόρεια Ελλάδα, καθώς περιέχει γονίδια αμερικάνικων ειδών, τα οποία της προσδίδουν μεγάλη ανθεκτικότητα στο ψύχος και τις μυκητολογικές ασθένειες.

Λέξεις κλειδιά: υβριδισμός, νεαρός βλαστός, φύλλα, ταξιανθία, ράγα, σταφυλή, γίγαρτα

Εισαγωγή

Από πολυετή μελέτη της διεθνούς γενετικής τράπεζας αμπέλου προέκυψε ότι οι ποικιλίες διπλής χρήσης με ανθεκτικότητα σε ασθένειες και ψύχος είναι ελάχιστες. Ο κύριος σκοπός της γενετικής βελτίωσης της αμπέλου είναι η δημιουργία ποιοτικών, παραγωγικών και προσαρμόσιμων ποικιλιών με ανθεκτικότητα στη φυλλοξήρα και τις μυκητολογικές ασθένειες, κατάλληλων για αυτόριζες καλλιέργειες. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η δημιουργία και μελέτη μίας νέας ποικιλίας με άρωμα μοσχάτο διπλής χρήσης και ανθεκτικότητα σε φυλλοξήρα, μυκητολογικές ασθένειες και σε δυσμενείς (ψυχρές) κλιματικές συνθήκες .

Υλικά και Μέθοδοι

Η νέα ποικιλία με το όνομα «*Ηπειρώτης*» δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού στο Τμήμα Αμπέλου Αθηνών του Ινστιτούτου Ελιάς Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, το έτος 2009. Η περιοχή που πραγματοποιήθηκε η καλλιέργεια και η ανάπτυξη της ποικιλίας «Ηπειρώτης» βρίσκεται στη Λυκόβρυση, στη ΒΑ πλευρά της Αττικής και σε υψόμετρο περίπου 200 μέτρα πάνω από τη θάλασσα. Το κλίμα της περιοχής είναι υποτροπικό, μεσογειακό, με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Οι βροχοπτώσεις αγγίζουν τα 350-600 mm/έτος, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Οι απόλυτες υψηλές θερμοκρασίες φτάνουν έως τους +46 °C (2007), ενώ οι κρίσιμες για το αμπέλι θερμοκρασίες (+40 °C και άνω) σημειώνονται σχεδόν κάθε χρόνο με ταυτόχρονη παρουσία δυνατών ανέμων (Μετεωρολογικός σταθμός Κηφισιάς). Η ποικιλία δημιουργήθηκε με τη μέθοδο υβριδισμού που περιλαμβάνει τον ευνουχισμό της μητρικής ποικιλίας, την απομόνωση ευνουχισμένου άνθους με ειδική χάρτινη συσκευασία, τη συγκομιδή της γύρης από την πατρική ποικιλία και την επικονίαση. Έγινε συγκομιδή σταφυλιών, στρωμάτωση γιγάρτων, φύτευση γιγάρτων και καλλιέργεια υβριδικών σπορόφυτων. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η μελέτη και επιλογή των καλύτερων σπορόφυτων για υποψήφιες ποικιλίες (Poehman 1979, Ξυνιάς 2004, Ζαμανίδης 2005). Οι διασταυρώσεις, οι σχετικές εργασίες και η μελέτη σε βάθος της νέας ποικιλίας, όπως η προέλευση, το πρωτογενές υλικό, η οικολογική- γεωγραφική ομάδα, η περιγραφή των βασικών βιολογικών χαρακτηριστικών των οργάνων του φυτού, τα αγροβιολογικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας, καθώς και το γενικό συμπέρασμα για την ποικιλία με την υπόδειξη των ζωνών όπου μπορεί να καλλιεργηθεί, πραγματοποιήθηκε με τις αναγνωρισμένες μεθόδους (Negroul 1959, Vavilov 1987). Η καλλιέργεια της ποικιλίας έγινε σε γραμμικό σχήμα μονόπλευρα royat και ύψος κορμού 0,80m. Η καλλιέργεια της νέας ποικιλίας (κατεργασία εδάφους, κλάδεμα, λίπανση, άρδευση, καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών) γινόταν σύμφωνα με καθιερωμένα πρωτόκολλα (Winkler 1974). Από το 2010 λαμβάνονται παρατηρήσεις για την περιγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών, της απόδοσης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών, της ανθεκτικότητας ως προς ασθένειες, εχθρούς, ξηρασίας και υψηλών θερμοκρασιών της νέας ποικιλίας και της κωδικοποίησης αυτών (οι αριθμοί αναγράφονται στην παρένθεση), σύμφωνα με την μεθοδολογία της Διεθνούς Οργάνωσης Αμπέλου και Οίνου (2013,). (Vavilov 1987, Negroul 1959).

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Η ποικιλία «*Ηπειρώτης*» προήλθε από τη διασταύρωση της Μολδαβικής επιτραπέζιας, ερυθρής, υψηλής παραγωγικότητας, ανθεκτικής, ποικιλίας «*Μολντόβα*» με την Ελληνική οινοποιήσιμη ποικιλία «Ακαδημαϊκός Κριμπάς» (2009) από τον ερευνητή Π. Ζαμανίδη. Ως μητέρα χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία «*Μολντόβα*», η οποία προήλθε από τη διασταύρωση της ποικιλίας «Γκουζάλ Καρά», Ευρασιατικής προέλευσης με την γαλλική ποικιλία «Villard Blanc», που περιέχει γονίδια αμερικάνικων ειδών. Ως πατέρας χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία «Ακαδημαϊκός Κριμπάς»,η οποία δημιουργήθηκε στο Ινστιτούτο μας με τη διασταύρωση των ποικιλιών «Αγιωργήτικο» και «Μοσχάτο Αλεξανδρείας». Τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων καταγράφονται κωδικοποιημένα (OIV 2013), σύμφωνα με τις οδηγίες της Διεθνούς οργάνωσης Αμπέλου και Οίνου. Η διάρκεια παραγωγικού κύκλου (από την έκπτυξη οφθαλμού μέχρι τον τρυγητό) είναι 146-155 ημέρες (629-6). Η κορυφή του νεαρού βλαστού είναι κλειστή (001-1). Η κατανομή ανθοκυανικής χρώσης της κορυφής του νεαρού βλαστού

είναι απούσα (002-2). Η ένταση ανθοκυανικής χρώσης της κορυφής του νεαρού βλαστού είναι απούσα (003-3). Η πυκνότητα ερπόντων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι μηδενική ή πολύ ασθενής (004-3). Η πυκνότητα όρθιων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι μηδενική ή πολύ ασθενής (005-1). Η διάταξη της βλάστησης είναι όρθια (006-1).

Εικ.1-2. Κορυφή νεαρού βλαστού της ποικιλίας Ηπειρώτης.

Η ανάπτυξη των βλαστών της ποικιλίας είναι ισχυρή (2,1 – 3,0 m) (351 - 7). Η ξυλοποίηση κληματίδας είναι πολύ υψηλή (95% και πάνω) (604- 9). Ο αριθμός των σταφυλιών στο βλαστό είναι από 2,1 έως 3,0 (153-3).Το μέγεθος ελάσματος του ώριμου φύλλου είναι μέτριο (065-5). Το σχήμα ελάσματος του φύλλου είναι κυκλικό (067-4). Ο αριθμός λοβών του ελάσματος είναι πέντε (068-3). Το χρώμα του ελάσματος της πάνω επιφάνειας του φύλλου είναι μέτρια πράσινο (069-5). Το σχήμα του μισχικού κόλπου είναι ανοιχτό (079-3).

Εικ.3-4. Διαμορφωμένο φύλλο της ποικιλίας Ηπειρώτης.

Το μέγεθος της σταφυλής είναι μεσαίο (202-7), σχήματος κωνικού (208- 2), αραιής πυκνότητας (204-3) (Εικ 5-6-7). Το μέγεθος της ράγας είναι μέτριο (503- 3), ελλειπτικού σχήματος (223-3), ερυθρού-ροζέ χρωματισμού με 2-3 γίγαρτα ανά ράγα (623-5). Ο φλοιός είναι μέτριου πάχους με μεγάλη αντοχή (228-5) και με μέτρια κέρινη ανθηρότητα (227-7). Η σάρκα της ποικιλίας είναι τραγανή, με άρωμα μοσχάτο.

Εικ.5-6-7. Ταξιανθία σταφύλι,ράγες και γίγαρτα της ποικιλίας Ηπειρώτης.

Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα είναι πολύ υψηλή (505-9). Η ποικιλία «*Ηπειρώτης*» προορίζεται για καλλιέργεια στη Βόρεια Ελλάδα, καθώς περιέχει γονίδια αμερικάνικων ειδών, τα οποία της προσδίδουν μεγάλη ανθεκτικότητα στο ψύχος (631-7) και τις μυκητολογικές ασθένειες, όπως ο περονόσπορος (453-7) και το ωίδιο (455-7), σε σύγκριση με τις άλλες ποικιλίες *Vitis vinifera* (Negroul 1959). Η ποικιλία «*Ηπειρώτης*» προορίζεται για παραγωγή διαφόρων κατηγοριών ερυθρών οίνων, αρωματικού τσίπουρου και ως επιτραπέζια βρώσιμη ποικιλία, με άρωμα Μοσχάτο, τοπικής κατανάλωσης. Τα σταφύλια συντηρούνται στο ψυγείο για μεγάλο χρονικό διάστημα.Η καλλιέργεια των νέων ανθεκτικών ποικιλιών είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας και λόγω της περιορισμένης χρήσης των φυτοφαρμάκων είναι ταυτόχρονα και πιο φιλική με το περιβάλλον.

<u>Βιβλιογραφία</u>

Βλάχος Μ.,1986. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Α.Π.Θ.

Ξυνιάς Ι.,2004. Βελτίωση Φυτών.Εργαστηριακές ασκήσεις.Εκδόσεις Έμβρυο.

Ζαμανίδης Π., 2005. Η οικογένεια της αμπέλου (*Vitaceae Juss Vittis Tuned*).Γεωργία Κτηνοτροφία 3:22-26

Σταυρακάκης Μ., 2010. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Τροπή.

Σταύρακας Δ., 2010. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Ζήτη.

Vavilov N.J., 1987. The theoretical background of Genetics. Moscow, Science Publications,169 p.(στα Ρωσικά).

Negroul A.M.,1959.Viticulture from the ampelographical and genetically point of view Moscow (στα Ρωσικά).

Poehman J.M., 1979.Breeding field crops. AVI Publishing Company INC, Westport, Connecticut.

Winkler et al., 1974.General Viticulture.University of California Press Ltd. London England

OIV 2013. Codes des characters descriptifs des varieties etespeces de Vitis.Website http://www.oiv.int.

ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΛΕΥΚΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΑΓΙΓΑΡΤΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ "*ΒΟΡΕΙΟΣ*" ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΣ

Π. Ζαμανίδης[1], Χ. Πασχαλίδης[2], Μ. Μετάφα[3], Λ. Παπακωνσταντίνου[4], Δ. Ευαγγελογιάννης[1]

[1]«ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, Τμήμα Αμπέλου Αθηνών, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική. e-mail : panzamanidis@yahoo.gr.
[2] Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελλοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, 24 100 Αντικάλαμος, Καλαμάτα.
[3]«ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση, Αττική.
[4]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Ιερά Οδός 75 , 11855, Βοτανικός, Αττική.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται μία νέα επιτραπέζια αγίγαρτη ποικιλία, η οποία παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε μυκητολογικές ασθένειες, έντομα και σε δυσμενείς ψυχρές κλιματολογικές συνθήκες. Η νέα επιτραπέζια ποικιλία «Βόρειος» δημιουργήθηκε με τη μέθοδο του υβριδισμού στο Τμήμα Αμπέλου Αθηνών του Ινστιτούτου Ελιάς Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, το έτος 2009. Η ποικιλία «Βόρειος» προήλθε από τη διασταύρωση της ρωσικής ανθεκτικής επιτραπέζιας ποικιλίας «Talisman» με μείγμα γύρης των αγίγαρτων ποικιλιών «Σουλτανίνα» και «Perlet» και αποτελεί ένα πολυσύνθετο υβρίδιο μεταξύ ανόμοιων Ευρωπαϊκών, Αμερικάνικων και άπω Ανατολικής Ασίας ειδών. Τα χαρακτηριστικά της νέας ποικιλίας είναι τα εξής: Η διάρκεια παραγωγικού κύκλου (από την έκπτυξη οφθαλμού μέχρι τον τρυγητό) είναι 146-155 ημέρες. Η ανάπτυξη των βλαστών της ποικιλίας είναι ισχυρή (2,1 – 3,0 m.). Η ξυλοποίηση κληματίδας είναι πολύ υψηλή (95% και πάνω). Ο αριθμός των σταφυλών στο βλαστό είναι από 2,1 έως 3,0. Η απόδοση της ποικιλίας «Βόρειος» είναι υψηλή, πάνω από 2 t/στρ. Το μέσο βάρος της σταφυλής είναι μέτριο, 500 g. Το άνθος είναι ερμαφρόδιτο. Το μέγεθος της σταφυλής είναι μέτριο, σχήματος κωνικού, αραιής πυκνότητας. Το μέγεθος της ράγας είναι μικρό, ελλειπτικού σχήματος, κιτρινοπράσινου χρωματισμού, με απουσία γιγάρτων. Ο φλοιός είναι λεπτού πάχους μεγάλης αντοχής και μέτριας κέρινης ανθηρότητας. Η σάρκα της ράγας είναι τραγανή, με ιδιαίτερο άρωμα. Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα είναι πολύ υψηλή. Η σταφυλή σταφιδοποιείται το φθινόπωρο και διατηρείται για αρκετό χρονικό διάστημα στα πρέμνα. Η ποικιλία «Βόρειος» προορίζεται για καλλιέργεια στη Βόρεια Ελλάδα, (όπου λόγω ψύχους απουσιάζει η καλλιέργεια αγίγαρτων επιτραπέζιων ποικιλιών), καθώς περιέχει γονίδια του είδους *Vitis amurensis Rupr,* τα οποία της προσδίδουν μεγάλη ανθεκτικότητα στο ψύχος και τις μυκητολογικές ασθένειες.

Λέξεις κλειδιά: υβριδισμός, αγίγαρτη ποικιλία, ράγα, γίγαρτα

Εισαγωγή

Στη διεθνή γενετική τράπεζα αμπέλου οι αγίγαρτες επιτραπέζιες ποικιλίες με ανθεκτικότητα σε ασθένειες και ψύχος είναι ελάχιστες. Ο μεγαλύτερος στόχος της γενετικής βελτίωσης της αμπέλου είναι η δημιουργία ποιοτικών, παραγωγικών και προσαρμόσιμων

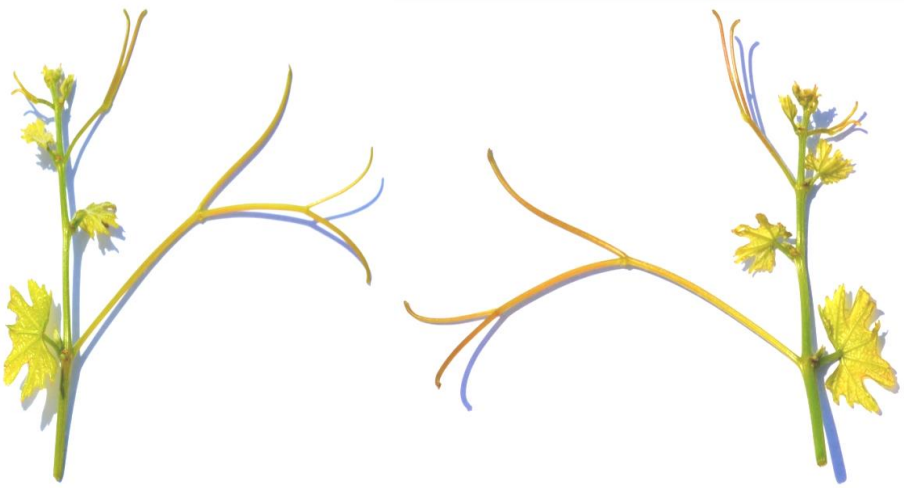
ποικιλιών με ανθεκτικότητα στη φυλλοξήρα και τις μυκητολογικές ασθένειες, κατάλληλων για αυτόριζες καλλιέργειες. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η δημιουργία και μελέτη της νέας επιτραπέζιας αγίγαρτης ποικιλίας με ανθεκτικότητα σε φυλλοξήρα, μυκητολογικές ασθένειες και σε δυσμενείς ψυχρές κλιματολογικές συνθήκες, η οποία συγκεντρώνει μεγάλο ενδιαφέρον για τους αμπελουργούς όλου του κόσμου. Η δημιουργημένη ποικιλία αποτελεί ένα πολυσύνθετο υβρίδιο μεταξύ ανόμοιων ειδών *Vitis vinifera*, αμερικάνικα είδη και *Vitis amurensis*.

Υλικά και Μέθοδοι

Η γενετική βελτίωση με τη μέθοδο του υβριδισμού έγινε στο Τμήμα Αμπέλου Αθηνών όπου βρίσκεται η μεγαλύτερη συλλογή της χώρας μας (πάνω από 800 ποικιλίες). Η δημιουργία των νέων ποικιλιών αμπέλου γίνεται στο Τμήμα Αμπέλου, του Ινστιτούτου Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου , το οποίο βρίσκεται βορειοανατολικά της Αθήνας, στην περιοχή της Λυκόβρυσης σε υψόμετρο περίπου 200 m πάνω από τη θάλασσα. Το κλίμα είναι μεσογειακό, με ζεστό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Οι βροχοπτώσεις αγγίζουν τα 350-600 mm/έτος, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Η μέγιστη θερμοκρασία πλησιάζει τους 46°C (2007). από όπου έγινε επιλογή γονέων για διασταυρώσεις (Ελληνική Αμπελογραφία – Β. Κριμπά, 1943-1949. - Τ. 1-3, Encyclopedia of viticulture 1986-1987, Ζαμανίδης 2005). Η μελέτη ποικιλιών της συλλογής, η επιλογή ποικιλιών γονέων για διασταυρώσεις, η πρακτική εφαρμογή διασταυρώσεων (ευνουχισμός, προφύλαξη ταξιανθιών, συλλογή γύρης, γονιμοποίηση), η συλλογή υβριδικών σπόρων, η φύτευση σπόρων, η καλλιέργεια και μελέτη σπορόφυτων, η επιλογή και μελέτη υποψήφιων ποικιλιών πραγματοποιήθηκαν με παραδοσιακή μέθοδο (Vaviliov 1987, Negroul 1946-1984). Η μελέτη και περιγραφή της νέας ποικιλίας πραγματοποιήθηκε με τις μεθόδους του Διεθνούς Οργανισμού Αμπέλου και Οίνου (OIV 2013).

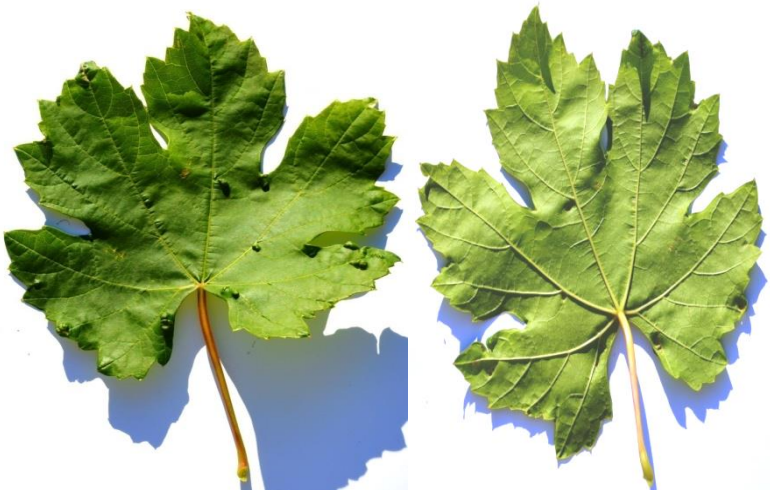
Αποτελέσματα- Συζήτηση

Η νέα επιτραπέζια αγίγαρτη ποικιλία Βόρειος δημιουργήθηκε από τον ερευνητή Π. Ζαμανίδη στο Τμήμα Αμπέλου Αθηνών του Ινστιτούτου Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών, με την μέθοδο του υβριδισμού το 2009, με τη διασταύρωση της ρωσικής ανθεκτικής επιτραπέζιας ποικιλίας «Talisman» με μείγμα γύρης των αγίγαρτων ποικιλιών «Σουλτανίνα» και «Perlet».



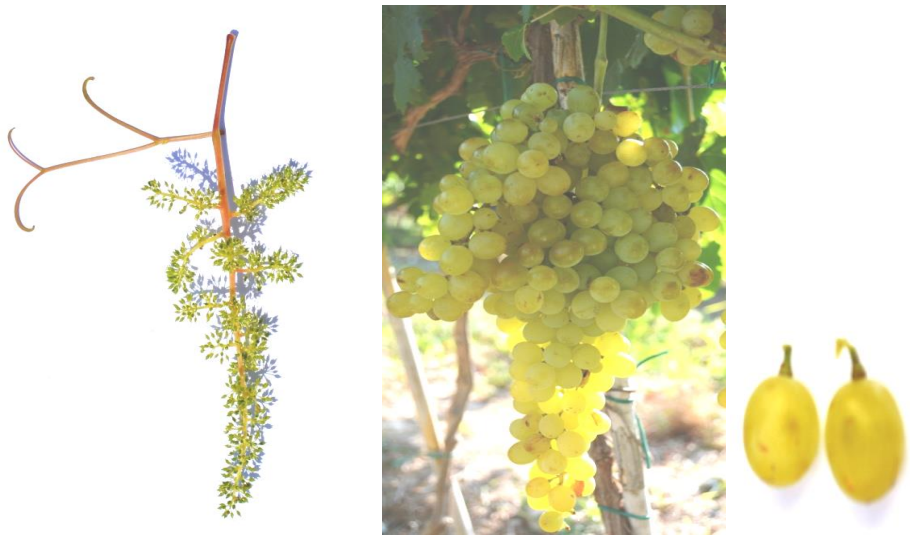
Εικ.1-2. Σχήμα κορυφής νεαρού βλαστού της ποικιλίας Βόρειος.

Έχει διάρκεια παραγωγικού κύκλου (από την έκπτυξη οφθαλμού μέχρι τον τρυγητό) 146-155 ημέρες (629- 6). Η κορυφή του νεαρού βλαστού είναι κλειστή (001-1).Η κατανομή ανθοκυανικής χρώσης της κορυφής του νεαρού βλαστού είναι απούσα (002-1). Η πυκνότητα ερπόντων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι μηδενική ή πολύ ασθενής (004-1). Η πυκνότητα όρθιων τριχιδίων στην κορυφή του νεαρού βλαστού είναι μηδενική ή πολύ ασθενής (005-1). Η διάταξη της βλάστησης είναι όρθια (006-1) . Η ανάπτυξη των βλαστών της ποικιλίας είναι ισχυρή (2,1 – 3,0 m (351- 7). Η ξυλοποίηση της κληματίδας είναι πολύ υψηλή (95% και πάνω) (604- 9). Ο αριθμός των σταφυλιών στο βλαστό είναι από 2,1 έως 3,0 (153-3). Το μέγεθος του ελάσματος του φύλλου είναι μέτριο (065-5). Το σχήμα του ελάσματος του φύλλου είναι κυκλικό (067-4) και ο αριθμός των λοβών του ελάσματος πέντε (068-3). Το χρώμα του ελάσματος της επάνω επιφάνειας του φύλλου είναι μέτρια πράσινο (069-5), ενώ το σχήμα του μισχικού κόλπου είναι ανοιχτό (079-3).



Εικ.3-4.Διαμορφωμένο φύλλο της ποικιλίας Βόρειος

Η απόδοσή της ποικιλίας «Βόρειος» είναι υψηλή, πάνω από 2 t/στρ(504- 9). Το μέσο βάρος της σταφυλής είναι μέτριο, 500 g (502-5). Το άνθος είναι ερμαφρόδιτο (151- 3).Το μέγεθος της σταφυλής είναι μέτριο (202- 5), σχήματος κωνικού (208- 2), αραιής πυκνότητας. Το μέγεθος της ράγας είναι μικρό (220-5), ελλειπτικού σχήματος, κιτρινοπράσινου χρωματισμού (225- 1), με απουσία γιγάρτων. Ο φλοιός είναι λεπτού πάχους μεγάλης αντοχής και μέτριας κέρινης ανθηρότητας (227- 5). Η σάρκα της ράγας είναι τραγανή, με ιδιαίτερο άρωμα. Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα είναι πολύ υψηλή (505- 9). Η σταφυλή σταφιδοποιείται το φθινόπωρο και διατηρείται για αρκετό χρονικό διάστημα στα πρέμνα. Διατηρείται για μεγάλη χρονική διάρκεια σε ψυγεία και έχει άριστη μεταφορική συμπεριφορά.



Εικ.5-6-7 Ταξιανθία, σταφυλή και ράγες της ποικιλίας Βόρειος

Η ποικιλία «Βόρειος» προορίζεται για καλλιέργεια στη Βόρεια Ελλάδα, όπου λόγω ψύχους απουσιάζει η καλλιέργεια αγίγαρτων επιτραπέζιων ποικιλιών καθώς περιέχει γονίδια του είδους *Vitis amurensis Rupr,* τα οποία της προσδίδουν μεγάλη ανθεκτικότητα στο ψύχος και τις μυκητολογικές ασθένειες.

<u>Βιβλιογραφία</u>

Ελληνική αμπελογραφία – Β.Κριμπά, 1943-1949. - Τ. 1-3.
Ampelografija SSSR. - M.:Negroul Pishhepromizdat, 1946-1984. - T. 1-11.
Encyclopaedia of viticulture - Kishinjov: MSJe, 1986-1987. - T. 1-3.
Ζαμανίδης Π.Κ., 2005. Η οικογένεια αμπελοειδών (Vitaceae). Γεωργία και Κτηνοτροφία, Αθήνα, τ. 3, 5,6
Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. - М.: Наука, 1987. – С. 169.
Codes des caracteres des criptifs des varieties et especes de Vitis. - OIV, 2013. Website http://www.oiv.int/fr/