

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 14 - ISSUE VI - No 2/2003

ISSN 1105-9478

2/2003

**ΤΟΜΟΣ 14
ΣΕΙΡΑ VI**

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ**

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 14 - ISSUE VI - No 2/2003

ISSN 1105-9478

2/2003

**ΤΟΜΟΣ 14
ΣΕΙΡΑ VI**

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ

ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ - ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΚΟ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

<i>S. Kouza, P. Lolas, C. Goulas, G. Oikonomou</i>	Variability between populations of <i>Solanum nigrum</i> , based on morphological - growth characteristics and isoenzymatic indices	4 - 13
<i>T. Bartzanas, C. Kittas</i>	Numerical simulation of the influence of ventilator configuration in greenhouse microclimate	14 - 23
<i>V. Papatziropoulos, E. Konstantopoulou, G. Salahas, G. Kapotis</i>	Genetic identification of summer squash (<i>Cucurbita pepo</i> L.) pure lines originating from Greek populations, using DNA polymorphic markers	24 - 29
<i>Ch. Batzios, E. Tsakiridou, K. Polymeros, D. Moutopoulos</i>	Consumers' Willingness to Purchase Fish with Quality Certification Label	30 - 39
<i>Konstantinos Polymeros</i>	Perspectives of the greek fishery within the E.U. and its implemented policies	40 - 47
<i>George N. Hotos</i>	A study on the appearance of the mucilid fry (<i>Mugilidae</i>) in the broader area of the lagoon of Messolonghi – Etolikon	48 - 63

REVIEW ARTICLES

<i>T.V. Koutsos</i>	Genetic base and mechanism of incompatible system of plants	64 - 71
<i>E.I.Tsaliki, U.E. Kechagia</i>	Cotton fiber quality characteristics affecting the quality of the final product	72 - 80

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Σ. Κούζα, Π. Λόλας, Χ. Γούλας, Γ. Οικονόμου	Μελέτη παραλλακτικότητας του ζιζανίου <i>Solanum nigrum</i> ως προς μορφολογικά χαρακτηριστικά, τρόπο ανάπτυξης και ισοενζυμικούς δείκτες	4 - 13
Μπαρτζάνας Θωμάς, Κίττας Κωνσταντίνος	Μελέτη της επίδρασης των ανοιγμάτων αερισμού στο μικροκλίμα θερμοκηπίου μέσω αριθμητικής προσομοίωσης	14 - 23
Β. Παπασωτηρόπουλος, Ε. Κωνσταντοπούλου, Γ. Σαλάχας, Γ. Καπότης	Γενετική ταυτοποίηση καθαρών σειρών προερχόμενων από ελληνικούς πληθυσμούς κολοκυθιού (<i>Cucurbita pepo</i> L.) με χρήση πολυμορφικών DNA δεικτών	24 - 29
Χρ. Μπάτζιος, Ε. Τσακιρίδου, Κ. Πολύμερος, Δ. Μουτόπουλος	Διερεύνηση της προθυμίας των καταναλωτών για αγορά ψαριών με Διακριτικό Σήμα Πιστοποίησης Ποιότητας	30 - 39
Κωνσταντίνος Πολύμερος	Οι προοπτικές της ελληνικής αλιείας στα πλαίσια της Ε.Ε. και των εφαρμοζόμενων πολιτικών της	40 - 47
Γεώργιος Ν. Χάτος	Μελέτη της εμφάνισης του γόνου των κεφαλοειδών (Mugilidae) στην ευρύτερη περιοχή της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου – Αιτωλικού	48 - 63

ΑΡΘΡΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

Θεόδωρος Β. Κουτσός	Η γενετική βάση και ο μηχανισμός του ασυμβιβάστου των φυτών	64-71
Ελένη Ι. Τσαλίκη, Ουρανία Ε. Κεχαγιά	Ποιοτικά χαρακτηριστικά ινών βαμβακιού που επηρεάζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος	72 - 80

Μελέτη παραλλακτικότητας του ζιζανίου *Solanum nigrum* ως προς μορφολογικά χαρακτηριστικά, τρόπο ανάπτυξης και ισοενζυμικούς δείκτες

Σ. Κούζα¹, Π. Λόλας², Χ. Γούλας³, Γ. Οικονόμου⁴

Περίληψη

Μελετήθηκε η μορφολογία και βιολογία πέντε πληθυσμών αγριοτομάτας (*Solanum nigrum*) που προέρχονταν από πέντε διαφορετικές περιοχές σχετικά απομακρυσμένες μεταξύ τους (Τρίκαλα, Καρδίτσα, Ξάνθη, Βελεστίνο και Ελασσόνα). Η μορφολογία και βιολογία των πληθυσμών μελετήθηκε σε συνθήκες αγρού και εργαστηρίου με ισοενζυμική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στα στάδια ανάπτυξης των τριών φύλλων και της πλήρους ωρίμανσης των καρπών. Η μορφολογική μελέτη έδειξε διαφορές μεταξύ και εντός των πληθυσμών. Οι πληθυσμοί διέφεραν μεταξύ τους ως προς την μορφή ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος, που κυμάνθηκε από έντονα έρπουσα (πληθυσμός Βελεστίνου) έως όρθια (πληθυσμός Ελασσόνας), ενώ οι άλλοι είχαν ενδιάμεση μορφή. Η μορφή και το μέγεθος των φύλλων στους πληθυσμούς παρουσίασε μεγάλη παραλλακτικότητα και δεν βρέθηκαν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να την προσδιορίσουν. Στον πληθυσμό Ξάνθης με βάση τη μορφή των νεαρών φύλλων (ως και τέταρτο γόνατο από την κορυφή) παρατηρήθηκαν δυο υποπληθυσμοί, από τους οποίους στον ένα τα νεαρά φύλλα είχαν κυματιστή περιφέρεια, όπως οι άλλοι πληθυσμοί, ενώ στον άλλο λεία. Στο πληθυσμό Τρικάλων παρατηρήθηκαν φυτά με θαμπούς κίτρινους καρπούς κατά την ωρίμανση σε μικρή αναλογία, σε αντίθεση με τους άλλους πληθυσμούς στους οποίους όλα τα φυτά είχαν μόνο θαμπούς πορφυρούς -μαύρους καρπούς. Η βιολογική μελέτη έδειξε ότι οι πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά ως προς τον χρόνο εμφάνισης και πλήρους έκπτυξης της ταξιανθίας, της έναρξης, 50% και τέλους της άνθησης καθώς και της πλήρους καρπόδεσης. Οι πληθυσμοί δεν διέφεραν ως προς στους ρυθμούς ανάπτυξης από τα στάδια της έναρξης έως την πλήρη εμφάνιση της ταξιανθίας, από την έναρξη έως την πλήρη άνθηση και από την έναρξη ως την πλήρη καρπόδεση. Η ισοενζυμική ανάλυση έδειξε ότι οι πληθυσμοί δεν παρουσίασαν παραλλακτικότητα στα 17 από τα 18 ένζυμα εκτός του ενζύμου της εστεράσης.

Λέξεις κλειδιά: Μορφολογία *Solanum nigrum*, Βιολογία *Solanum nigrum*, Ισοενζυμική ανάλυση *Solanum nigrum*, *Solanum nigrum*.

1. Εισαγωγή

Τα ζιζάνια είναι ίσως το μεγαλύτερο πρόβλημα στη γεωργία. Σε αντίθεση με τα έντομα και τις ασθένειες, τα ζιζάνια εμφανίζονται στα αγροοικοσυστήματα κάθε χρόνο και εάν δεν ελεγχθούν, τότε όχι μόνο μειώνουν τις αποδόσεις αλλά επηρεάζουν και την ποιότητα των αγροτικών προϊόντων (7). Οι επιθυμητές αποδόσεις επιτυγχάνονται μόνο ύστερα από αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων, έτσι η πλήρης κατανόηση της βιολογίας και της οικολογίας των ζιζανίων είναι απαραίτητη προκειμένου να αναπτυχθούν πιο αποτελεσματικά μέτρα ελέγχου τους (9).

Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί συνολικά περισσότερα από 150 είδη ζιζανίων. Μεταξύ αυτών ένα από τα 10 σημαντικότερα ζιζάνια είναι η αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*) (7). Η αγριοτομάτα (*Solanum nigrum* L.) ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae* και στο γένος *Solanum* (10). Το γένος *Solanum* αποτελείται από 30 περίπου ετήσια ή βραχύβια πολυετή, ποώδη είδη ζιζανίων (2). Συγκεκριμένα, το είδος ενδημεί σε ηπειρούς με τροπικά ή εύκρατα κλίματα και σε υψόμετρα από το επίπεδο της θάλασσας έως και 3000m (6).

Η ζημιά που προκαλεί η παρουσία της αγριοτομάτας σε μια καλλιέργεια δεν μειώνει μόνο την απόδοση λόγω ανταγωνισμού, αλλά μπορεί να προκαλεί ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος, να έχει τοξικές επιδράσεις σε διάφορα ζώα και να είναι ξενιστής διαφόρων ασθενειών και εντόμων (9).

¹ Γεωπόνος, M.Sc. Τομέας Φυτικής Παραγωγής, Τμήμα Γεωπονίας, Π.Θ.

² Καθηγητής Π.Θ, Τμήματος Γεωπονίας.

³ Καθηγητής Π.Θ, Τμήματος Γεωπονίας.

⁴ Λέκτορας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Στην Ελλάδα δεν βρέθηκε να έγινε καμία εργασία που να ασχολείται με τη μελέτη της παραλλακτικότητας της αγριοτομάτας.

Η ύπαρξη τυχόν παραλλακτικότητας μεταξύ και εντός των πληθυσμών της αγριοτομάτας μπορεί να συνεπάγεται διαφορετική ανθεκτικότητα στα διάφορα ζιζανιοκτόνα, ασθένειες, συνθήκες εδάφους, καθώς και διαφορετική ανταγωνιστική ικανότητα. Όποια από τα παραπάνω χαρακτηριστικά θα ήταν επιθυμητά να υπάρχουν στην καλλιεργούμενη τομάτα ή σε άλλα *Solanaceae*, θα μπορούσαν με τη βοήθεια της γενετικής να μεταφερθούν σε αυτά.

Η αγριοτομάτα είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό και επομένως αναμένεται κατά περιοχές να έχουμε πληθυσμούς που να είναι μείγματα καθαρών σειρών.

Η αγριοτομάτα είναι ζιζάνιο άξιο ενδιαφέροντος για μελέτη εξαιτίας της ευρείας εξάπλωσης της σε όλο τον κόσμο συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας, ενώ είναι και ένα από τα δυσεξόντωτα ζιζάνια που με βάση μακροσκοπικές παρατηρήσεις φαίνεται ότι παρουσιάζει ποικιλομορφία μεταξύ των διαφόρων περιοχών της χώρας μας.

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η προκαταρκτική μελέτη της παραλλακτικότητας του ζιζανίου *Solanum nigrum* ως προς μορφολογικά χαρακτηριστικά, τρόπο ανάπτυξης και ισοενζυμικούς δείκτες.

2 Υλικά και μέθοδοι

2.1. Μορφολογία και βιολογία πληθυσμών *Solanum nigrum*

Χρησιμοποιήθηκαν πέντε πληθυσμοί, που συλλέχθηκαν στις περιοχές Τρικάλων, Καρδίτσας, Ξάνθης, Βελεστίνου και Ελασσόνας και θα αναφέρονται στη συνέχεια ως πληθυσμοί Τρικάλων, Καρδίτσας, Ξάνθης, Βελεστίνου και Ελασσόνας, αντίστοιχα. Η μελέτη της παραλλακτικότητας έγινε με βάση μορφολογικά χαρακτηριστικά και τον τρόπο ανάπτυξης σε συνθήκες αγρού καθώς και με ισοενζυμικούς δείκτες.

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Π.Θ., στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο 1999. Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB) με τρεις επαναλήψεις. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 1m και στην κάθε γραμμή, που είχε μήκος 5m, μεταφυτεύτηκαν 10 φυτά. Η μεταφύτευση των φυταρίων αγριοτομάτας έγινε σε δυο χρονικές περιόδους, επειδή η ταυτόχρονη αποστολή τους από όλες τις περιοχές δεν ήταν εφικτή. Έτσι η πρώτη μεταφύτευση έγινε στις 14 Μαΐου 1999 για τους πληθυσμούς Τρικάλων, Καρδίτσας, Ξάνθης και Βελεστίνου και η δεύτερη στις 24 Μαΐου 1999 για τον πληθυσμό Ελασσόνας και για τον πληθυσμό Τρικάλων για όσα φυτά δεν μεταφυτεύτηκαν επιτυχώς στις 14 Μαΐου. Λόγω της διαφοροποίησης των φυτών ως προς το στάδιο ανάπτυξης, στις 17 Ιουνίου και μετά την έναρξη της αύξησης-ανάπτυξης των φυταρίων, έγινε κλάδεμα στο πρώτο γόνατο, για να επιτευχθεί η ομοιομορφία του φυτικού υλικού. Την ίδια ημερομηνία έγινε εφαρμογή Furadan με ριζοπότισμα για την αντιμετώπιση των αφίδων, καθώς επίσης και σκάλισμα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων. Έγινε ένα δεύτερο σκάλισμα στις 15 Ιουλίου για την απομάκρυνση των ζιζανίων ώστε τα φυτά της αγριοτομάτας να μεγαλώνουν χωρίς ανταγωνισμό από άλλα ζιζάνια.

Για την καλύτερη ανάπτυξη τους εφαρμόστηκε άρδευση με τεχνητή βροχή μια φορά την εβδομάδα ενώ δεν έγινε λίπανση.

Για την περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης της αγριοτομάτας χρησιμοποιήθηκε η BBCH κλίμακα. Η συντομογραφία **BBCH** προέρχεται από τα ισοτιπύτα τα οποία από κοινού ανέπτυξαν αυτή την κλίμακα και τα οποία είναι τα **BBA**, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Γερμανικό Ομοσπονδιακό Ερευνητικό Κέντρο για τη Γεωργία και τη Δασοκομία); **BSA**, Bundessortemamt (Γερμανική Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Ποικιλιών); και **Chemical Industry, Industrieverband Agrar, IVA** (Γερμανική Ένωση Κατασκευαστών Αγροχημικών Προϊόντων). Η εκτεταμένη BBCH κλίμακα είναι ένα σύστημα για ομοιόμορφη κωδικοποίηση των φαινοτυπικά ίδιων σταδίων ανάπτυξης για όλα τα μονο- και δικοτυλήδονα φυτά, βασιζόμενη στο γνωστό κώδικα των δημητριακών του Zadoks et al. (1974) (5).

Στον πίνακα 1 φαίνονται τα στάδια που χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης των πληθυσμών στην παρούσα εργασία.

Για τη μορφολογική μελέτη χρησιμοποιήθηκαν το σχήμα, χρώμα, μέγεθος και μορφή της επιφάνειας των φύλλων, βλαστών, ανθέων και καρπών στα διάφορα στάδια ανάπτυξης (Πίνακας 1). Επίσης δημιουργήθηκαν

Πίνακας 1. Στάδια ανάπτυξης της αγριοτομάτας στα οποία πάρθηκαν παρατηρήσεις για τους 5 πληθυσμούς της μελέτης (Κλίμακα BBCH, κατά Zadoks et al, 1974).

Στάδιο	Περιγραφή
13	Τρία φύλλα
19	Εννέα ή περισσότερα φύλλα
21	Πρώτος πλάγιος κλάδος
29	Εννέα ή περισσότεροι πλάγιοι κλάδοι
31	Πρώτο μεσογονάτιο
39	Εννέα ή περισσότερα μεσογονάτια
51	Έναρξη έκπτυξης ταξιανθίας
59	Πλήρης έκπτυξη ταξιανθίας
61	Έναρξη άνθησης
65	50% άνθιση
69	Τέλος άνθησης
71	Εμφάνιση καρπών
79	Πλήρης καρποφορία
81	Έναρξη ωρίμανσης
89	Πλήρης ωρίμανση

δύο φυτολόγια. Για το πρώτο επιλέχθηκαν τυχαία πέντε φυτά από την κάθε γραμμή, από τα οποία πάρθηκαν δυο φύλλα προερχόμενα από το τρίτο και έβδομο γόνατο στα οποία μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος. Για το δεύτερο φυτολόγιο συλλέχθηκαν φύλλα μόνο από τα φυτά που είχαν εμφανή φαινοτυπική διαφοροποίηση. Οι μετρήσεις αυτής της κατηγορίας απέβλεπαν στη μελέτη της μορφολογίας των φύλλων.

Η εκτίμηση του τύπου ανάπτυξης των φυτών (έρπουσα ή όρθια ανάπτυξη) έγινε τόσο οπτικά όσο και με μετρήσεις του ύψους και της γωνίας που σχηματίζεται από το νοητό κάθετο άξονα και τους πλάγιους κλάδους του φυτού. Μετρήθηκε επίσης ο αριθμός των καρπών ανά ταξιανθία.

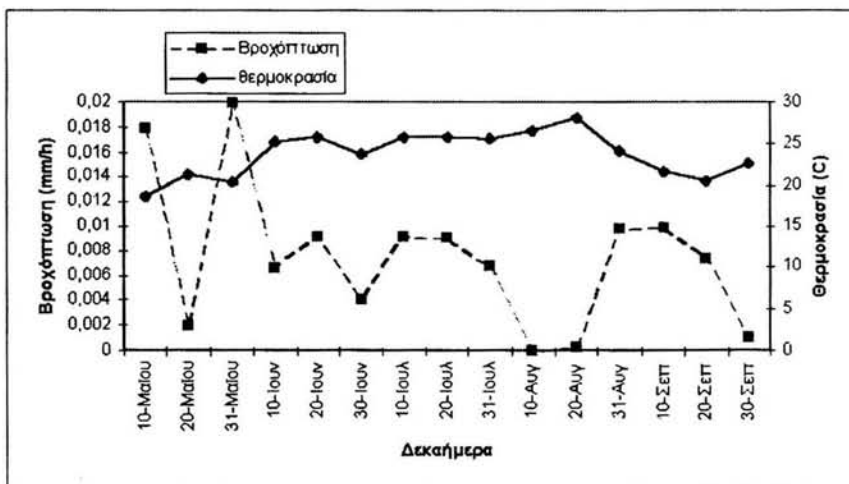
Με βάση τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τη μελέτη των σταδίων ανάπτυξης των φυτών εκτιμήθηκαν για κάθε πληθυσμό οι αντίστοιχες καμπύλες ανάπτυξης.

Για τον κάθε πληθυσμό εκτιμήθηκαν ο μέσος όρος και τα όρια εμπιστοσύνης για τον αριθμό ημερών που παρατηρήθηκε το κάθε στάδιο ανάπτυξης. Η διαφοροποίηση μεταξύ των μέσων όρων έγινε με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (ΕΣΔ) (3).

Οι πληθυσμοί συγκρίθηκαν ως προς το ρυθμό συμπλήρωσης των σταδίων του βιολογικού τους κύκλου. Αυτό έγινε εφικτό με βάση τις εξισώσεις που δείχνουν τις απαιτούμενες ημέρες για την εμφάνιση του κάθε σταδίου και έγινε σύγκριση των συντελεστών συμμεταβολής (b) (4). Για το σκοπό αυτό χωρίστηκε ο βιολογικός κύκλος στα εξής διαστήματα

- (α) από το κλάδεμα ως την εμφάνιση του ενάτου φύλλου,
- (β) από το κλάδεμα ως την εμφάνιση του ενάτου γόνατου ή πλάγιου κλάδου,
- (γ) από την έναρξη της εμφάνισης ως την πλήρη εμφάνιση της ταξιανθίας
- (δ) από την έναρξη άνθησης ως την πλήρη άνθηση,
- (ε) από την έναρξη της καρπόδεσης ως την πλήρη καρπόδεση και
- (στ) από την έναρξη της ωρίμανσης ως την πλήρη ωρίμανση των καρπών.

Τα μετεωρολογικά στοιχεία ελήφθησαν από το μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος του Βελεστίνου.



Διάγραμμα 1. Κατανομή της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας για τους μήνες Μαΐο μέχρι και Σεπτέμβριο στην περιοχή μελέτης των πληθυσμών

Η κατανομή της θερμοκρασίας και η βροχόπτωσης που σημειώθηκαν στο Βελεστίνο από τον Μαΐο ως τον Σεπτέμβριο φαίνονται στο διάγραμμα 1.

2.2. Βιοχημική ανάλυση με ισοενζυμικά συστήματα

Μελετήθηκαν τα ισοενζυμικά συστήματα με τη μέθοδο της ηλεκτροφορήσης σε δυο διαφορετικά στάδια του βιολογικού κύκλου των πληθυσμών, στο στάδιο των τριών φύλλων (στάδιο 13) και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών (στάδιο 89).

Για την πραγματοποίηση των

ηλεκτροφορήσεων των πέντε πληθυσμών αγριοτομάτας που βρισκόταν στο στάδιο των τριών φύλλων (στάδιο 13) ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Οι σπόροι των πληθυσμών Βελεστίνου, Καρδίτσας και Ελασσόνας αναμείχθηκαν σε ένα σακουλάκι, αφού οι πληθυσμοί αυτοί δεν είχαν μορφολογική παραλλακτικότητα. Οι σπόροι των πληθυσμών Τρικάλων και Ξάνθης, αφού οι πληθυσμοί αυτοί είχαν ενδοπληθυσμιακή παραλλακτικότητα, διαιρέθηκαν σε δυο μέρη, όσοι ήταν και οι υποπληθυσμοί. Για την απόκτηση του υλικού του πειράματος σπόροι οι οποίοι συγκομίστηκαν από τα φυτά του αγρού τον Σεπτέμβριο, μετά από έκθεση τους σε χαμηλές θερμοκρασίες (4°C) σε ψυγείο, για δυο μήνες, από τον Ιανουάριο ως το Φεβρουάριο για το σπάσιμο του λήθαργου, σπάρθηκαν σε γλαστράκια (με διάμετρο 9cm και βάρος χώματος 100g). Οι σπόροι του κάθε πληθυσμού σπάρθηκαν σε δυο γλαστράκια σε κάθε ένα από τα οποία σπάρθηκαν σπόροι οι οποίοι προέρχονταν από μορφολογικά όμοια φυτά του κάθε πληθυσμού. Για κάθε ένα από τους πληθυσμούς Καρδίτσας, Βελεστίνου και Ελασσόνας οι σπόροι και στα δυο γλαστράκια προέρχονταν από το ίδιο μείγμα, αφού οι πληθυσμοί αυτοί ήταν μορφολογικά ομοιογενείς, ενώ για κάθε ένα από τους πληθυσμούς Τρικάλων και Ξάνθης στο κάθε γλαστράκι σπάρθηκαν οι σπόροι του κάθε υποπληθυσμού, αφού αυτοί οι πληθυσμοί ήταν μορφολογικά ετερογενείς. Από τον κάθε πληθυσμό χρησιμοποιήθηκαν δυο δείγματα καθένα από τα οποία προέρχονταν και από ένα γλαστράκι, έτσι η ηλεκτροφόρηση αποτελούνταν από έντεκα δείγματα, τα δέκα από τα οποία προέρχονταν από τους πέντε πληθυσμούς της μελέτης και το ενδέκατο από την καλλιεργούμενη τομάτα (*Lycopersicon esculentum*) που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας.

Τα ηλεκτροφορητικά πρότυπα των πληθυσμών αναλύθηκαν για δεκαεπτά ισοενζυμικά συστήματα τα οποία φαίνονται στον πίνακα 2.

Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκαν τα ηλεκτροφορητικά πρότυπα της καλλιεργούμενης τομάτας. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις τύποι πηκτής αμύλου: το Hist Gel, το Gel C και το "Standard" Gel και ένας τύπος ακρυλαμίδης. Στην κάθε πηκτή αναλύθηκαν τα εξής ισοενζυμικά συστήματα:

Στο Hist Gel τα MDH, PGM, LAP και IDH

Στο "Standard" Gel τα ADH, PGI, FDH, ENP και TPI

Στο Gel C τα 6-PGD, ACO και SKDH

Στην ακρυλαμίδα τα GOT, ADH, EST, PRX, ACP, SOD.

Η παρασκευή των δειγμάτων, οι ηλεκτροφορήσεις και οι χρώσεις έγιναν σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται από τον Wentel et al (11).

Στις ηλεκτροφορήσεις που πραγματοποιήθηκαν όταν οι πέντε πληθυσμοί αγριοτομάτας βρισκόταν στο

Πίνακας 2. Τα ισοενζυμικά συστήματα στα οποία αναλύθηκαν τα ηλεκτροφορητικά πρότυπα των πληθυσμών της αγριοτομάτας του σταδίου των τριών φύλλων (στάδιο 13) .

ACO	Aconitase	Ακονιτάση
ADH	Alcohol dehydrogenase	Αλκοολική αφυδρογονάση
ACP	Acetate phosphate	Οξική φωσφατάση
ENP	Endopeptidase	Ενδοπεπτιδάση
EST	Esterase	Εστεράση
FDH	Formate dehydrogenase	Αφυδρογονάση μυρμικικού οξέος
GOT	Glutamate oxaloacetate transaminase	Γλουταμινική οξαλοξική τρανσαμινάση
IDH	Isocitric dehydrogenase	Ισοκιτρική αφυδρογονάση
LAP	Leucine aminopeptidase	Αμινοπεπτιδάση λευκίνης
MDH	Malate dehydrogenase	Μηλική αφυδρογονάση
6-PGD	6-Phosphogluconate dehydrogenase	Αφυδρογονάση 6-φωσφογλυκονικού οξέος
STD GPI PGI	Phosphoglucose isomerase	Ισομεράση φωσφορικής γλυκόζης
PGM	Phosphoglucomutase	Φωσφογλυκομουτάση
PRX	Peroxidase	Περοξειδάση ή Υπεροξειδάση
SKDH	Sikimic dehydrogenase	Αφυδρογονάση του σικιμικού οξέος
SOD	Superoxide dismutase	Υπεροξειδάση των ριζών οξυγόνου
TPI	Triose phosphate isomerase	Ισομεράση φωσφορικής τριόζης

Πίνακας 3. Τα ισοενζυμικά συστήματα στα οποία αναλύθηκαν τα ηλεκτροφορητικά πρότυπα των πληθυσμών της αγριοτομάτας του σταδίου της πλήρης ωρίμανσης των καρπών (στάδιο 89) .

CAT	Catalase	Καταλάση
EST	Esterase	Εστεράση
GOT	Glutamate Oxaloacetate Transaminase	Γλουταμινική Οξαλοξική Τρανσαμινάση

στάδιο της πλήρης ωρίμανσης των καρπών (στάδιο 89), χρησιμοποιήθηκαν τα φυτά από τον αγρό. Πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις για το κάθε ισοενζυμικό σύστημα. Για τον κάθε πληθυσμό στις δυο από τις τρεις επαναλήψεις των ηλεκτροφορήσεων χρησιμοποιήθηκαν δυο δείγματα, ενώ στην τρίτη χρησιμοποιήθηκαν τρία δείγματα, τα οποία κωδικοποιήθηκαν από το ένα ως το δέκα ή το δεκαπέντε αντίστοιχα για διευκόλυνση των παρατηρήσεων. Το κάθε δείγμα σε κάθε ηλεκτροφορητικό πρότυπο προερχόταν και από διαφορετικό φυτό για την παρατήρηση της ύπαρξης παραλλακτικότητας εντός του πληθυσμού.

Τα ηλεκτροφορητικά πρότυπα των πληθυσμών αναλύθηκαν για τρία ισοενζυμικά συστήματα, τα οποία φαίνονται στον πίνακα 3. Ως μάρτυρας σε όλες τις ηλεκτροφορήσεις που διενεργήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν τα ηλεκτροφορητικά πρότυπα ενός συγκεκριμένου φυτού από τον πληθυσμό της Ξάνθης. Τα φύλλα ήταν το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των δειγμάτων τα οποία παρασκευάστηκαν σύμφωνα με τον Υψηλάντη (12). Η παρασκευή των ρυθμιστικών διαλυμάτων της πηκτής και των δοχείων της ηλεκτροφόρησης, η παρασκευή της πηκτής, οι ηλεκτροφορήσεις και οι χρώσεις έγιναν σύμφωνα με τον Candy κ.α. (1)

3. Αποτελέσματα

3.1. Μορφολογία πληθυσμών *Solanum nigrum*

Ως προς τη μορφή αύξησης-ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος οι πληθυσμοί που μελετήθηκαν κυμάνθηκαν από έρποντες έως όρθιοι, όπως φαίνεται από τη γωνία που σχηματίζει ο πλάγιος άξονας με τον νοητό κάθετο άξονα (ύψος φυτού). Την πιο έρπουσα ανάπτυξη είχαν οι πληθυσμοί Βελεστίνου και Τρικάλων, ακολουθούσαν οι πληθυσμοί Ξάνθης, Καρδίτσας και τέλος της Ελασσόνας (Πιν.4).

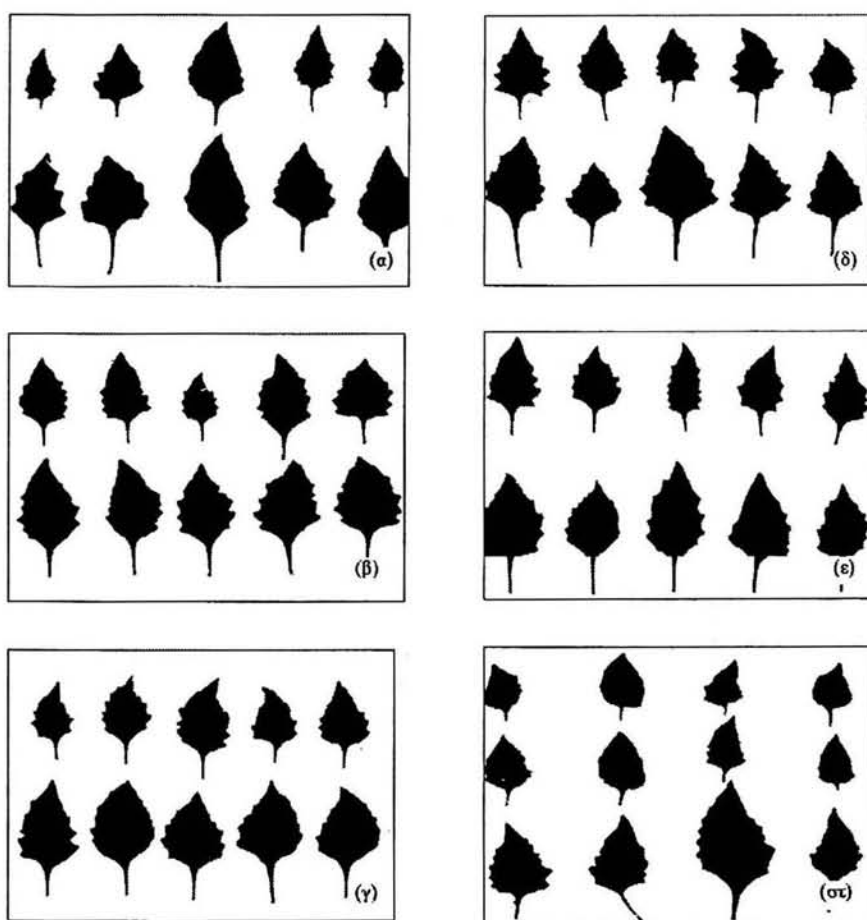
Παρατηρήθηκε μεγάλη ενδοπληθυσμιακή παραλλακτικότητα ως προς τη μορφή και το μέγεθος των φύλλων και δεν ήταν εφικτό να προσδιορισθούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των φύλλων που θα μπορούσαν να την περιγράψουν (Εικ. 1). Γενικά, τα ώριμα φύλλα όλων των πληθυσμών ήταν απλά, έμμισχα, ωοειδή-τριγωνικά, με περιφέρεια ελαφρά κυματιστή. Επίσης παρατηρήθηκε η ύπαρξη τριχών στα φύλλα και τους βλαστούς χωρίς να παρατηρηθούν διαφορές μεταξύ και εντός των πληθυσμών.

Το χρώμα των φύλλων παρουσίασε διάφορες αποχρώσεις του πράσινου με μικρές διαφορές μεταξύ τους. Στους πληθυσμούς Βελεστίνου και Τρικάλων τα φύλλα ήταν πιο σταχτιά-πράσινα σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Οι άλλοι πληθυσμοί είχαν έντονα πράσινα φύλλα. Τα φύλλα του πληθυσμού Ξάνθης είχαν μια απόχρωση του μωβ γεγονός που είχε ως συνέπεια την εμφάνιση ενός έντονου πράσινου χρώματος.

Στον πληθυσμό Ξάνθης παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς το σχήμα των νεαρών φύλλων και με βάση αυτό το χαρακτηριστικό χωρίστηκε σε δυο υποπληθυσμούς. Στον ένα υποπληθυσμό τα νεότερα φύλλα έως το τρίτο με τέταρτο γόνατο από την κορυφή δεν παρουσίαζαν σχεδόν καθόλου κυματισμό στην περιφέρεια, ενώ στα φυτά

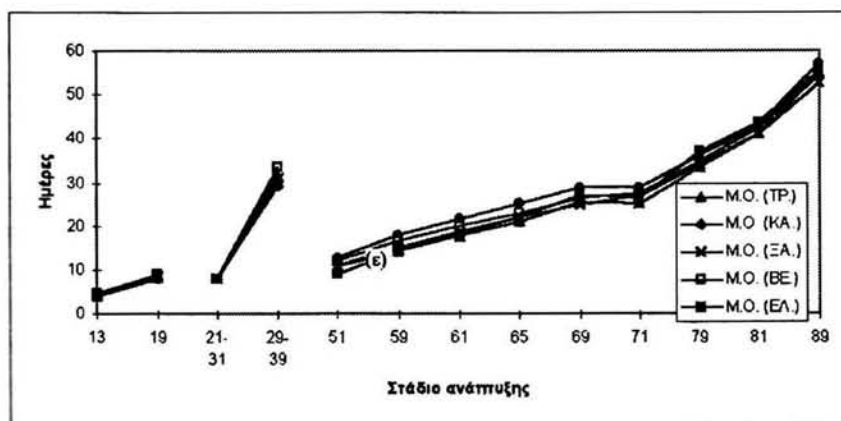
Πίνακας 4. Μέσοι όροι και η τυπικό σφάλμα του ύψους των φυτών (νοητός κάθετος άξονας) και του μήκους των πλάγιων βλαστών, καθώς και του τύπου ανάπτυξης των φυτών για κάθε πληθυσμό με βάση τη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του νοητού κάθετου άξονα και των πλάγιων βλαστών .

Πληθυσμός	Ύψος φυτού		Μήκος πλάγιου βλαστού		Γωνία ανάπτυξης
	cm	CV	cm	CV	
Τρικάλων	47,33 ± 9,46	20,0	57,81 ± 18,24	31,6	35°
Καρδίτσας	44,67 ± 13,07	29,3	51,42 ± 14,99	29,2	30°
Ξάνθης	52,38 ± 10,27	19,6	61,09 ± 11,67	19,1	31°
Βελεστίνου	42,32 ± 8,21	19,4	54,84 ± 7,36	13,4	39°
Ελασσόνας	52,88 ± 13,32	25,0	60,59 ± 12,87	21,2	29°



Εικόνα 1. Παραλλακτικότητα ως προς τη μορφή των φύλλων εντός και μεταξύ των πληθυσμών του *Solanum nigrum* (α) Τρίκαλα, (β) Καρδίτσα, (γ) Ξάνθη, (δ) Βελεστίνο, (ε) Ελασσόνα και (στ) Ξάνθη.

Η πορεία αύξησης-ανάπτυξης των πληθυσμών της μελέτης εμφανίζεται στο Διαγρ.2. Η γραφική παράσταση μπορεί να μελετηθεί σε τρία τμήματα - φάσεις τα οποία είναι: από το στάδιο των τριών φύλλων (στάδιο 13) ως το στάδιο των εννέα φύλλων (στάδιο 19), από το στάδιο του πρώτου πλάγιου κλάδου (στάδιο 21) και πρώτου γονάτου (στάδιο 31) έως το στάδιο του ενάτου πλάγιου κλάδου (στάδιο 29) ή το στάδιο του ενάτου γονάτου (στάδιο 39) και από το στάδιο της εμφάνισης της ταξιανθίας (στάδιο 51) ως το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών (στάδιο 89). Σύμφωνα με τα δεδομένα η πορεία ανάπτυξης ήταν πρακτικά η ίδια για όλους τους πληθυσμούς (Διαγρ.2).



Διάγραμμα 2. Συγκριτική πορεία ανάπτυξης των πέντε πληθυσμών του *Solanum nigrum* της μελέτης.

του άλλου υποπληθυσμού τα νεαρά φύλλα παρουσίαζαν κυματισμό όμοιο με εκείνο που παρατηρήθηκε και στους υπόλοιπους πληθυσμούς (Εικ. 1, στ).

Τα άνθη σε όλους τους πληθυσμούς είχαν στεφάνη ακτινωτή λευκού χρώματος και στο κέντρο είχαν κίτρινο χρώμα ενώ η ταξιανθία ήταν βότρυς.

Ο καρπός, ράγα, κατά την ωρίμανση είχε γενικά χρώμα θαμπό πορφυρό-μαύρο ή κίτρινο σε ορισμένα φυτά του πληθυσμού από τα Τρίκαλα και το τελικό μέγεθος τους ήταν περίπου 1-1,5 cm. Ο αριθμός των καρπών ανά ταξιανθία ήταν 8 με 10.

Τα φυτά του πληθυσμού των Τρικάλων που κατά την ωρίμανση είχαν κίτρινους καρπούς δεν διέφεραν μορφολογικά σε κανένα από τα άλλα χαρακτηριστικά σε σύγκριση τόσο με τα υπόλοιπα φυτά του ίδιου πληθυσμού όσο και με τα φυτά των άλλων πληθυσμών.

3.2 Βιολογία πληθυσμών *Solanum nigrum*

Ειδικότερα, παρατηρήθηκε ότι τα στάδια του πρώτου πλάγιου κλάδου (στάδιο 21) και πρώτου γονάτου (στάδιο 31) συμπίπτουν, όπως και τα στάδια του ενάτου πλάγιου κλάδου (στάδιο 29) και του ενάτου γονάτου (στάδιο 39) (Διαγρ.2).

Ο αριθμός των ημερών που απαιτούνται για κάθε στάδιο ανάπτυξης εμφανίζεται στον πίνακα 5. Σύμφωνα με τα δεδομένα παρατηρήθηκαν διαφορές στον αριθμό των ημερών. Έτσι οι πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά ως προς τον μέσο όρο του αριθμού των η-

Πίνακας 5. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα για τον αριθμό των ημερών που απαιτούνται για τα διάφορα στάδια του βιολογικού κύκλου σε πέντε πληθυσμούς αγριοτομάτας.

Στάδιο	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ										Σημ/τα
	Τρίχαλα	CV	Καρδίτσα	CV	Εάνθη	CV	Βελεστίνο	CV	Ελασσόνα	CV	
13	4,1 ± 0,73	18	4 ± 0	0	4,3 ± 1,03	24	4,5 ± 1,35	30	4,4 ± 1,23	28	ns
19	8,2 ± 1,28	16	8 ± 0	0	8,5 ± 1,8	21	8,9 ± 2,36	27	8,7 ± 2,15	25	ns
21-31	8 ± 0	0	8 ± 0	0	8 ± 0	0	8 ± 0	0	8 ± 0	0	ns
29-39	31,6 ± 5,81	18	29,6 ± 2,02	7	31,1 ± 5,35	17	33,6 ± 6,53	19	30,7 ± 3,06	10	ns
51	10,6 ± 2,94 bc	28	12,8 ± 2,61 ab	20	11,1 ± 2,49 abc	23	12,1 ± 2,86 abc	24	9 ± 3,74 c	41	*
59	14,2 ± 2,68 c	19	18 ± 3,32 ab	18	15,1 ± 1,87 bc	12	16,6 ± 3,46 abc	21	14,7 ± 5,30 bc	36	*
61	17,5 ± 3,23 c	18	21,5 ± 2,91 ab	14	18,7 ± 2,41 bc	13	19,8 ± 3,32 abc	17	17,9 ± 5,14 bc	29	*
65	20,8 ± 3,57 b	17	25,1 ± 3,00 ab	12	21,8 ± 2,32 b	11	22,9 ± 3,04 ab	13	21,9 ± 5,93 b	27	*
69	25,6 ± 4,60 bc	18	28,7 ± 2,77 abc	10	24,9 ± 2,78 c	11	26,7 ± 3,57 abc	13	27,2 ± 5,61 abc	21	*
71	25,2 ± 3,56	14	29 ± 2,98	10	27 ± 3,74	14	27,5 ± 3,65	13	26,4 ± 5,28	20	ns
79	33,4 ± 2,89 b	9	36 ± 2,58 ab	7	34 ± 4,64 b	14	34,9 ± 3,32 ab	10	37,2 ± 4,94 ab	13	*
81	41,1 ± 4,92	12	43 ± 4,22	10	41 ± 4,50	11	42,3 ± 3,13	7	43,6 ± 4,32	10	ns
89	54,8 ± 6,62	12	57 ± 5,17	9	52,8 ± 5,28	10	55,2 ± 4,57	8	55,3 ± 4,65	8	ns

ns = Οι μέσοι όροι δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά,

* = διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05

μερών που απαιτούνται για την έναρξη της εμφάνισης και της πλήρους εμφάνισης της ταξιανθίας (στάδια 51 και 59, αντίστοιχα), της έναρξης, του 50% και της πλήρους άνθησης (στάδια 61, 65 και 69, αντίστοιχα) και της πλήρους καρπόδεσης (στάδιο 79) (Πιν.5).

Οι πληθυσμοί δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ως προς στους ρυθμούς ανάπτυξης από τα στάδια έναρξης της εμφάνισης ως την πλήρη εμφάνιση της ταξιανθίας (στάδιο 51 ως 59), έναρξης της άνθησης ως το πέρας της άνθησης (στάδιο 61 ως 69) και από την έναρξη ως την πλήρη καρπόδεση (στάδιο 71 ως 79) (Πιν.6).

3.3 Βιοχημική ανάλυση με ισοενζυμικά συστήματα.

Οι ηλεκτροφορήσεις που έγιναν στους πέντε πληθυσμούς της αγριοτομάτας όταν βρισκόταν στο στάδιο των τριών φύλλων (στάδιο 13), έδειξαν μεγάλη ομοιομορφία ως προς τα μελετηθέντα ένζυμα εκτός από το ένζυμο της Εστεράσης (Esterase, EST), για το οποίο παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών. Στην Εικ. 2 φαίνονται τα αποτελέσματα του ηλεκτροφορητικού διαχωρισμού για τα ένζυμα της Εστεράσης (EST), της Υπεροξειδάσης των ριζών οξυγόνου (SOD), της Γλουταμινικής οξαλοξικής τρανσαμινάσης (GOT) και της Φωσφογλυκομουτάσης (PGM). Για τα ένζυμα της Ακονιτάσης (Aconitase, ACO), της Αλκοολικής αφυδρογονάσης (Alcohol dehydrogenase, ADH), της Ενδοπεπτιδάσης (Endopeptidase, ENP), της Περοξειδάσης (Peroxidase, PRX) και της Αφυδρογονάσης του σικιμικού οξέος (Sikimic dehydrogenase, SKDH) δεν παρατηρήθηκε καμία ενζυμική δράση, ενώ η καλλιεργούμενη τομάτα (*Lycopersicon esculentum*) που χρησιμοποιήθηκε ως μάτρυρας εμφάνισε σχετικές ζώνες.

Τα αποτελέσματα του ηλεκτροφορητικού διαχωρισμού των πέντε πληθυσμών τις αγριοτομάτας όταν αυτοί βρισκόταν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών (στάδιο 89) φαίνονται στην Εικ. 3. Στις εικόνες 3(α), 3(β) και 3(γ) που αντιστοιχούν στα ηλεκτροφορήματα της Καταλάσης (CAT), της Εστεράσης (EST) και της Γλουταμινικής οξαλοακετικής τρανσαμινάσης (GOT), αντίστοιχα, φαίνεται ότι οι ενζυμικές ζώνες είναι αμυδρές και διάχυτες γεγονός που δεν μας επιτρέπει να πούμε με βεβαιότητα αν υπάρχει ή όχι παραλλακτικότητα τόσο εντός όσο και μεταξύ των πέντε πληθυσμών τις αγριοτομάτας, καθώς επίσης και για

Πίνακας 6. Οι συντελεστές συμμεταβολής για διάφορα διαστήματα του βιολογικού κύκλου των πέντε πληθυσμών τις αγριοτομάτας.

Στάδιο	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ					t-test
	Τρίκαλα	Καρδίτσα	Ξάνθη	Βελεστίνο	Ελασσόνα	
13-19	0.68	0.67	0.70	0.73	0.72	ns
21-29/31-39	2.95	2.70	2.90	3.20	2.83	ns
51-59	0.45	0.66	0.52	0.57	0.71	ns
61-69	1	0.9	0.74	0.86	1.16	ns
71-79	1.03	0.87	0.88	0.92	1.36	ns
81-89	1.71	1.75	1.47	1.61	1.47	ns

ns = Οι μέσοι όροι δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας 0.05

το πόσες ενζυμικές ζώνες έχουμε στο κάθε δείγμα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - Συμπεράσματα

4.1. Μορφολογία πληθυσμών *Solanum nigrum*

Στους πέντε πληθυσμούς που μελετήθηκαν η μορφή ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος κυμάνθηκε από έρπουσα ως όρθια, όπως έχει αναφερθεί και από τους Ogg et al, (9) (Πιν. 4).

Επίσης οι πληθυσμοί παρουσίασαν μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς τη μορφή και το μέγεθος των φύλλων εντός και μεταξύ αυτών και έτσι ήταν αδύνατο να προσδιορισθούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που να τους περιγράφουν και να χαρακτηρίζουν τον κάθε πληθυσμό, σύμφωνα και με τους Ogg et al, (9). Παρόλα αυτά, στον πληθυσμό Ξάνθης παρατηρήθηκαν δυο υποπληθυσμοί με βάση το σχήμα των νεαρών φύλλων (ως και τέταρτο γόνατο από την κορυφή). Στον ένα υποπληθυσμό τα νεότερα φύλλα έως το τρίτο με τέταρτο γόνατο από την κορυφή δεν είχαν σχεδόν καθόλου κυματισμούς στην περιφέρεια, ενώ στον άλλο υποπληθυσμό τα νεαρά φύλλα είχαν κυματιστή περιφέρεια, όπως και στους υπόλοιπους πληθυσμούς (Εικ. 1)

Όλοι οι πληθυσμοί είχαν πορφυρούς-μαύρους καρπούς κατά την ωρίμανση εκτός από τον πληθυσμό Τρικάλων, ο οποίος σε ένα μικρό ποσοστό είχε φυτά με κίτρινους κατά την ωρίμανση καρπούς, τα δεδομένα αυτά συμφωνούν με εκείνα των Ogg et al, (8).

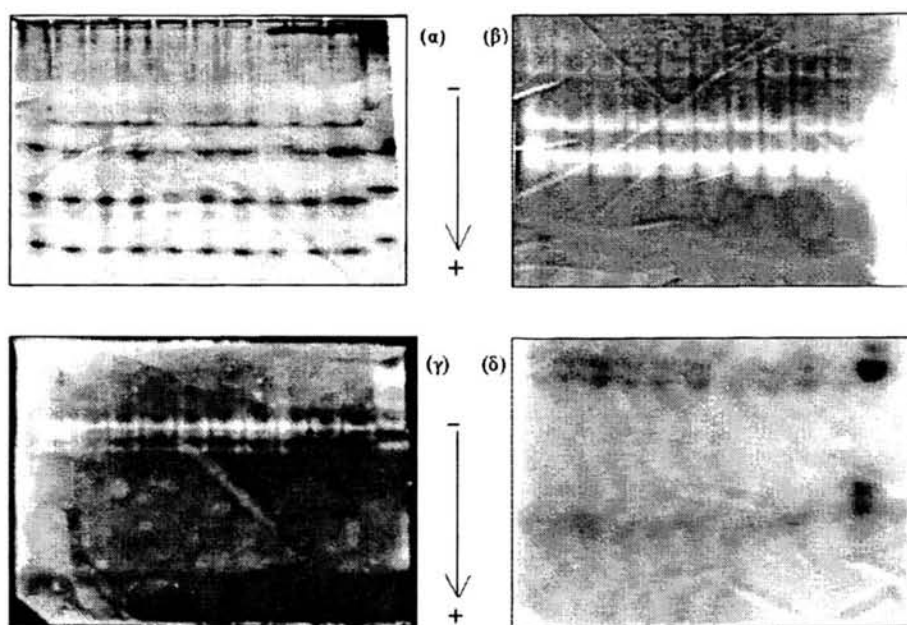
4.2. Βιολογία πληθυσμών *Solanum nigrum*

Οι πληθυσμοί διέφεραν, σημαντικά, ως προς τους χρόνους εμφάνισης και της πλήρους έκπτυξης της ταξιανθίας (στάδια 51 και 59, αντίστοιχα), της έναρξης, του 50% και της πλήρους άνθησης (στάδια 61, 65 και 69, αντίστοιχα) και τέλος στο στάδιο της πλήρους καρπόδεσης (στάδιο 79) (Πιν. 5).

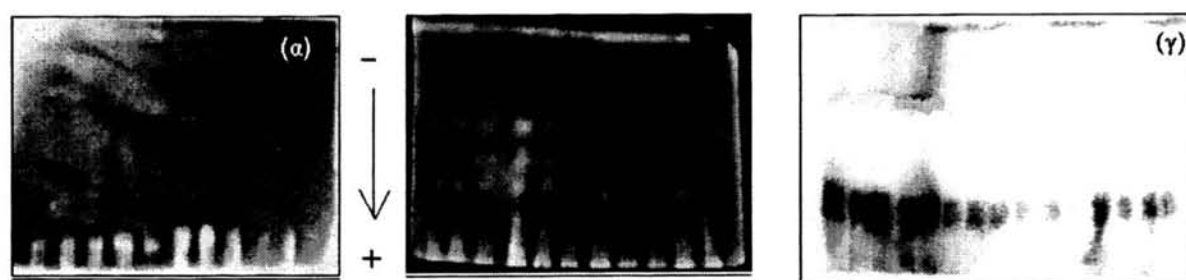
Οι πληθυσμοί δεν διέφεραν, σημαντικά ως προς τους ρυθμούς ανάπτυξης από το στάδιο της έναρξης της εμφάνισης ως την πλήρη εμφάνιση της ταξιανθίας (στάδιο 51 ως 59), της έναρξης της άνθησης ως την πλήρη άνθηση (στάδιο 61 ως 69) και από την έναρξη της καρπόδεσης ως την πλήρη καρπόδεση (στάδιο 71 ως 79) (Πιν. 6).

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι μια παράμετρος του μεγέθους της παραλλακτικότητας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βαθμός ομοιογένειας του πληθυσμού ως προς τα μελετηθέντα χαρακτηριστικά. Μεγαλύτερη παραλλακτικότητα είχε ο πληθυσμός Ελασσόνας και μικρότερη οι πληθυσμοί Καρδίτσας και Ξάνθης. Ο πληθυσμός Ελασσόνας, παρουσίασε την μεγαλύτερη παραλλακτικότητα σε σχέση με τους άλλους πληθυσμούς ως προς την εκδήλωση των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης και πιθανόν αυτό να σημαίνει ότι αποτελείται από περισσότερους υποπληθυσμούς. Το γεγονός αυτό μπορεί να μην τεκμηριώνεται με τα συγκεκριμένα δεδομένα, αλλά δεν αποκλείεται ότι αν το δείγμα ήταν μεγαλύτερο θα μπορούσαν να παρατηρηθούν. Η παραλλακτικότητα εντός των άλλων πληθυσμών φαίνεται κατ' αρχήν να αποκλείει την ύπαρξη υποπληθυσμών (Πιν.5).

Ο πληθυσμός Ξάνθης που ενώ παρουσίασε μορφολογική ανομοιογένεια δεν εμφάνισε μεγάλη διαφοροποίηση ως προς τη βιολογία. Αντίθετα ο πληθυσμός Ελασσόνας που εμφανίστηκε μορφολογικά ομοιογενής παρουσίασε μεγάλη διαφοροποίηση ως προς τη βιολογία. Αυτό μπορεί να υπονοεί ότι η μορφολογική ετερογένε-



Εικ.2. Αποτελέσματα ηλεκτροφορητικού διαχωρισμού των ενζύμων (α) EST, (β) GOT, (γ) SOD και (δ) PGM. Όπου 1, 2= πληθυσμός Τρικάλων, 3, 4=πληθυσμός Καρδίτσας, 5, 6=πληθυσμός Ξάνθης, 7, 8=πληθυσμός Βελεστίνου, 9, 10=πληθυσμός Ελασσόνας και M= Μάρτυρας (*Lycopersicum esculentum*).



Εικ. 3. Αποτελέσματα ηλεκτροφορητικού διαχωρισμού των ενζύμων (α) CAT, (β) EST, (γ).GOT. Στις εικόνες 3(α) και 3(β) όπου 1,2 = πληθυσμός Τρικάλων, 3, 4 = πληθυσμός Καρδίτσας, 5, 6 = πληθυσμός Ξάνθης, M = Μάρτυρας, 7, 8 = πληθυσμός Βελεστίνου και 9, 10 = πληθυσμός Ελασσόνας, στην εικόνα 3(γ) όπου 1, 2, 3 = πληθυσμός Τρικάλων, 4, 5, 6 = πληθυσμός Καρδίτσας, M, 7, 8 = πληθυσμός Ξάνθης, 9, 10, 11 = πληθυσμός Βελεστίνου και 12, 13, 14 = πληθυσμός Ελασσόνας

νεια δεν σημαίνει κατ' ανάγκη και βιολογική ετερογένεια ή και το αντίθετο. Πιθανολογείται ότι τα ενδεικτικά δεδομένα δεν ήταν αρκετά για την τεκμηρίωση της ομοιογένειας ή ετερογένειας.

4.3. Βιοχημική ανάλυση με ισοενζυμικά συστήματα

Οι πληθυσμοί της μελέτης δεν παρουσίασαν παραλλακτικότητα τόσο μεταξύ όσο και εντός αυτών για τα 17 από τα 18 μελετηθέντα ένζυμα. Διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο ως προς το ένζυμο της Εστεράσης (Εικ. 2). Αυτή η ομοιομορφία κυρίως εντός των πληθυσμών είναι αναμενόμενη, αφού η αγριιοτομάτα είναι αυτογονομοποιούμενο είδος.

Βρέθηκε πως οι πληθυσμοί Τρικάλων και Ξάνθης, τα φυτά των οποίων είχαν αρκετές μορφολογικές διαφορές, δεν διέφεραν από τους υπόλοιπους πληθυσμούς ως προς τα μελετηθέντα ένζυμα εκτός της Εστεράσης όπως ήδη αναφέρθηκε. Ακόμα, βρέθηκε πως πληθυσμοί που διέφεραν μεταξύ τους ως προς την εμφάνιση των διαφόρων βιολογικών σταδίων δεν διέφεραν στο επίπεδο των συγκεκριμένων ενζύμων. Αυτό δεν αποκλείει την ύπαρξη διαφορών μεταξύ ή εντός των πληθυσμών σε γενετικό επίπεδο ακόμα και των συγκεκριμένων ενζύμων. Πρακτικές αδυναμίες στην ανάγνωση και το μέγεθος του δείγματος και τα περιορισμένα δεδομένα πιθανόν να μην επέτρεψαν την εξακρίβωση τους. Η προηγούμενες ενδείξεις θα πρέπει να αποτελέσουν αφορμή περαιτέρω μελέτης για την απόκτηση νέων δεδομένων.

Variability between populations of *Solanum nigrum*, based on morphological - growth characteristics and isoenzymatic indices

S. Kouza¹, P. Lolas², C. Goulas³, G. Oikonomou⁴

SUMMARY

The morphology and biology of five populations of *Solanum nigrum*, collected in five different locations (Trikala, Karditsa, Xanthi, Velestino and Elassona) was studied in the field. Isoenzymatic indices were studied at the growth stages of three leaves in plants grown in the greenhouse and fully ripe fruit in plants grown in the field. The morphological study showed differences between and within populations. The type of growth of the above ground plant part ranged from erect (for the Velestino population) to ascending (for the Elassona population). Leaf shape and size, highly variable between populations, could not be used as a key of identification. In Xanthi population, two subpopulations were observed, based on the morphology of new leaves (down to the fourth node from the top). One subpopulation had new leaves with undulate margins (similarly as the other populations), whereas the other subpopulation had new leaves with entire margins. Only Trikala population had some fruits dull greenish – yellow at maturity, whereas the other populations had purplish – black fruits. The biological study showed that the populations differed in the time of appearance and fully emerged inflorescence, in the time of the beginning, of the 50% and the end of flowering and in the time of full fruit development. Isoenzymatic analysis revealed that the populations have no variation in the 17 of the 18 studied isoenzymes, except for the isoenzyme of Esterase.

Key words: Morphology of *Solanum nigrum*, Biology of *Solanum nigrum*, Isoenzymatic analysis of *Solanum nigrum*, *Solanum nigrum*.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1 Cardy, B.J., Stuber, C.W. and Goodman, M.M., 1981. Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from maize (*Zea mays* L.). Institute of Statistics Mineograph Series No1317.
- 2 Edmonds, J.M., 1979. Biosystematics of *Solanum* L., section *Solanum* (Maurella). Pages 529 to 548 in J. G. Hawkes, R. N. Lester, and A.D. Skelding, eds., *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae*. Academic Press, London.
- 3 Φασούλας, Α.Κ., 1992. Στοιχεία πειραματικής στατιστικής, σελ 105-106 & 118.
- 4 Φωτιάδης, Ν., 1985. Εισαγωγή στη στατιστική για βιολογικές επιστήμες, σελ.79-83 & 180-182.
- 5 Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, L., Eggers, Th., Hack, H. and Stauss, R., 1997. Use of the extended BBCH scale - general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. *Weed Research* 37:433-441.
- 6 Holm, L.G.; Plucknett, D.L; Pancho, J.V. and Herberger. J.P., 1977. *Solanum nigrum* L. Pages 430-434 in *The World's Worst Weeds. Distribution and Biology*. University of Hawaii Press.
- 7 Λόλας, Π. 2000. Ζιζάνια – Ζιζανιοκτόνα. Παν/κές σημειώσεις, σελ. 346.
- 8 Ogg, A.G., Jr.; Rogers, B.S. and Schilling, E.E., 1981. Characterization of black nightshade (*Solanum nigrum* L.) and related species in the United States. *Weed Science* 29:27-32.
- 9 Ogg, A.G., Jr. and Rogers. B.S., 1989. Taxonomy, distribution, biology, and control of black nightshade (*Solanum nigrum*) and related species in the United States and Canada. *Reviews of Weed Science* 4:25-58.
- 10 Rogers, B.S. and Ogg, A.G. Jr., 1981. Biology of weeds in the *Solanum nigrum* complex (*Solanum* section *Solanum*) in North America. Science and Education Administration, Agricultural Reviews and Manuals, Western Series, ARM-W: 23-55.
- 11 Wendel, J.F. and Weeden, N.F., 1990. Visualization and Interpretation of Plant Isozymes. *Isozymes in Plant Biology* 268:5-45.
- 12 Υψηλάντης, Κ., 1987. Παραλλακτικότητα των ισοενζυμικών γονιδίων που κωδικοποιούν τα ένζυμα της γλουταμικής-οξαλοακετικής τρανσαμινάσης (GOT), της εστεράσης (EST) και της ενδοπεπτιδάσης (ENP) σε 200 ποικιλίες κτηνοτροφικού κουνιού (*Vicia faba* L.). Πτυχιακή διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ. σελ. 1-99.

¹ *Agriculturist, M.Sc. Section of Plant Production, School of Agriculture, University of Thessaly*

² *Professor, University of Thessaly, School of Agriculture.*

³ *Professor, University of Thessaly, School of Agriculture.*

⁴ *Lecturer, Agricultural University of Athens.*

Μελέτη της επίδρασης των ανοιγμάτων αερισμού στο μικροκλίμα θερμοκηπίου μέσω αριθμητικής προσομοίωσης

Μπαρτζάνας Θωμάς¹, Κίττας Κωνσταντίνος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή εξετάζεται η επίδραση των ανοιγμάτων φυσικού αερισμού στο μικροκλίμα θερμοκηπίου με χρήση αριθμητικών μεθόδων. Οι προσομοιώσεις εκτελέστηκαν με τη χρήση ενός εμπορικού κώδικα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (Fluent). Οι οριακές συνθήκες όπως η θερμοκρασία των τοιχωμάτων, του καλύμματος, η ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου λαμβάνονται από πειραματικές μετρήσεις και αντιπροσωπεύουν μια θερμή ηλιόλουστη ημέρα. Εφαρμόζεται προσομοίωση σε δύο διαστάσεις και εξετάζονται τρεις διαφορετικοί τύποι ανοιγμάτων αερισμού, ενώ η καλλιέργεια προσομοιώνεται ως πορώδες υλικό. Η αποτελεσματικότητα του κάθε τύπου στην παροχή αερισμού (εναλλαγές αέρα) υπολογίζεται με τρόπο ανάλογο με αυτό που χρησιμοποιείται στη πειραματική μέθοδο της φθίνουσας συγκέντρωσης ενός αερίου δείκτη (CO_2) που εφαρμόζεται στις μετρήσεις αερισμού των κτιρίων. Τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται υπό μορφή γραμμών ροής, διανυσμάτων ταχύτητας και κατανομών θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα δείχνουν την επίδραση των ανοιγμάτων φυσικού αερισμού στο μικροκλίμα του θερμοκηπίου, είναι ανάλογα με αυτά που αναφέρονται στη σχετική βιβλιογραφία και μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση του σχεδιασμού των ανοιγμάτων αερισμού του θερμοκηπίου.

Λέξεις κλειδιά: θερμοκήπιο, φυσικός αερισμός, υπολογιστική ρευστοδυναμική.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο φυσικός αερισμός είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες ρύθμισης του εσωτερικού περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Η ροή αέρα, όπως αυτή δημιουργείται από τη διαφορά πιέσεων στα ανοίγματα αερισμού ή λόγω φαινομένων άνωσης, ρυθμίζει τα επίπεδα θερμοκρασίας, υγρασίας και συγκέντρωσης CO_2 στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Ο ρόλος του φυσικού αερισμού είναι ιδιαίτερα κρίσιμος σε θερμοκήπια τα οποία δεν διαθέτουν εναλλακτικούς τρόπους εξαερισμού. Στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες, οι ανάγκες για εξαερισμό είναι μεγάλες από νωρίς την άνοιξη έως αργά το φθινόπωρο. Τα περισσότερα ελληνικά θερμοκήπια χρησιμοποιούν συνήθως, ανοίγματα φυσικού αερισμού σε συνδυασμό με σκίαση οροφής (άσπρισμα). Επομένως ο σωστός σχεδιασμός των ανοιγμάτων φυσικού αερισμού είναι ιδιαίτερα κρίσιμος. Καθοριστικός όμως, είναι ο ρόλος του αερισμού και κατά τη ψυχρή περίοδο του έτους αφού χρησιμοποιείται για την αφύγρανση των θερμοκηπίων, καθώς τα υψηλά επίπεδα υγρασίας, κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας, οδηγούν σε υποβάθμιση της παραγωγής λόγω εμφάνισης μυκητολογικών ασθενειών, και δημιουργίας συνθηκών καταπόνησης στη καλλιέργεια (Baker, 1991).

Μέχρι πρόσφατα η μελέτη και προσομοίωση του φυσικού αερισμού στηριζόταν στον προσδιορισμό των συνολικών εναλλαγών αέρα (παροχή αερισμού), χρησιμοποιώντας κυρίως τη μέθοδο του αερίου δείκτη (Bot 1983, Kittas et al., 1995). Η πρόσφατη πρόοδος στη προσομοίωση των ροών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με την βοήθεια αριθμητικών μεθόδων (υπολογιστικής ρευστοδυναμικής) καθώς και με τη χρήση τρισδιάστατων ηχητικών ανεμόμετρων, (Wang 1998, Boulard 2000) επέτρεψε την καλύτερη διερεύνηση των μηχανισμών του φυσικού αερισμού. Η πρώτη προσπάθεια μελέτης του φυσικού αερισμού σε θερμοκήπια, με τη χρήση αριθμητικών μεθόδων έγινε από τους Okushima et al.(1989). Η σύγκριση, όμως, των αποτελεσμάτων της εργασίας αυτής με τα πειραματικά αποτελέσματα των Sase et al. (1984) σε θερμοκήπιο τοποθετημένο σε αεροσήραγα, δεν ήταν ικανοποιητική κυρίως λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων των τότε υπολογιστών να περιγράψουν

¹ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, Οδός Φυτόκου, 38446, Ν. Ιωνία Μαγνησίας, Τηλ: 2421-093158, 093160, E-mail: ckittas@uth.gr

με ακρίβεια το αριθμητικό πλέγμα. Οι Mistrionis et al (1997a, και 1997b) μελέτησαν τη ροή αέρα και την κατανομή της θερμοκρασίας σε φυσικά αεριζόμενα θερμοκήπια, χρησιμοποιώντας διαφορετικά προσομοιώματα τύρβης. Τα αποτελέσματα τους συμφωνούσαν με ανάλογα πειραματικά που έγιναν είτε σε αεροσήραγα (Sase et al., 1984) είτε σε θερμοκήπια με πραγματικές διαστάσεις με τη χρήση τρισδιάστατων ηχητικών ανεμόμετρων (Boulard et al., 1997). Τέλος, οι Boulard et al.(1999), χρησιμοποίησαν έναν εμπορικό κώδικα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής για τη μελέτη της ροής του αέρα σε φυσικά αεριζόμενο θερμοκήπιο καθώς και σε κλειστό θερμοκήπιο.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ένας εμπορικός κώδικας υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (Fluent), με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης της θέσης και του τύπου των ανοιγμάτων φυσικού αερισμού στις ροές ενέργειας και μάζας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ

Η εξίσωση του Bernoulli, η οποία ευρέως χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της παροχής αερισμού σε θερμοκήπια δεν επιτρέπει τη διερεύνηση της κατανομής των διαφόρων ροών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Για να γίνει δυνατή η διερεύνηση των διαφορετικών πεδίων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου είναι απαραίτητη η επίλυση των εξισώσεων, συνήθως διαφορικών, που περιγράφουν τα φαινόμενα μεταφοράς. Οι εξισώσεις αυτές δίνουν μια αναπαράσταση στο χώρο και το χρόνο των διαφόρων εξαρτημένων μεταβλητών. Οι εξισώσεις αυτές λόγω της μη γραμμικότητας τους δεν μπορούν να λυθούν αναλυτικά. Προσεγγίζονται όμως υπολογιστικά με τη βοήθεια αριθμητικών μεθόδων. Η βασική ιδέα της μεθοδολογίας αριθμητικής επίλυσης των διαφορικών εξισώσεων είναι η αντικατάσταση τους με αλγεβρικές εξισώσεις οι οποίες όταν επιλυθούν με την βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή δίνουν αριθμητικά τις τιμές των ταχυτήτων ή άλλων χαρακτηριστικών μεγεθών σε διακριτές θέσεις μέσα στο πεδίο ροής. Αρχικά οι εξισώσεις διακριτοποιούνται (δηλαδή μετατρέπονται σε μορφή που μπορεί να επιλυθεί αριθμητικά, π.χ. γραμμικές αλγεβρικές εξισώσεις) σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου ή/και του χρόνου που αποτελούν το υπολογιστικό πλέγμα. Στη συνέχεια οι εξισώσεις επιλύονται και οι άγνωστες μεταβλητές παρουσιάζονται ως διακριτές τιμές και όχι ως συνεχείς συναρτήσεις.

Η εξίσωση που περιγράφει τα φαινόμενα μεταφοράς στις τρεις διαστάσεις έχει την εξής μορφή:

$$\frac{\partial(U\Phi)}{\partial x} + \frac{\partial(V\Phi)}{\partial y} + \frac{\partial(W\Phi)}{\partial z} = \Gamma \nabla^2 \Phi + S_{\Phi} \quad (1)$$

όπου U, V, W είναι οι μέσες χρονικές ταχύτητες κατά τους άξονες X, Y, Z αντίστοιχα, Γ είναι ο συντελεστής μεταφοράς και S_{Φ} είναι ένας όρος που εκφράζει την πηγή δημιουργίας της ποσότητας Φ όπου Φ μπορεί να είναι η θερμοκρασίας, η ορμή κ.λ.π.. Για παράδειγμα στην περίπτωση διατήρησης της μάζας (εξίσωση της συνέχειας) η ποσότητα Φ αντιστοιχεί στην πυκνότητας ρ. Αν το μεταφερόμενο μέγεθος είναι η ορμή τότε η ποσότητα Φ αντιστοιχεί στο ρv. Στην περίπτωση αυτή η εξίσωση (1) αντιπροσωπεύει τις τρεις εξισώσεις διατήρησης της ορμής (εξισώσεις Navier – Stokes) που αντιστοιχούν στις τρεις εξισώσεις του διανύσματος.

Η επίλυση των εξισώσεων γίνεται πάνω σε ένα διακριτό σύνολο σημείων που περιγράφει τον χώρο, το υπολογιστικό πλέγμα, πάνω στα οποία θα επιλυθούν αριθμητικά οι διακριτοποιημένες εξισώσεις που περιγράφουν το κάθε πρόβλημα. Η διακριτοποίηση των εξισώσεων γίνεται με διάφορες μεθόδους όπως οι πεπερασμένες διαφορές, τα πεπερασμένα στοιχεία, οι πεπερασμένοι όγκοι κ.λ.π. Στην παρούσα εργασία η διακριτοποίηση των εξισώσεων έγινε με τη μέθοδο των πεπερασμένων όγκων (Patankar, 1980). Η επίδραση εξωτερικών παραγόντων στη ροή, όπως η ταχύτητα του ανέμου, η ηλιακή ακτινοβολία, και η θερμοκρασία, ενσωματώνονται στις αντίστοιχες οριακές συνθήκες.

Στην περίπτωση χρησιμοποίησης υπολογιστικών πλεγμάτων των οποίων οι διαστάσεις των κελιών τους είναι μεγαλύτερες από την κλίμακα του Kolmogorogon (1941α και 1941β) είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση κάποιου προσομοιώματος τύρβης το οποίο έχει προκύψει από τον επιμερισμό των τάσεων Reynolds. Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών το πιο δημοφιλές προσομοίωμα που έχει επικρατήσει είναι το k-ε προσομοίωμα (Launder and Spalding, 1974), ενώ οι εξισώσεις που το περιγράφουν μπορούν να βρεθούν στους Mohammadi and Pironneau (1994). Στο προσομοίωμα αυτό η τυρβώδης δυναμική περιγράφεται από δύο επιπλέον εξισώσεις μεταφοράς που είναι συζευγμένες με τις εξισώσεις που περιγράφουν την ροή (Navier-Stokes). Οι δύο

αυτές εξισώσεις εκφράζουν τη διατήρηση δύο φαινομενολογικών ποσοτήτων, της τυρβώδους κινητικής ενέργειας k , και του ρυθμού απώλειας της, ϵ . Το βασικό πλεονέκτημα του προσομοιώματος αυτού είναι ότι δεν απαιτεί τον ορισμό επιπλέον εμπειρικών παραμέτρων.

Για να συμπεριληφθεί η επίδραση των καλλιέργειας ως αντίσταση στη ροή του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, η καλλιέργεια προσομοιώθηκε ως πορώδες υλικό και χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση των Darcy – Forcheimer (Fluent, 1998). Η καλλιέργεια ήταν τομάτα και οι τιμές για την διαπερατότητα και τον συντελεστή απώλειας της ορμής υπολογίστηκαν για μια καλά ανεπτυγμένη καλλιέργεια με δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) ίσο με 4 (Bartzanas et al., 2002).

Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα υπολογίστηκε με τρόπο ανάλογο με αυτόν που εφαρμόζεται και στη πειραματική μέθοδο υπολογισμού των ανανεώσεων του αέρα σε κτίρια, δηλαδή χρησιμοποιώντας κάποιο αέριο δείκτη (στην συγκεκριμένη περίπτωση το CO_2) και εκτιμώντας την μεταβολή της συγκέντρωσης του με το χρόνο. Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την εξίσωση της συνέχειας για κάθε κελί χωριστά:

$$\frac{dC}{dt} = -\phi F dS \quad (2)$$

όπου C είναι η συγκέντρωση του αερίου στο κελί, S είναι η επιφάνεια του κάθε κελιού, και F είναι το ολοκλήρωμα της συγκέντρωσης του αερίου. Αρχικά όλα τα κελιά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου θεωρείται ότι έχουν συγκέντρωση ίση με τη μονάδα και όλα τα εξωτερικά έχουν μηδενική συγκέντρωση του αερίου. Αφού εξαχθεί μια λύση του προβλήματος σε σταθερές συνθήκες (steady – state) η λύση μετατρέπεται σε χρονικά μεταβαλλόμενη (unsteady) και ορίζεται ένα χρονικό βήμα. Με τον τρόπο αυτό η εξίσωση της συνέχειας λύνεται ως διαφορική εξίσωση συναρτήσει του χρονικού βήματος που επιλέχθηκε. Η συγκέντρωση του αερίου στο εσωτερικό του θερμοκηπίου μειώνεται ανάλογα με την «τοπική» τιμή της ταχύτητας του αέρα σε κάθε κελί.

Για την εφαρμογή της μεθόδου επιλέχθηκαν δέκα (10) σημεία, τυχαία κατανομημένα, στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και προσδιοριζόταν η μεταβολή της συγκέντρωσης του CO_2 κάθε δευτερόλεπτο. Η μέση τιμή των συγκεντρώσεων του αερίου στα δέκα αυτά σημεία ακολουθεί σε σχέση με το χρόνο μια εκθετική συνάρτηση της μορφής:

$$\bar{C}(t) = \bar{C}(0)e^{-Rt} \quad (3)$$

όπου $C(0)$ είναι η αρχική συγκέντρωση του αερίου (σε χρόνο $t = 0$), $C(t)$ η συγκέντρωση του αερίου σε χρόνο t και R ο ρυθμός με τον οποίο μειώνεται η συγκέντρωση του αερίου, δηλαδή ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα θερμοκηπίου, σε εναλλαγές του όγκου του αέρα του θερμοκηπίου ανά ώρα.

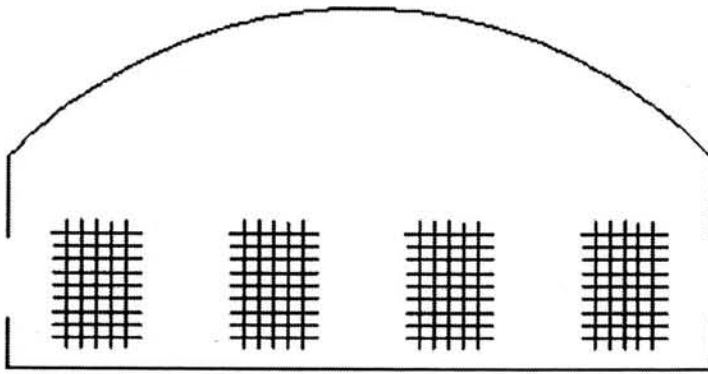
ΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Τρεις διαφορετικοί συνδυασμοί ανοιγμάτων αερισμού διερευνήθηκαν και όλες οι προσομοιώσεις εκτελέστηκαν σε δύο διαστάσεις. Ο τύπος του θερμοκηπίου ήταν σε όλες τις περιπτώσεις τροποποιημένο τοξωτό θερμοκήπιο.

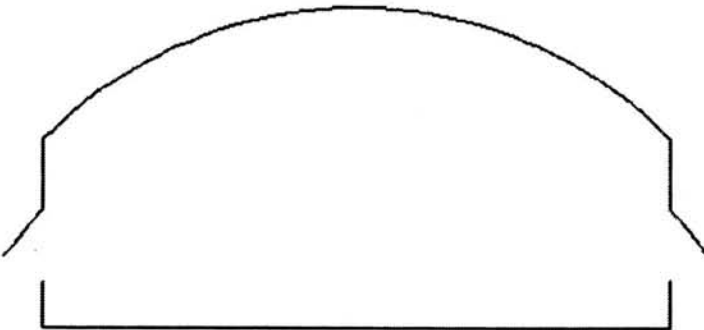
Περίπτωση I: Συνεχή ανοίγματα αερισμού τοποθετημένα στο μέσο των πλευρών.

Περίπτωση II: Συνεχή παράθυρα αερισμού τοποθετημένα στο μέσο των πλευρών. *Περίπτωση III:* Συνδυασμός πλαισίων ανοιγμάτων αερισμού της πρώτης περίπτωσης με συνεχές άνοιγμα οροφής.

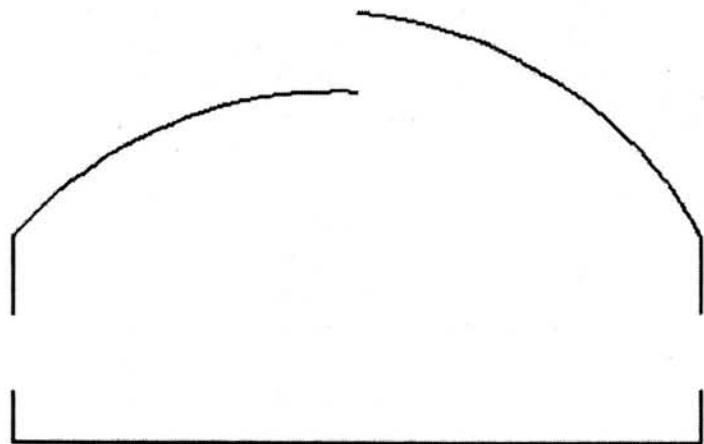
Η γεωμετρία των τριών συνδυασμών παρουσιάζεται στο Σχήμα 1 ενώ για την πρώτη περίπτωση φαίνεται και η θέση της καλλιέργειας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Τα όρια του υπολογιστικού πεδίου (80m X 30m) ήταν μεγαλύτερα από τις διαστάσεις του θερμοκηπίου σε κάθε περίπτωση, έτσι ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα παρεμπόδισης της ροής. Χρησιμοποιήθηκε ανομοιόμορφο αριθμητικό πλέγμα, με πολλά σημεία συγκεντρωμένα κοντά στα τοιχώματα του θερμοκηπίου όπου και αναμένεται να εμφανιστούν στρόβιλοι. Αντίθετα στις περιοχές μακριά από το θερμοκήπιο τα σημεία ήταν λιγότερα αφού εκεί δεν απαιτείται λεπτομερής περιγραφή της ροής. Σε όλες τις περιπτώσεις η διεύθυνση του εξωτερικού αέρα ήταν κάθετη στα ανοίγματα αερισμού. Το μέτωπο του ανέμου στην είσοδο του υπολογιστικού χώρου προσομοιώθηκε με τον ορισμό καταλ-



I πλαϊνά ανοίγματα



II πλαϊνά παράθυρα



III πλαϊνά και άνοιγμα οροφής,

Σχήμα 1. Γεωμετρία των τριών συνδυασμών που μελετήθηκαν.

του θερμοκηπίου. Το μέτρο της ταχύτητας του αέρα είναι ιδιαίτερα μεγάλο στην περιοχή στην οποία βρίσκεται η καλλιέργεια (0.3 – 1.2 m/s) ενώ αντιθέτως μειώνεται σημαντικά στο χώρο του θερμοκηπίου πάνω από τα ανοίγματα αερισμού. Παρόμοια, ποιοτικά, ήταν και η ροή του αέρα που παρατηρήθηκε πειραματικά σε παρόμοιο τύπο θερμοκηπίου από τους Montero et al. (2001).

Με σκοπό την αποτροπή του απευθείας ρεύματος αέρα, από το προσήνεμο άνοιγμα στην περιοχή της καλλιέργειας, έγινε τροποποίηση του τύπου του ανοίγματος αερισμού χρησιμοποιώντας παράθυρα που σχηματίζουν γωνία με τον κατακόρυφο άξονα του θερμοκηπίου (Περίπτωση II). Τα διανύσματα της ταχύτητας του

λήλων οριακών συνθηκών για την ταχύτητα του ανέμου υιοθετώντας την λογαριθμική εξάρτηση της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος (Richards and Hoxey 1993). Οι πλευρές του θερμοκηπίου θεωρήθηκαν αδιαβατικές ενώ η οροφή και το έδαφος του θερμοκηπίου προσομοιώθηκαν ως επιφάνειες σταθερής θερμοροής, αφού τόσο η οροφή όσο και το έδαφος απορροφούν ένα μέρος της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και το επανεκπέμπουν με την μορφή αισθητής θερμότητας. Οι οριακές αυτές συνθήκες προέρχονται από τον μέσο όρο πειραματικών μετρήσεων για ένα χρονικό διάστημα δύο μηνών (Ιούνιος - Ιούλιος 2000) οι οποίες ελήφθησαν σε πειραματικό θερμοκήπιο, με καλλιέργεια τομάτας, η γεωμετρία του οποίου αντιστοιχούσε στην πρώτη εξεταζόμενη περίπτωση. Καθώς οι προσομοιώσεις εκτελέστηκαν σε σταθερές συνθήκες (steady-state) οι τιμές των οριακών συνθηκών προήλθαν από τον μέσο όρο πειραματικών τιμών που αντιστοιχούσαν σε σταθερές εξωτερικές κλιματικές συνθήκες (σταθερή διεύθυνση και ταχύτητα του αέρα και σταθερή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας). Συνοπτικά οι τιμές των οριακών συνθηκών που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και οι διαστάσεις των θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον πίνακα I.

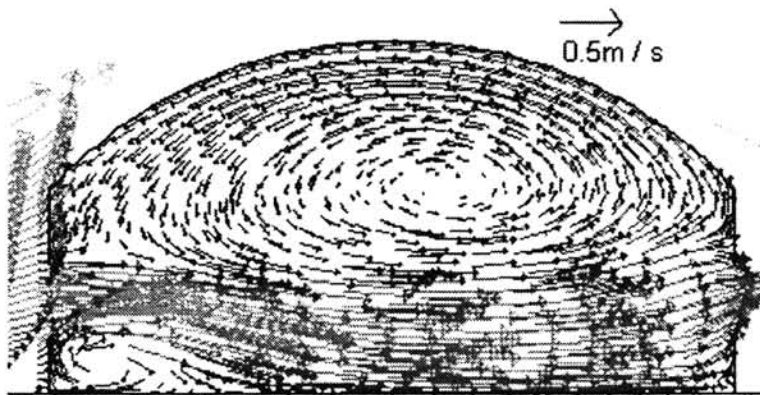
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Επίδραση των ανοιγμάτων αερισμού στη ροή του αέρα.

Η διαφορετική θέση και ο τύπος των ανοιγμάτων αερισμού έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικές κατανομές της ροής του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Το Σχήμα 2 παρουσιάζει τα διανύσματα της ταχύτητας του αέρα για την Περίπτωση I (πλαϊνά ανοίγματα). Στην περίπτωση αυτή το κύριο ρεύμα του αέρα διασχίζει το χώρο του θερμοκηπίου εισερχόμενο από το προσήνεμο άνοιγμα αερισμού και εξέρχεται από το απέναντι, με μια μικρή ανακυκλοφορία του αέρα στην οροφή

Πίνακας I. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θερμοκηπίου και οριακές συνθήκες.

Παράμετρος	Αριθμητική τιμή	Μονάδα
Πλάτος	8	m
Ύψος ορθοστάτη	2.4	m
Ύψος κορφιά	4.1	m
Ύψος ανοιγμάτων αερισμού	0.9	m
Θερμοκρασία αέρα	300	K
Ταχύτητα του αέρα (κάθετη στα ανοίγματα)	3	m/s
Σχετική υγρασία αέρα	50	%
Θερμοκρασία οροφής θερμοκηπίου	305	K
Ροή θερμότητας από το έδαφος του θερμοκηπίου	220	W/m ²
Θερμοκρασία εξωτερικού εδάφους	303	K
Θερμοκρασία οροφής θερμοκηπίου	305	K
Φυλλική επιφάνεια καλλιέργειας	4	
Διαπερατότητα καλλιέργειας	0.395	
Συντελεστής απώλειας ορμής καλλιέργειας	0.2	
Διαπνοή καλλιέργεια	200	W/m ²
Ροή θερμότητας από την καλλιέργεια	150	W/m ²



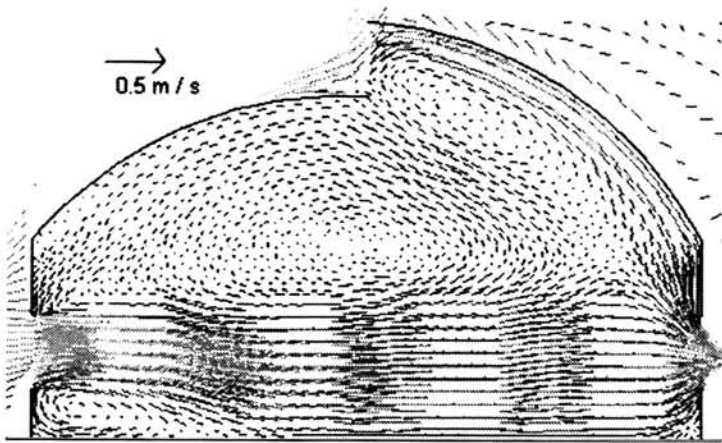
Σχήμα 2. Διανύσματα της ταχύτητας του αέρα για την πρώτη περίπτωση.



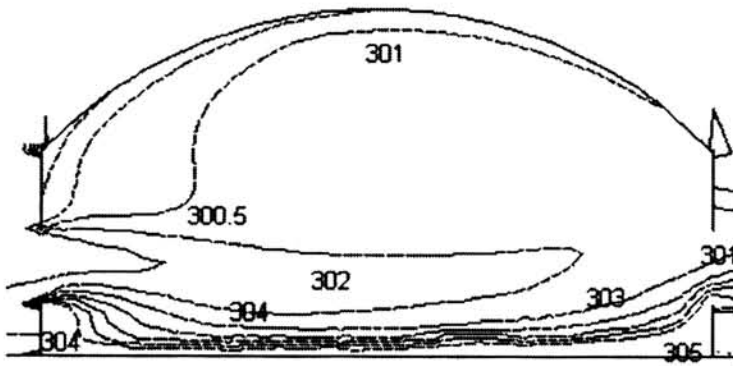
Σχήμα 3. Διανύσματα της ταχύτητας του αέρα για την δεύτερη περίπτωση.

αέρα για την περίπτωση αυτή παρουσιάζονται στον Σχήμα 3, όπου φαίνεται ότι η ροή του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου είναι διαφορετική. Ο εισερχόμενος αέρας από το προσήνεμο άνοιγμα μετακινείται απευθείας προς την οροφή του θερμοκηπίου οδηγούμενος από το άνοιγμα αερισμού, και ακολουθεί κυρίως την εσωτερική πλευρά των τοιχωμάτων του θερμοκηπίου. Στην περιοχή στην οποία βρίσκεται η καλλιέργεια παρατηρείται μια δευτερεύουσα κίνηση ανακυκλοφορίας του αέρα ενώ το μέτρο της ταχύτητας του αέρα είναι σημαντικά μικρότερο από το μέτρο της ταχύτητας του αέρα στον χώρο πάνω από την καλλιέργεια. Η ίδια ακριβώς ροή του αέρα, παρατηρήθηκε πειραματικά σε θερμοκήπιο με τον ίδιο τύπο ανοιγμάτων αερισμού από τους Sase, et al., 1984.

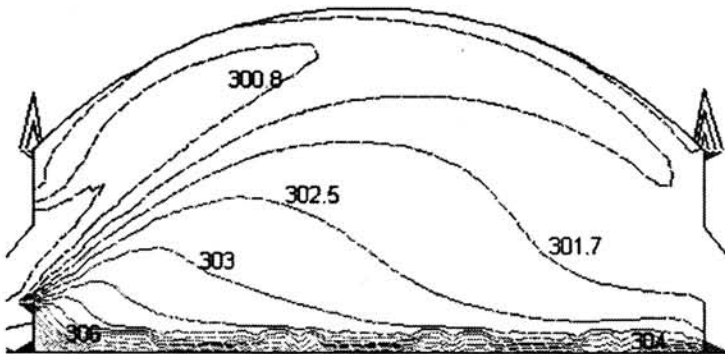
Στην Περίπτωση III, ο συνδυασμός πλαϊνών με ανοίγματα οροφής δεν τροποποιεί σημαντικά την ροή του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (Σχήμα 4), αφού το άνοιγμα στην οροφή του θερμοκηπίου συμμετέχει ελάχιστα στην ροή του αέρα καθώς στο μεγαλύτερο μέρος αυτής προκαλείται από τα πλαϊνά ανοίγματα αερισμού. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν, με πειραματικές μετρήσεις και οι Montero et al. (2001). Παρ' όλα αυτά, όπως θα αναλυθεί στην συνέχεια, το



Σχήμα 4. Διανύσματα της ταχύτητας του αέρα για την τρίτη περίπτωση



Σχήμα 5. Κατανομή της θερμοκρασίας (βαθμοί K) για την πρώτη περίπτωση



Σχήμα 6. Κατανομή της θερμοκρασίας (βαθμοί K) για την δεύτερη περίπτωση.

άνοιγμα οροφής συνεισφέρει στην δημιουργία ενός πιο ομοιόμορφου κλίματος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Το μέτρο της ταχύτητας του αέρα ήταν με αυτό τον συνδυασμό μεγαλύτερο από τις άλλες δύο περιπτώσεις επιτυγχάνοντας έτσι και τον μεγαλύτερο ρυθμό ανανέωσης του αέρα.

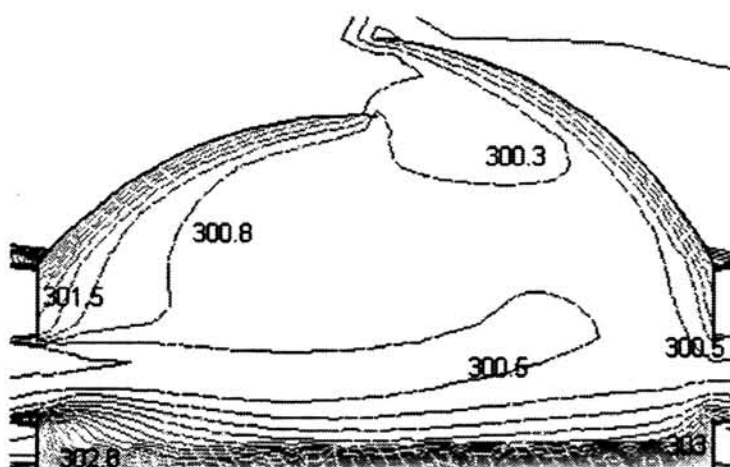
Επίδραση των ανοιγμάτων αερισμού στη κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα

Όπως είναι φυσικό η κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ροή του αέρα, επιβεβαιώνοντας έτσι την ανάγκη για σωστό σχεδιασμό των ανοιγμάτων αερισμού.

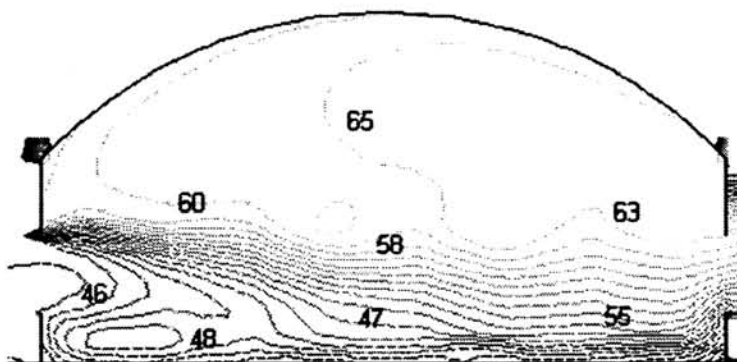
Το Σχήμα 5 παρουσιάζει την κατανομή της θερμοκρασίας (ισοθερμοκρασιακές καμπύλες) για την πρώτη περίπτωση (πλαϊνά ανοίγματα). Ο αέρας εισέρχεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με θερμοκρασία περίπου ίση με αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος (300.5 K). Εξέρχεται από το θερμοκήπιο κατά ένα βαθμό θερμότερος, αλλά υπάρχουν σημεία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου τα οποία είναι 4 – 5 βαθμούς θερμότερα σε σχέση με τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα. Τα σημεία αυτά βρίσκονται κυρίως στα άκρα του θερμοκηπίου όπου και η ταχύτητα του αέρα είναι πολύ μικρή.

Το Σχήμα 6 παρουσιάζει την κατανομή της θερμοκρασίας για τη δεύτερη περίπτωση (πλαϊνά παράθυρα). Και σε αυτή την περίπτωση τα άκρα του θερμοκηπίου εμφανίζονται θερμότερα κατά 5 – 6 βαθμούς από το εξωτερικό περιβάλλον και αυτό γιατί στα σημεία αυτά η ταχύτητα του αέρα είναι ακόμη μικρότερη από την Περίπτωση I ή και μηδενική, (νεκρή ζώνη, dead - zone). Χαρακτηριστικό και για τις δύο πρώτες περιπτώσεις είναι η ύπαρξη έντονων θερμοκρασιακών διαφορών μεταξύ καλλιέργειας και περιβάλλοντος αέρα. Όπως είναι γνωστό οι διαφορές αυτές καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την αεροδυναμική αντίσταση της καλλιέργειας και συνεπώς τις εναλλαγές ενέργειας και μάζας της καλλιέργειας.

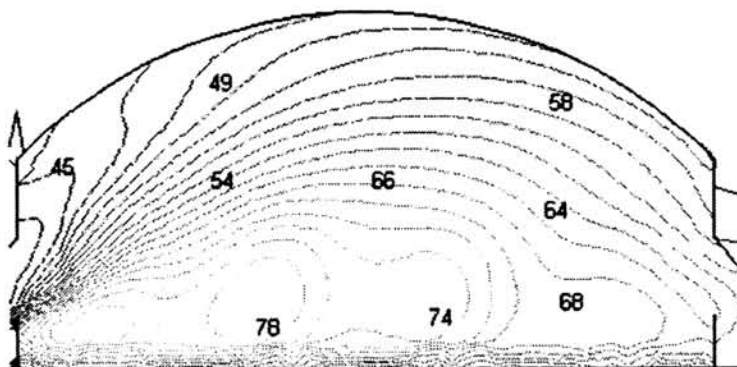
Πιο ομοιόμορφη είναι η κατανομή της ταχύτητας του αέρα στη Περίπτωση III όπου υπάρχει και άνοιγμα οροφής. Σε αυτή την



Σχήμα 7. Κατανομή της θερμοκρασίας (βαθμοί K) για την τρίτη περίπτωση.



Σχήμα 8. Κατανομή υγρασίας (σχετική υγρασία %) για την πρώτη περίπτωση.



Σχήμα 9. Κατανομή υγρασίας (σχετική υγρασία %) για την δεύτερη περίπτωση.

περίπτωση το θερμότερο τμήμα του θερμοκηπίου είναι κατά 2 – 3 βαθμούς θερμότερο από το εξωτερικό αέρα ενώ δεν υπάρχουν σημαντικές διαβαθμίσεις της θερμοκρασίας μεταξύ της καλλιέργειας και του χώρου πάνω από αυτή (Σχήμα 7).

Επίδραση των ανοιγμάτων αερισμού στη κατανομή της υγρασίας του αέρα

Όπως και στην περίπτωση της κατανομής της θερμοκρασίας, η κατανομή της υγρασίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ροή του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

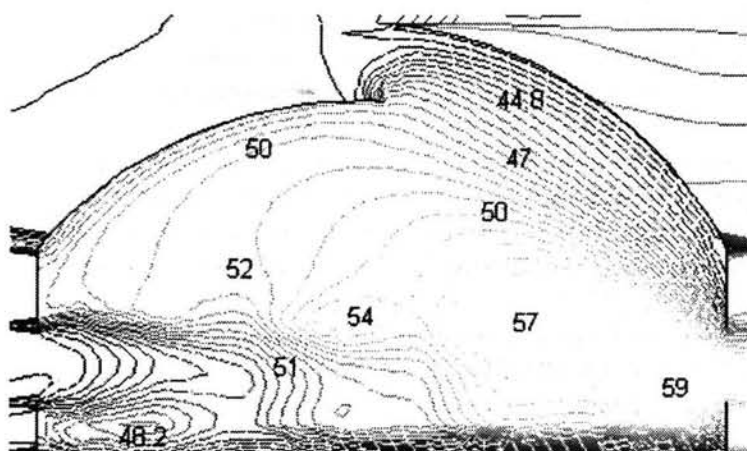
Στην πρώτη εξεταζόμενη περίπτωση ο αέρας εισέρχεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου από τα πλαϊνά ανοίγματα με σχετική υγρασία ανάλογη με αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος (46%) ενώ κατά την έξοδο του από το θερμοκήπιο είναι αρκετά πιο υγρός (58%). Μεταξύ της καλλιέργειας και του περιβάλλοντος αέρα εμφανίζονται ισχυρές διαβαθμίσεις στην σχετική υγρασία του αέρα με διαφορές που φθάνουν και το 25%. Πάνω από την περιοχή η οποία καταλαμβάνεται από την καλλιέργεια η σχετική υγρασία είναι αρκετά υψηλή (65%) και μεταβάλλεται ελάχιστα, λόγω της μικρής ταχύτητας του αέρα σε εκείνη την περιοχή (Σχήμα 8).

Αντίθετη είναι η κατανομή της υγρασίας στην δεύτερη περίπτωση (πλαϊνά παράθυρα), με υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας κοντά στην περιοχή της καλλιέργειας και χαμηλές στον χώρο του θερμοκηπίου πάνω από αυτή, αποτέλεσμα των υψηλών ταχυτήτων του αέρα σε αυτή την περιοχή (Σχήμα 9). Και σε αυτήν την περίπτωση οι διαβαθμίσεις της υγρασίας είναι ιδιαίτερα έντονες φθάνοντας και το 30%.

Πιο ομοιόμορφη, τέλος, είναι η κατανομή της σχετικής υγρασίας στην τρίτη εξεταζόμενη περίπτωση, με συνδυασμό πλαϊνών ανοιγμάτων και ανοίγματος οροφής, αφού γενικά η υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου δεν διαφέρει σημαντικά από την σχετική υγρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος (Σχήμα 10).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα ανοίγματα φυσικού αερισμού ενός θερμοκηπίου κατασκευάζονται, ώστε να εξασφαλίζουν ένα ικανοποιητικό αριθμό εναλλαγών αέρα με στόχο την αποφυγή υπερθε-



Σχήμα 10. Κατανομή υγρασίας (σχετική υγρασία %) για την τρίτη περίπτωση.

42 στην πρώτη περίπτωση, τις 32 για τη δεύτερη περίπτωση και τις 59 για την τρίτη περίπτωση. Η Αμερικάνικη Ένωση Γεωργικών Μηχανικών (American Society of Agriculture Engineers, ASAE) θέτει ως όρια για τον ικανοποιητικό εξαερισμό των θερμοκηπίων τις 45 – 60 αλλαγές αέρα ανά ώρα (ASAE Standards, 1991). Συνεπώς στηριζόμενοι σε αυτό το κριτήριο μόνο η πρώτη και η τρίτη περίπτωση θεωρούνται ικανοποιητικές. Ο υψηλότερος, όμως, ρυθμός εναλλαγής αέρα δεν εξασφαλίζει απαραίτητα και τις καλύτερες συνθήκες στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Ταχύτητες του αέρα κοντά στην περιοχή της καλλιέργειας μεγαλύτερες από 1 m/s φαίνεται πώς οδηγούν σε καταστάσεις καταπόνησης την καλλιέργεια (ASHRAE, 1985) και, γενικά, πρέπει να αποφεύγονται. Με βάση αυτό λοιπόν το κριτήριο ο συνδυασμός που επιτυγχάνει τις υψηλότερες εναλλαγές αέρα (Περίπτωση III) πρέπει να αποκλειστεί ή να τροποποιηθεί αναλόγως, λόγω των υψηλών τιμών της ταχύτητας του αέρα που αναπτύσσονται στη περιοχή της καλλιέργεια (0.8 m/s – 1.6 m/s).

Η κατανομή της θερμοκρασίας, στο επίπεδο των ανοιγμάτων κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα με αυτήν του εξωτερικού περιβάλλοντος για την πρώτη και τρίτη περίπτωση, ενώ για τη δεύτερη περίπτωση η θερμοκρασία είναι κατά 2 βαθμούς περίπου υψηλότερη.

Η υγρασία του αέρα στο ίδιο επίπεδο (στο μέσο των ανοιγμάτων) αυξάνεται σταθερά για την πρώτη και τρίτη περίπτωση με αποτέλεσμα ο εξερχόμενος αέρας να είναι 10-20% υγρότερος του εξωτερικού. Αντίθετα στην δεύτερη περίπτωση ο αέρας εξέρχεται με υγρασία παρόμοια με αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος αλλά είναι πολύ πιο υγρός στο κέντρο του θερμοκηπίου.

Μερικά συγκεντρωτικά στοιχεία της επίδρασης των τριών διαφορετικών συνδυασμών στο μικροκλίμα του θερμοκηπίου παρουσιάζονται στον πίνακα II.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επίδραση τριών διαφορετικών τύπων ανοιγμάτων φυσικού αερισμού στο μικροκλίμα του θερμοκηπίου διερευνήθηκε αριθμητικά με τη χρήση ενός εμπορικού κώδικα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής. Μέσες τιμές από πειραματικές συνθήκες χρησιμοποιήθηκαν ως οριακές συνθήκες, ενώ όπου ήταν δυνατόν τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με αντίστοιχα πειραματικά που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Πίνακας II. Εναλλαγές αέρα, και μέσες τιμές ταχύτητας αέρα, θερμοκρασίας και υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις.

Περίπτωση	Εναλλαγές αέρα/ώρα	Μέση θερμοκρασία αέρα (K)	Μέση ταχύτητα του αέρα (m/s)	Μέση υγρασία του αέρα (%)
Περίπτωση I	42	300.8	1.1	56
Περίπτωση II	32	302.3	0.45	72
Περίπτωση III	59	300.5	1.3	52

μάνσεων στο εσωτερικό του. Ως εκ τούτου, η αποτελεσματικότητα ενός τύπου ανοιγμάτων συνδέεται άμεσα με το μέτρο της ταχύτητας του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Στην περίπτωση που το θερμοκήπιο είναι εξοπλισμένο με ανοίγματα οροφής και πλαϊνά (Περίπτωση III) η ταχύτητα στο επίπεδο των ανοιγμάτων κυμαίνεται από 1.5 m/s - 2.5 m/s. Η ταχύτητα αυτή μειώνεται σε 1.25 m/s – 2 m/s για την Περίπτωση I (πλαϊνά ανοίγματα), ενώ είναι μόνο 0.2 m/s – 1 m/s για την περίπτωση πλαϊνών παραθύρων (Περίπτωση II).

Ανάλογα μεταβάλλονται και οι εναλλαγές αέρα για κάθε τύπο ανοιγματος. Έτσι οι εναλλαγές αέρα ανά ώρα φτάνουν τις

Τα αποτελέσματα δηλώνουν την ανάγκη σωστού σχεδιασμού των ανοιγμάτων φυσικού αερισμού αφού καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό, μέσω της άμεσης επίδρασης τους στην ροή αερισμού, το σύνολο των ενεργειακών ροών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Και στις τρεις περιπτώσεις που μελετήθηκαν η ετερογένεια στην κατανομή των ροών αέρα, θερμοκρασίας και υγρασίας ήταν έντονη.

Μεταξύ των δύο διαφορετικών περιπτώσεων με πλαϊνό αερισμό που διερευνήθηκαν (ανοίγματα και παράθυρα), τα ανοίγματα αερισμού επιτυγχάνουν μεγαλύτερη παροχή αερισμού αλλά και μεγαλύτερες ταχύτητες του αέρα στην περιοχή κοντά στην καλλιέργεια. Το άνοιγμα της οροφής είναι ιδιαίτερα σημαντικό αφού εκτός από τον υψηλό ρυθμό ανανέωσης του αέρα συμβάλλει και στην δημιουργία πιο ομοιόμορφων συνθηκών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

Συμπερασματικά, οι αριθμητικές μέθοδοι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση του σχεδιασμού των ανοιγμάτων αερισμού, αλλά και γενικότερα για την διαστασιολόγηση του μηχανολογικού του εξοπλισμού επιτρέποντας έτσι την δημιουργία πιο ομοιόμορφων συνθηκών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, κάτι που θα συμβάλει στην ορθολογική χρήση της ενέργειας και στην αύξηση της παραγωγής.

Numerical simulation of the influence of ventilator configuration in greenhouse microclimate

T. Bartzanas¹, C. Kittas¹

Summary

Ventilation is the primary method of controlling greenhouse climate. Natural ventilation is the most widely used system for greenhouse climatization since requires less energy, less equipment and operation and is much quieter than other ventilation systems. However little design information is, until now, available for naturally ventilated greenhouses. A proper and effective greenhouse ventilation system is crucial both to reduce excessive temperatures and to regulate humidity in acceptable levels. The objectives of this study were to evaluate the consequences of three different ventilator configurations in greenhouse microclimate by using a commercial available computational fluid dynamic (CFD) package. The boundary conditions were representative of a hot sunny day. The dynamic effect of the plants on the flow was simulated by means of the porous medium approach and a standard k-ε model was used to simulate turbulence. The study focused on the effects of ventilations type on ventilation rates, airflow, and temperature and humidity distribution in a tunnel greenhouse. The results show the influence of ventilation type on greenhouse microclimate. It shows that, for a given greenhouse type, the CFD code can be used as a design tool to optimize ventilation design (types-size-position) in order to achieve a well ventilated greenhouse and uniform climate conditions at the level of the crop.

Key words: greenhouse, natural ventilation, computational fluid dynamics

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ASAE Standards, 1991. American Society of Agricultural Engineers Inc. St. Joseph MI, USA.
 ASHRAE, 1985. ASHRAE, Handbook of fundamentals, Atlanta GA.
 Bakker J C., 1991. Analysis of humidity effects on growth and production of glasshouse fruit vegetables. PhD Dissertation, Agriculture University, Wageningen, the Netherlands, 157pp.
 Bartzanas T., Boulard T., Kittas C., 2002. Numerical simulation of airflow and temperature distribution in a tunnel greenhouse equipped with a insect - proof screen on the openings. Computers and Electronics in Agriculture 34, 207 - 221.
 Boulard T., Papadakis G., Kittas C., Mermier M., 1997. Air flow and associated sensible heat exchanges in a naturally ventilated greenhouse. Agricultural and Forest Meteorology 88:111-119.
 Boulard T., Haxaire R., Lamrani M.A., Roy J.C., Jaffrin A. 1999. Characterization and modeling of the air

¹ University of Thessaly, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, Laboratory of Agriculture Constructions and Environmental Control, Fytokou St., 384 46, N. Ionia Magnisias, Tel.: +30-2421-093158, 093160, Email.: ckittas@uth.gr

- fluxes induced by natural ventilation in a greenhouse. *Journal of Agricultural Engineering Research* 74,135-144
- Boulard T., Wang S., Haxaire R., 2000. Mean and turbulent air flows and microclimate patterns in an empty greenhouse tunnel. *Agricultural and Forest Meteorology* 100:169-181
- Bot, G P A., 1993. Greenhouse climate: from physical processes to a dynamic model. Ph.D Dissertation, Agricultural University of Wageningen, Netherlands, 240 pp.
- Fluent, 1998. FLUENT, v.5. Fluent Europe Ltd, Sheffield, UK.
- Kittas C., Draoui B., Boulard T., 1995. Quantification du taux d'aération d'une serre a ouvrant continu en toiture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 77: 95-111.
- Kolmogorov A.N. (1941a). The local structure of turbulence in incompressible viscous fluid for very large Reynolds numbers. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 30, 301 – 305.
- Kolmogorov, A.N. (1941b). Dissipation of energy in locally isotropic turbulence. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 32, 16 – 18
- Launder B.E and Spaiding D.B, 1974. The numerical computation of turbulent flows. *Comp. Methods in Appl. Mech &Engng.* 3,269-289.
- Mistriotis A., Bot G.P.A., Picuno P., Scarascia Mugnozza G., 1997a. Analysis of the efficiency of greenhouse ventilation with computational fluid dynamics. *Agricultural and Forest Meteorology* 85, 317-328.
- Mistriotis A., Arcidianoco C., Picuno P., Bot G.A., Scarascia Mugnozza G., 1997b. Computational analysis of the natural ventilation in greenhouses at low wind speed. *Agricultural and Forest Meteorology* 88, 121-135.
- Mohammandi B., Pironneau O., 1994. Analysis of the k-epsilon turbulence model. *Research in applied mathematics*, Wiley, New York. Masson, Paris.
- Montero J.I., Hunt G.R., Kamaruddin R., Anton A., Bailey B.J., 2001. Effect of ventilator configuration on wind-driven ventilation in a crop protection structure for the tropics. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 80:1, 99-107.
- Okushima, L., Sase S., Nara M., 1989. A support system for natural ventilation design of greenhouses based on computational aerodynamics. *Acta Horticulturae* 248, 129-136
- Patankar S.V 1980. *Numerical Heat Transfer*. Hemisphere
- Richards P.J., Hoxey R.P. 1993. Appropriate boundary conditions for computational wind engineering models using k-ε turbulence model. *Journal of Wind Engng and Industrial Aerodynamics* 46&47, 145-153
- Sase S., Takakura T. and Nara M., 1984. Wind tunnel testing on airflow and temperature distribution of a naturally ventilated greenhouse. *Acta Horticulturae* 148, 329-336.
- Wang S., 1998. Measurement and modeling of natural ventilation in a large venlo-type greenhouse. PhD Dissertation 193pp.

Γενετική ταυτοποίηση καθαρών σειρών προερχόμενων από ελληνικούς πληθυσμούς κολοκυθίου (*Cucurbita pepo* L.) με χρήση πολυμορφικών DNA δεικτών

B. Παπασωτηρόπουλος¹, E. Κωνσταντοπούλου¹, Γ. Σαλάχας¹, Γ. Καπότης¹

Περίληψη

Με την χρησιμοποίηση πολυμορφικών DNA δεικτών επιχειρήθηκε στην παρούσα εργασία η γενετική ταυτοποίηση καθαρών σειρών κολοκυθίου (*Cucurbita pepo* L.) οι οποίες προέρχονταν από τοπικούς ελληνικούς πληθυσμούς. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος RAPD με την βοήθεια της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης. Από τους 16 τυχαίους εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν στην αντίδραση της PCR οι 7 εμφάνισαν πρότυπα DNA τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πολυμορφικοί δείκτες για τη γενετική ταυτοποίηση σχεδόν όλων των σειρών ελληνικών πληθυσμών κολοκυθίου που μελετήθηκαν, συμβάλλοντας σε μελλοντικά βελτιωτικά προγράμματα αλλά και σε μελέτες διατήρησης πολύτιμου γενετικού υλικού.

Λέξεις Κλειδιά: Κολοκύθι, πολυμορφικοί DNA δείκτες, RAPD, PCR.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο τμήμα ΘΕ.Κ.Α του ΤΕΙ Μεσολογγίου έχουν ξεκινήσει εντατικές προσπάθειες για τη βελτίωση του ελληνικού τύπου κολοκυθίου (Καπότης κ.α. 1998, 2001). Από τέσσερις ελληνικούς πληθυσμούς μετά από επιλογή ατόμων με επιθυμητά χαρακτηριστικά και αυτογονιμοποιήσεις έχει δημιουργηθεί μια τράπεζα γενετικού υλικού αποτελούμενη από καθαρές σειρές με διαφορετικά αλλά σταθερά ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών. Οι εν λόγω σειρές διακρίνονται σε ένα βαθμό μορφολογικά μεταξύ τους, εντούτοις η διάκριση τους μόνο με μορφολογικούς δείκτες δεν είναι απόλυτα ασφαλής ούτε και δυνατή.

Η ραγδαία εξέλιξη της μοριακής βιολογίας έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην αποκάλυψη γενετικών πολυμορφισμών στο επίπεδο του DNA και στην ανάπτυξη μεγάλου αριθμού μοριακών δεικτών οι οποίοι βρίσκουν πληθώρα εφαρμογών στη γενετική ανάλυση.

Μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται ευρέως για την αποκάλυψη DNA πολυμορφισμών βασίζεται στη χρήση τυχαία ενισχυμένων πολυμορφικών DNA δεικτών (RAPD – Random Amplified Polymorphic DNA) οι οποίοι παράγονται με τη βοήθεια της PCR (Williams et al. 1990, Welsh and McClelland 1990). Ως εκκινητές (primers) στην αντίδραση της PCR χρησιμοποιούνται ολιγονουκλεοτίδια – συνήθως δεκαμερή – με τυχαία νουκλεοτιδική αλληλουχία. Ακριβώς λόγω αυτής της ιδιότητά τους οι εκκινητές έχουν αυξημένη πιθανότητα να υβριδιστούν με διαφορετικές αλληλουχίες του γονιδιώματος του οργανισμού που μελετάται και να αποκαλύψουν έτσι γενετικά πρότυπα τα οποία συνήθως εμφανίζουν ποικιλότητα μεταξύ των οργανισμών (Welsh and McClelland, 1990). Με τη μέθοδο αυτή παράγεται μεγάλος αριθμός μοριακών δεικτών χωρίς να χρειάζεται ιδιαίτερη ποσότητα αρχικού DNA ή προηγούμενη γνώση της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας του οργανισμού που μελετάται (Hadrys et al. 1992).

Η μέθοδος RAPD χρησιμοποιείται ευρέως σε μελέτες που αφορούν στην περιγραφή της γενετικής δομής των πληθυσμών (Hadrys et al. 1992, Bussell 1999), στην κατασκευή γενετικών χαρτών και την αποκάλυψη ποσοτικών γενετικών τόπων (QTL's) (Nadeu et al. 1992, Kumar 1999), στην ταυτοποίηση γενετικού υλικού και την αναγνώριση ποικιλιών φυτών (Koller et al. 1993, Matsumoto and Fukui 1996) αλλά και στη διαπίστωση της γνησιότητας υβριδίων (Paran et al. 1995).

Στην παρούσα εργασία με τη μέθοδο RAPD επιχειρήθηκε η γενετική ταυτοποίηση καθαρών σειρών κολοκυθίου, προερχομένων από ελληνικούς πληθυσμούς, η οποία μπορεί να συμβάλει σε μελλοντικά βελ-

¹ Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου Τμήμα ΘΕ.Κ.Α

τιωτικά προγράμματα αλλά και σε μελέτες διατήρησης πολύτιμου γενετικού υλικού (conservation studies).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι καθαρές σειρές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα προέκυψαν μετά από συνεχείς (5-7) αυτογονιμοποιήσεις επιλεγέντων φυτών και προερχόταν από τέσσερις πληθυσμούς ελληνικού κομποκολόκθου (Καπότης κ.α. 1998) ως εξής:

- 1) Θ, 5(1), 5(1)+1F, 9(4), 29(4), 27(3), 24(1), 28(6), 15(4), 10(4), 26(6), 39(1), 36(4), 30(1), ΘΜΑ,
- 2) Ζωγράφου, Z4a-1b, Z4b-1a, Z6-2, Z6-3, Z6-4
- 3) Ασπροπύργου και
- 4) D₂

Επιπλέον ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε το υβρίδιο εισαγωγής Carisma καθώς και η ελληνική εμπορική ποικιλία Atene.

Χρησιμοποιήθηκαν σπορόφυτα ηλικίας τριών εβδομάδων, που αναπτύχθηκαν σε χαρτογλαστρίδια στο θερμοκήπιο την άνοιξη.

Η απομόνωση DNA έγινε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο CTAB. Αναλυτικά η μέθοδος μπορεί να περιγραφεί ως εξής: 100-200 ng φύλλου ομογενοποιήθηκαν σε ιγδίο παρουσία υγρού αζώτου. Το ομογενοποίημα τοποθετήθηκε σε σωληνάριο τύπου erpedorf (1.7 ml) το οποίο περιείχε 200 μl ρυθμιστικού διαλύματος I (1% CTAB, 50 mM Tris pH 8, 10 mM EDTA και 0.75 M NaCl) και 2 μl διαλύματος Proteinase K (20 mg/ml). Ακολούθησε επώαση του μείγματος για 1 h στους 60 °C. Αμέσως μετά προστέθηκαν 100 μl ρυθμιστικού διαλύματος II (1% CTAB, 50 mM Tris pH 8, 10 mM EDTA και 1.5 M NaCl) και ακολούθησε ξανά επώαση για 30 min. Μετά την επώαση τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν για 10 min στις 14000 x RPM. Στο υπερκείμενο έγινε εκχύλιση χρησιμοποιώντας ίσο όγκο διαλύματος Φαινόλης : Χλωροφορμίου : Ισοαμυλικής αλκοόλης (25V:24V:1V) και φυγοκέντρωση για 10 min στις 14000 x RPM. Μετά την φυγοκέντρωση απομακρύνεται η οργανική φάση του διαλύματος και η υδατική τοποθετείται σε νέο σωληνάριο. Η κατακρήμνιση των νουκλεϊκών οξέων έγινε με προσθήκη 50 μl διαλύματος CH₃COONa pH 5.2 και διπλάσιου (της υδατικής φάσης) όγκου απόλυτης αιθανόλης. Αφού παρέμειναν για 30 min στους -70 °C τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν για 15 min στις 14000 x RPM. Το ίζημα που προέκυψε σε κάθε σωληνάριο αναδιαλύθηκε σε 100 μl διαλύματος TE (Tris-EDTA pH 7,4), ποσοτικοποιήθηκε φωτομετρικά και διατηρήθηκε στους -20 °C μέχρι τη χρησιμοποίησή του.

Για την διεξαγωγή της μεθόδου RAPD χρησιμοποιήθηκαν ως εκκινητές στην αντίδραση PCR 16 ολιγονουκλεοτιδία με τυχαία σχεδιασμένη νουκλεοτιδική αλληλουχία (OPERON TECH, Alameda USA). Προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων DNA, dNTP's, Mg⁺⁺ και Taq πολυμεράσης στην απόδοση της PCR διεξήχθησαν προκαταρκτικά πειράματα σύμφωνα με την μεθοδολογία που προτείνεται από τους Nadeu et al. (1992). Οι αντιδράσεις PCR έγιναν σε διάλυμα 25 μl το οποίο περιείχε 30 ng DNA, 1 unit Taq πολυμεράσης (Promega U.K.), 0.25 mM διαλύματος dNTP's, 1.5 pmol από κάθε ολιγονουκλεοτιδίο, 2.5 mM διαλύματος MgCl και 1x διαλύματος Taq (500 mM KCl, 100 mM Tris pH 9).

Προκειμένου να ελεγχθεί η πιστή αναπαραγωγή των γενετικών προτύπων μετά την αντίδραση της PCR από κάθε σειρά μελετήθηκαν 2-3 φυτά. Σε κάθε ένα από αυτά πραγματοποιήθηκαν από δύο αντιδράσεις PCR με κάθε έναν από τους εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα. Μετά από ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα αγαρόζης μόνο όσα θραύσματα DNA εμφανίστηκαν και στις δύο αντιδράσεις PCR που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε άτομο, χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια ως RAPD δείκτες. Η διαδικασία αυτή επιλέχθηκε καθώς είναι γνωστό ότι από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν την αξιοπιστία και την χρησιμότητα της μεθόδου είναι η αναπαραγωγή των προτύπων DNA στα προϊόντα της PCR (Ho et al. 1997). Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται ο αριθμός των RAPD - δεικτών αλλά αυξάνεται η αξιοπιστία της μεθόδου. Με βάση τα κριτήρια που αναφέρθηκαν προηγουμένως από τα 16 ολιγονουκλεοτιδία που χρησιμοποιήθηκαν ως εκκινητές στην PCR τα 12 αποκάλυψαν πρότυπα DNA τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αξιοπιστία ως δείκτες RAPD. Οι αντιδράσεις PCR πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκυκλοποιητή MJ-Research (PTC-100) σύμφωνα με τις ακόλουθες συνθήκες. Ένα αρχικό στάδιο αποδιάταξης για 3 min στους 94 °C και στη συνέχεια 35 επαναλαμβανόμενοι κύκλοι ο καθένας από τους οποίους αποτελείται από τρία στάδια: α) 1 min στους 94 °C β) 1 min στους 38 °C και γ) 1.5 min στους 72 °C. Μετά το πέρας των 35 κύκλων ακολουθούσε ένα στάδιο με 10 min στους 72 °C.

Ο διαχωρισμός των θραυσμάτων DNA πραγματοποιήθηκε με ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα αγαρόζης 1%

Πίνακας I: Νουκλεοτιδική αλληλουχία αριθμός μονομορφικών και πολυμορφικών ζωνών ανά τυχαίο εκκινητή που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα.

Table I: Nucleotide sequence, number of monomorphic and polymorphic bands revealed per primer used in the present study.

Εκκινητής	Νουκλεοτιδική Αλληλουχία	Μονομ. Ζώνες	Πολυμ. Ζώνες
OPA-2	5'-TGCCGAGCTG-3'	4	1
OPA-5	5'-AGGGGTCTTG-3'	8	5
OPA-8	5'-GTGACGTAGG-3'	3	2
OPA-10	5'-GTGATCGCAG-3'	9	6
OPA-12	5'-TCGGCGATAG-3'	7	3
OPA-13	5'-CAGCACCCAC-3'	3	1
OPA-16	5'-AGCCAGCGAAA-3'	9	3

(wt/V) σε ρυθμιστικό διάλυμα 1x TBE (Tris-Borate-EDTA pH 7.4). Μετά την ηλεκτροφόρηση στο πήκτωμα γινόταν χρώση με βρωμιούχο αιθίδιο και φωτογραφιζόταν σε τράπεζα υπεριώδους (U.V) ακτινοβολίας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Προκειμένου να διαπιστωθεί η επαναληψιμότητα στην εμφάνιση των γενετικών προτύπων, οι αντιδράσεις PCR επαναλήφθηκαν από δύο φορές για κάθε άτομο. Μόνο όσα θραύσματα (ζώνες) DNA εμφανίστηκαν και τις δύο φορές χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια ως RAPD δείκτες. Είναι γνωστό ότι από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν την αξιοπιστία και τη χρησιμότητα της μεθόδου είναι το κατά πόσον υπάρχει αναπαραγωγή των προτύπων DNA στα προϊόντα της PCR (Ho et al. 1997).

Από τα δεκαέξι τυχαία ολιγονουκλεοτίδια που χρησιμοποιήθηκαν ως εκκινητές στην PCR τα δώδεκα από αυτά αποκάλυψαν πρότυπα DNA τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αξιοπιστία ως δείκτες RAPD.

Οι εκκινητές OPA-1, OPA-7 και OPA-15 δεν εμφάνισαν καθόλου προϊόντα μετά την αντίδραση της PCR, ενώ ο εκκινητής OPA-9 παρουσίασε ασαφές πρότυπο με μικρή επαναληψιμότητα στην εμφάνιση των ζωνών μετά την ηλεκτροφόρηση. Οι εκκινητές OPA-3, OPA-6, OPA-11 και OPA-14 αποκάλυψαν πιστά αναπαραγόμενα ηλεκτροφορητικά πρότυπα τα οποία όμως ήταν μονομορφικά σε όλες τις σειρές που εξετάστηκαν, ενώ μετά από τη χρήση του OPA-4 πολυμορφικές ζώνες αποκαλύφθηκαν μόνο στο υβρίδιο εισαγωγής Carisma και γι' αυτό το λόγο δεν χρησιμοποιήθηκαν περαιτέρω.

Μετά τις αντιδράσεις PCR με τους υπόλοιπους εκκινητές αποκαλύφθηκαν γενετικά πρότυπα τα οποία εμφάνιζαν τόσο μονομορφικές όσο και πολυμορφικές ζώνες μεταξύ των σειρών. Οι εκκινητές αυτοί, η νουκλεοτιδική αλληλουχία τους και ο αριθμός των μονομορφικών και πολυμορφικών ζωνών που αποκαλύφθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα I. Πιο αναλυτικά η αντίδραση PCR με τον εκκινητή OPA-2 αποκάλυψε μια πολυμορφική ζώνη μεγέθους 470 bp η οποία εμφανίστηκε σε όλες τις σειρές εκτός από αυτές που προέρχονται από την ποικιλία Ζωγράφου και την εμπορική ποικιλία Atene (Πίνακας II). Η ζώνη αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως RAPD δείκτης για τη διάκριση αυτών των ποικιλιών. Εκτός από την προηγούμενη πολυμορφική ζώνη, με τον OPA-2 αποκαλύφθηκαν ακόμα τέσσερις οι οποίες ήταν μονομορφικές σε όλες τις σειρές που εξετάστηκαν.

Χρησιμοποιώντας τον εκκινητή OPA-5 αποκαλύφθηκαν συνολικά δεκατρείς ζώνες εκ των οποίων οι οκτώ ήταν μονομορφικές ενώ οι υπόλοιπες πέντε μεγέθους 1600, 1350, 930, 550 και 480 bp ήταν πολυμορφικές μεταξύ των σειρών (Εικ. 1). Ο εκκινητής OPA-8 αποκάλυψε πέντε ζώνες. Από αυτές δύο με μέγεθος 770 και 330 bp αντίστοιχα ήταν πολυμορφικές. Τρεις πολυμορφικοί δείκτες προέκυψαν επίσης χρησιμοποιώντας κάθε έναν από τους εκκινητές OPA-12 και OPA-16. Ο δείκτης RAPD OPA-16(150) αποκαλύφθηκε μόνο στο υβρίδιο Carisma. Συνολικά δεκαπέντε ζώνες εμφανίστηκαν χρησιμοποιώντας τον εκκινητή OPA-10. Εννέα από αυτές ήταν μονομορφικές ενώ ως δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι OPA-10(2400), OPA-10(1320), OPA-10(970), OPA-10(640), OPA-10(530) και OPA-10(250). Τέλος με τον εκκινητή OPA-13 αποκαλύφθηκαν τρεις μονομορφικές και μία πολυμορφική ζώνη μεγέθους 220 bp. Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι δεν έγινε δυνατή η διάκριση μεταξύ των σειρών 5(1) και 51)+1F, όπως επίσης και μεταξύ των σειρών Ζ6-2, Ζ6-3 και Ζ6-4.

Συνολικά μετά την χρησιμοποίηση των προηγούμενων εκκινητών αποκαλύφθηκαν 64 ζώνες εκ των οποίων

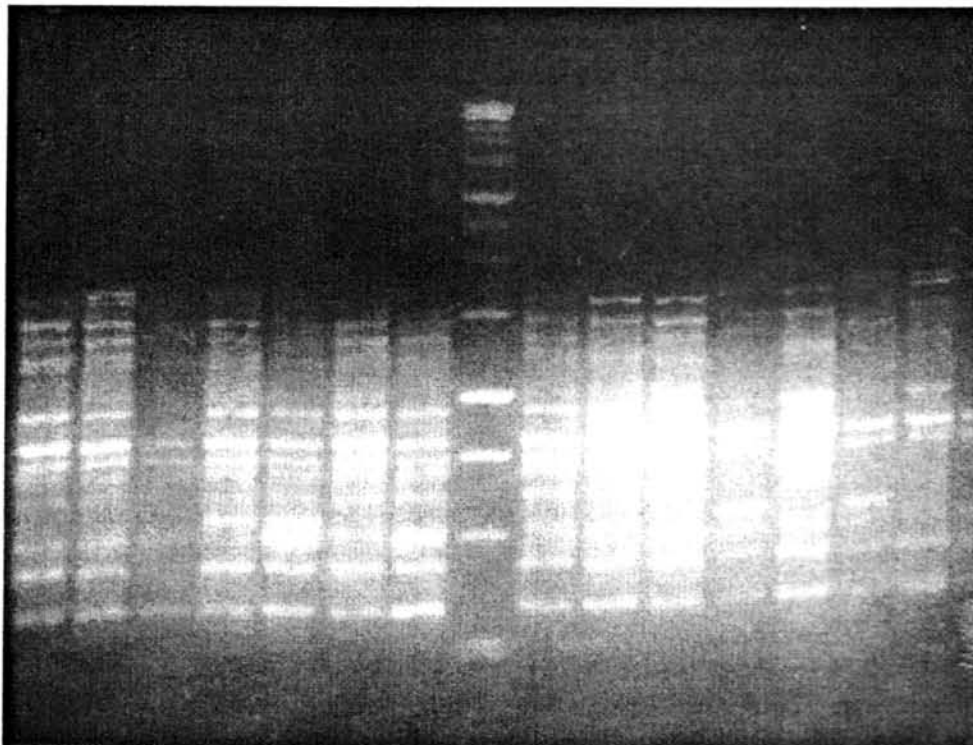
Πίνακας II: Πρότυπα εμφάνισης πολυμορφικών RAPD δεικτών στις σειρές κολοκυθίου που μελετήθηκαν.
Table II: RAPD patterns revealed among the summer squash lines examined.

	bp	0	5(1)+1F	9(4)	29(4)	27(3)	24(1)	28(6)	15(4)	10(4)	26(6)	39(1)	36(4)	30(1)	ΘΜΑ	Car.	ΑΣΠΡ.	ΖΩΓΡ.	Z4b-1a	Z6-2	Atene	D2
OPA-2	470	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
OPA-5	1600	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	1350	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
	930	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	550	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
	480	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
OPA-8	770	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
	330	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
OPA-10	2400	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
	1320	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	970	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
	640	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
	530	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
	250	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
OPA-12	780	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
	570	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1
	210	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
OPA-13	220	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0
OPA-16	710	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
	430	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

ων οι 43 ήταν μονομορφικές ενώ οι υπολοίπες 21 (περίπου 32,5%) πολυμορφικές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως RAPD δείκτες για την γενετική ταυτοποίηση των σειρών.

Η εμφάνιση των πολυμορφικών RAPD δεικτών στις σειρές που μελετήθηκαν παρουσιάζεται στον πίνακα II. Η παρουσία ή απουσία του κάθε RAPD δείκτη σε κάθε σειρά συμβολίζεται με τους αριθμούς 1 και 0 αντίστοιχα. Είναι φανερό ότι ο συνδυασμός αυτών των δεικτών μπορεί να οδηγήσει με ασφαλή τρόπο στη ταυτοποίηση των σειρών που μελετώνται. Όπως προκύπτει από τον πίνακα II χρησιμοποιώντας τον δείκτη OPA-2(470) μπορούμε να διακρίνουμε για παράδειγμα το υβρίδιο Carisma από τις σειρές που προέρχονται από την ποικιλία Ζωγράφου ή με τον OPA-16(150) να διακρίνουμε πάλι το υβρίδιο Carisma από τις υπόλοιπες σειρές. Αντίστοιχα προχωρώντας με διάφορους άλλους συνδυασμούς μπορούμε να ταυτοποιήσουμε γενετικά τις υπόλοιπες σειρές.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου RAPD έναντι των υπολοίπων DNA μεθόδων στην επίλυση γενετικών προβλημάτων είναι: η ταχύτητα στην ανάλυση, η απλότητα στην εφαρμογή, η δυνατότητα χρησιμοποίησης ελάχιστης ποσότητας ολικού DNA καθώς επίσης και η δυνατότητα ελέγχου ολόκληρου του γονιδιώματος χωρίς να χρειάζεται προηγούμενη γνώση της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας του οργανισμού (Gasser *et al.* 1996). Με βάση αυτά τα πλεονεκτήματα η μέθοδος RAPD δίνει με εύκολο και γρήγορο τρόπο μεγάλο αριθμό δεικτών οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρύτατα στη γενετική ανάλυση οργανισμών, πληθυσμών κ.λ.π. (Galderisi *et al.* 1999). Σε ορισμένες περιπτώσεις όμως η μέθοδος μπορεί να εμφανίσει μειωμένη ικανότητα αναπαραγωγής των προτύπων DNA που αποκαλύπτονται μετά την PCR, οπότε χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Ellsworth *et al.* 1993). Αυτό οφείλεται κυρίως σε διάφορους παράγοντες που συμμετέχουν στην αντίδραση της PCR. Αυτή μπορεί να είναι η συγκέντρωση των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται (Mg^{++} , Ταq πολυμεράση, dNTP's), η θερμοκρασία υβριδισμού των εκκινητών (χαμηλή T έχει ως



Εικόνα I: Πρότυπα DNA τα οποία αποκαλύφθηκαν χρησιμοποιώντας τον εκκινητή OPA-5.
Figure I: DNA patterns revealed using OPA-5 primer.

συνέπεια μη ειδική δέσμευση, πολύ υψηλή T αποτελεί παρεμποδιστικό παράγοντα δέσμευσης), η ποσότητα DNA κ.α (MacPherson *et al.* 1993).

Στην παρούσα έρευνα διεξήχθησαν προκαταρκτικά πειράματα χρησιμοποιώντας διάφορες συγκεντρώσεις αυτών των ουσιών προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση του καθενός απ' αυτούς ξεχωριστά και να σταθεροποιηθεί το πρότυπο. Επιπλέον η θερμοκρασία υβριδισμού των εκκινητών με τις αλληλουχίες DNA κατά το β' στάδιο της PCR ανήλθε στους 38 °C η οποία θεωρείται ικανοποιητική για τέτοιου είδους αντιδράσεις (Nedeu *et al.* 1992). Προκειμένου επίσης, να διασφαλιστεί περαιτέρω η αξιοπιστία της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες θραύσματα DNA τα οποία εμφανίζονταν συνεχώς ασχέτως εντάσεως όπως άλλωστε προτείνεται από τους Williams *et al.* (1990).

Λαμβάνοντας υπόψη λοιπόν αυτές τις παραμέτρους και χρησιμοποιώντας επτά τυχαία ενισχυμένους πολυμορφικούς DNA δείκτες έγινε δυνατή η διάκριση και ταυτοποίηση καθαρών σειρών προερχομένων από ελληνικούς πληθυσμούς κολοκυθίου γεγονός που μπορεί να αποτελέσει ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο στο μέλλον και να βοηθήσει στη διατήρηση πολύτιμου γενετικού υλικού αλλά και στην προσπάθεια για βελτίωση και αύξηση της εμπορικής αξίας του προϊόντος.

Genetic identification of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) pure lines originating from Greek populations, using DNA polymorphic markers

V. Papatziropoulos¹, E. Konstantopoulou¹, G. Salahas¹, G. Kapotis¹

Abstract

In the present study polymorphic DNA markers were employed for the genetic discrimination of summer squash pure lines originated from Greek populations. For that purpose RAPD markers obtained by the polymerase chain reaction were used. 7 out of the 16 random primers screened revealed DNA patterns that can be

¹ T.E.I Mesologiou Dept. of Greenhouse Crops and Floriculture

used for the identification of almost all the summer squash pure lines examined. Genetic identification of summer squash pure lines may contribute in future breeding schemes as well as in conservation studies.

Key Words: summer squash, polymorphic DNA markers, RAPD, PCR

Βιβλιογραφία

- Bussell, J.D. 1999. The distribution of random amplified polymorphic DNA (RAPD) diversity amongst populations of *Isotoma petraea* (Lobeliaceae). *Molec. Ecol.* 8: 775-789.
- Ellsworth, D. L., Rittenhouse, K. D. and Honeycutt, 1993. Artfactual variation in randomly amplified polymorphic DNA banding patterns. *Bio-Techniques* 14,214-7.
- Galderisi, U., Cipollaro, M., Di Bernardo, G., De Masi, L., Galano, G. and Cascino, A. 1999. Identification of hazelnut (*Corylus avellana*) cultivars by RAPD analysis. *Plant Cell Reports* 18: 652-655.
- Gasser R. B., Bao-Zhen Q., Nansen P., Johansen MV. and Bogh H., 1996. Use of RAPD for the detection of genetic variation in the human blood fluke, *Schisto soma Japonicum* from mainland China. *Molecular and Cellular Probes* 10. 353-358.
- Hadrys, H., Balick, M. and Schierwater, B. 1992. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Molec. Ecol.* 1: 55-64.
- Ho, C.Y., McMaugh, S.J., Wilton, A.N., McFarlane, I.J., and Mackinlay, A.G. 1997. DNA amplification variation with cultivars of turf-type Couch grasses (*Cynodon* spp.). *Plant Cell Reports* 16: 797-801.
- Καπότης, Γ., Κωνσταντοπούλου, Ε. και Συμιλλίδης, Γ. 1998. Βελτίωση ντόπιου κολοκυθιού (τύπου κομποκολόκυθου) *Cucurbita pepo* L. 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Ηράκλειο Κρήτης σελ. 57.
- Καπότης, Γ., Κωνσταντοπούλου, Ε., Παπασωτηρόπουλος Β και Συμιλλίδης, Γ. 2001. Βελτίωση Ελληνικού κολοκυθιού (τύπου κομποκολόκυθου) *Cucurbita pepo* L. 20ο Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών Κύπρος, σελ. 1-4.
- Koller, B., Lehmann, A., McDermott, J.M. and Gessler, C. 1993. Identification of apple cultivars using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 85: 901-904.
- Kumar, L.S. 1999. DNA markers in plant improvement an overview. *Biotech. Adv.* 17: 143-182.
- MacPherson, J. M., Eckstein, P. E., Scoles, Gajadar, A. A. 1993. Variability of the random amplified polymorphic DNA assay among thermal cyclers and effects of primer and DNA concentration. *Molecular and Cellular Probes* 7, 293-9.
- Matsumoto, S. and Fukui, H. 1996. Identification of rose cultivars and clonal plants by random amplified polymorphic DNA. *Scientia Hort.* 67: 47-54.
- Nadeu, J.H., Bedigian, H.J., Bouchard, G., Denial, T., Kosowsky, M., Norberg, R., Pugh, S., Sargeant, E., Turner, R. and Paigen, B. 1992. Multilocus markers for mouse genome analysis: PCR amplification based on single primers of arbitrary nucleotide sequence. *Mammalian Genome* 3: 55-64.
- Paran, I., Horowitz, M., Zamir, D. and Wolf, S. 1995. Random amplified polymorphic DNA markers are useful for purity determination of tomato hybrids. *Hortscience* 30(20): 377.
- Welsh, J. and McClelland, M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Res.* 18: 7213-7218.
- Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A and Tingey, S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.* 18: 6531-6535.

Διερεύνηση της προθυμίας των καταναλωτών για αγορά ψαριών με Διακριτικό Σήμα Πιστοποίησης Ποιότητας

Χρ. Μπάτζιος¹, Ε. Τσακιρίδου², Κ. Πολύμερος³, Δ. Μουτόπουλος¹

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια διερεύνησης της προθυμίας των καταναλωτών για αγορά ψαριών με διακριτικό σήμα πιστοποίησης ποιότητας. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι τα καταναλωτικά πρότυπα μεταβάλλονται διεθνώς και οι καταναλωτές αναζητούν όλο και περισσότερο ασφαλή για την υγεία τους προϊόντα, απαλλαγμένα από οποιασδήποτε μορφής υπολείμματα, κρίνεται σκόπιμο να διερευνηθεί ο βαθμός ανταπόκρισης των Ελλήνων καταναλωτών σε ψάρια πιστοποιημένης ποιότητας. Για το σκοπό της έρευνας, σχεδιάστηκε ειδικό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από 395 καταναλωτές που επιλέχτηκαν τυχαία. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι, στην πλειοψηφία τους, οι Έλληνες καταναλωτές εκδηλώνουν σχετικό ενδιαφέρον και φαίνονται πρόθυμοι να αγοράσουν ψάρια πιστοποιημένης ποιότητας. Ωστόσο, υπάρχει μια διαφοροποίηση στην προθυμία αυτή σε σχέση με τα κοινωνικοοικονομικά τους χαρακτηριστικά (τόπος διαμονής, επάγγελμα, φύλο, ηλικία, επίπεδο εκπαίδευσης). Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προκύπτει επίσης ότι υφίστανται δυνατότητες αποτελεσματικότερης οργάνωσης της διάθεσης των ψαριών στην Ελλάδα, με την προϋπόθεση ότι θα φέρουν ειδικό σήμα πιστοποίησης ποιότητας και επομένως υπάρχουν προϋποθέσεις για μια δυναμική πορεία της αγοράς ψαριών, η οποία θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις και τα πρότυπα του σύγχρονου καταναλωτή.

Λέξεις κλειδιά: ψάρια, πιστοποίηση ποιότητας, προθυμία καταναλωτών, υπόδειγμα prohibit

1. Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη αλλαγή στα καταναλωτικά πρότυπα. Οι καταναλωτές εμφανίζονται περισσότερο ευαισθητοποιημένοι σε θέματα σχετικά με τη διατροφή τους, ζητούν περισσότερη πληροφόρηση για την προέλευση και τη σύσταση των τροφίμων που καταναλώνουν και πολλές φορές είναι πρόθυμοι να πληρώσουν επιπλέον ποσότητα χρημάτων για την αγορά ασφαλών για την υγεία τους προϊόντων. Για το λόγο αυτόν, παρατηρείται μια αυξημένη ζήτηση σε τρόφιμα πιστοποιημένης ποιότητας, τα οποία εγγυώνται περισσότερη ασφάλεια και μεγαλύτερη θρεπτική αξία. Κατά συνέπεια, οι αντιλήψεις των καταναλωτών σχετικά με την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων επηρεάζουν την αγοραστική τους συμπεριφορά (Gracia και Albisu, 2001). Αυτό έχει αντίκτυπο στην ευημερία τόσο των ίδιων των καταναλωτών όσο και των παραγωγών και συνεπώς σε ολόκληρη την αλυσίδα προσφοράς τροφίμων (Yeung και Morris, 2001). Οι καταναλωτές, στην προσπάθειά τους να αντιμετωπίσουν τους κινδύνους που απειλούν την υγεία τους από την κατανάλωση τροφίμων, συμπεριφέρονται γενικά με έναν από τους ακόλουθους τρόπους (Yeung και Morris, 2001): α) σταματούν προσωρινά ή οριστικά την κατανάλωση των «επικίνδυνων» κατά την εκτίμησή τους προϊόντων (π.χ. δεν καταναλώνουν κρέας), β) μειώνουν την κατανάλωση των επικίνδυνων προϊόντων, ελαττώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την έκθεσή τους στον κίνδυνο (π.χ. καταναλώνουν λιγότερο κρέας), γ) αντικαθιστούν το επικίνδυνο προϊόν με κάποιο άλλο παρόμοιο, π.χ. κατανάλωση κρέατος πουλερικών αντί του κρέατος μόσχου, δ) συνεχίζουν να καταναλώνουν το επικίνδυνο προϊόν, κρίνοντας ότι αυτό δεν είναι περισσότερο επικίνδυνο από κάποια άλλα υποκατάστατα.

Οι καταναλωτές, στην πλειοψηφία τους, ανησυχούν για την ποιότητα και την ασφάλεια των τροφίμων που αγοράζουν και έχουν χάσει την εμπιστοσύνη τους στη δυνατότητα και τις ικανότητες των υπευθύνων φορέων να τους προσφέρουν ασφαλή τρόφιμα. Αυτό ενισχύεται περισσότερο από το γεγονός ότι οι ίδιοι δεν είναι σε

¹ Εργαστήριο Οικονομίας Ζωικής Παραγωγής, Τμήμα Κτηνιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

² Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα

³ Τμήμα Γεωπονίας, Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

θέση να εκτιμήσουν κάθε φορά την επικινδυνότητα των τροφίμων και συνεπώς ζητούν από τη βιομηχανία τροφίμων και τους προμηθευτές να πράξουν ανάλογα. Κατά συνέπεια, οι παραγωγοί-προμηθευτές, προκειμένου να εξασφαλίσουν την ομαλή διάθεση των προϊόντων τους, προσπαθούν να παράγουν ακολουθώντας κάποια διεθνή πρότυπα ποιότητας. Με τον τρόπο αυτόν ανταποκρίνονται και στη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση πιστοποιημένων προϊόντων, τα οποία αναζητούν οι καταναλωτές, προκειμένου να μειώσουν τους κινδύνους που απειλούν την υγεία τους (Smith και Riethmuller, 1999, Manion κ.ά., 2000, Bower κ.ά., 2003).

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια διερεύνησης των καταναλωτικών προτύπων σε σχέση με την αγορά ψαριών στην Ελλάδα και συγκεκριμένα της προθυμίας των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια πιστοποιημένης ποιότητας. Με βάση όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, σχετικά με τις αλλαγές στα καταναλωτικά πρότυπα και την ενημέρωση που ζητούν οι καταναλωτές για την προέλευση και τις μεθόδους παραγωγής των τροφίμων, και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι Έλληνες καταναλωτές παραδοσιακά συμπεριλαμβάνουν τα ψάρια ελεύθερης αλιείας και άλλους θαλάσσιους οργανισμούς στη διαίτά τους (FAO, 2002), κρίνεται σκόπιμο να διερευνηθεί σε ποιο βαθμό είναι ευαισθητοποιημένοι και ζητούν πιστοποίηση στα ψάρια που αγοράζουν είτε αυτά προέρχονται από την ελεύθερη αλιεία είτε είναι προϊόν υδατοκαλλιέργειας.

2. Η κατανάλωση αλιευτικών προϊόντων με αριθμούς στην Ελλάδα

Στον Πίνακα I παρακάτω σημειώνονται, μεταξύ άλλων, τα μεγέθη που αφορούν στην προσφορά και το βαθμό αυτάρκειας της ελληνικής οικονομίας σε αλιευτικά προϊόντα γενικά και σε ψάρια ειδικότερα. Είναι φανερό, ότι η προσφορά ψαριών και γενικά αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα ακολούθησε ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια, παρά την αδιαμφισβήτητη πλέον μείωση των αλιευτικών αποθεμάτων τόσο την Ελλάδα όσο και ολόκληρο τον κόσμο, λόγω υπεραλίευσης και μη ορθολογικής διαχείρισης των αλιευτικών πόρων (Pauly κ.ά. 1998 & 2000, Stergiou κ.ά., 1997). Στην άνοδο αυτή της προσφοράς ψαριών συνετέλεσε σημαντικά η αλματώδης ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών στην Ελλάδα, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την κατακόρυφη αύξηση της παραγωγής καλλιεργούμενων ψαριών, ικανοποιώντας έτσι την αυξημένη ζήτηση των καταναλωτών για αλιευτικά προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας (τσιπούρα, λαβράκι, οστρακοειδή), σε σχετικά προσιτές τιμές. Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών πρόσφερε κάποιες διεξόδους στο πρόβλημα της υπεραλίευσης των ήδη χαμηλού επιπέδου αλιευτικών αποθεμάτων της χώρας, θέτοντας τις βάσεις για μια αειφορική διαχείριση των υδάτινων οικοσυστημάτων (Stergiou κ.ά., 1997).

Αναφορικά με την κατανάλωση ψαριών στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια σημείωσε σημαντική άνοδο (Πίνακας I). Ειδικότερα, από 177767 τόνους το 1991, το 2000 ανήλθε σε 202758 τόνους (αύξηση 14,05%). Αν συνυπολογίσουμε και τα λοιπά αλιευτικά προϊόντα (κεφαλόποδα, μαλακόστρακα και οστρακοειδή), η συνολική κατανάλωση αλιευτικών προϊόντων στην ελληνική αγορά ανήλθε σε 266212 τόνους το 2000, έναντι 216850 τόνων το 1991 (αύξηση 22,76%). Παράλληλα, η κατά κεφαλή κατανάλωση αλιευτικών προϊόντων, από 21,2 κιλά το 1991, το 2000 ανήλθε σε 25,1 κιλά (αύξηση 18,39%), ενώ αυτή των ψαριών, από 17,4 κιλά το 1991, το 2002 ανήλθε σε 19,0 κιλά, σημειώνοντας αύξηση της τάξεως του 9,19%. Η συμπεριφορά αυτή των μεγεθών, κατά την τελευταία δεκαετία, επιτρέπει την υπόθεση για συνέχιση της αυξητικής πορείας της κατανάλωσης ψαριών μελλοντικά στη χώρα μας. Κατά συνέπεια, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι, η δυναμική του κλάδου θα διαμορφωθεί από το βαθμό ανταπόκρισης της παραγωγικής διαδικασίας (αλιευτικής δραστηριότητας και ιχθυοκαλλιέργειας) στα συνεχώς μεταβαλλόμενα καταναλωτικά πρότυπα. Θα πρέπει, με άλλα λόγια, τα προσφερόμενα για κατανάλωση ψάρια να συνοδεύονται από διαδικασίες διασφάλισης της ποιότητας, προκειμένου να ικανοποιούν τις σύγχρονες απαιτήσεις των καταναλωτών, σε μία προσπάθεια διασφάλισης της διάθεσής των στην αγορά και περαιτέρω ανάπτυξης ολόκληρου του κλάδου.

Η εφαρμογή σύγχρονων αρχών και στρατηγικών του μάρκετινγκ, με στόχο τον καλύτερο προγραμματισμό της παραγωγής, την αρτιότερη οργάνωση των δικτύων διανομής, τον εκσυγχρονισμό των μεθόδων πώλησης, την προβολή και την προώθηση των πιστοποιημένων ψαριών στις ήδη υπάρχουσες αγορές, αλλά και σε νέες ανταγωνιστικές για τα ελληνικά προϊόντα αγορές, είναι επιτακτική για τη μελλοντική πορεία του κλάδου (Πνευματικάτου 1999, Μπάτζιος 1999). Προς την κατεύθυνση αυτή, η διερεύνηση της προθυμίας των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια πιστοποιημένης ποιότητας μπορεί να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη προώθηση των προϊόντων αυτών στην αγορά, ώστε να συναντούν τις προτιμήσεις και να ικανοποιούν τις ανάγκες των καταναλωτών.

Πίνακας I. Προσφορά και κατανάλωση ψαριών στην ελληνική αγορά
 Table I. Domestic supply and consumption of fish in the Greek market

Έτος	Παραγωγή (σε τόνους)		Προσφορά (σε τόνους)		Βαθμός αυτάρκειας (%)		Κατανάλωση (σε τόνους)		Κατά κεφαλή κατανάλωση (σε kg/έτος)	
	Αλιευτικά προϊόντα	Ψάρια	Αλιευτικά προϊόντα	Ψάρια	Αλιευτικά προϊόντα	Ψάρια	Αλιευτικά προϊόντα	Ψάρια	Αλιευτικά προϊόντα	Ψάρια
1991	156638	127952	336475	297399	46,55	43,02	216850	177767	21,2	17,4
1992	179551	141573	347563	303141	51,65	46,70	229126	184700	22,3	18,0
1993	199492	160905	348100	302106	57,30	53,26	243563	197566	23,6	19,0
1994	224145	187492	444072	390087	50,47	48,06	277663	222649	26,7	21,4
1995	198401	159041	410246	360152	48,36	44,15	254200	203776	24,3	19,5
1996	202767	163595	437639	381645	46,33	42,86	274580	218071	26,2	20,8
1997	219135	168645	468175	403779	46,80	41,76	287913	222777	27,3	21,2
1998	187367	154795	471118	424883	39,77	36,43	269866	222765	25,5	21,1
1999	215824	170042	464538	401923	46,45	42,30	266212	202758	25,1	19,2
2000	215824	170042	464538	401923	46,45	42,30	266212	202758	25,1	19,0
Μεταβολή στη δεκαετία 1991-2000 (%)							22,76	14,05	18,39	9,19

Πηγή: FAO, 2003. FAO DATABASES, <http://www.fao.org/docrep/.....>

3. Μεθοδολογία

Για το σκοπό της έρευνας σχεδιάστηκε ειδικό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από 395 καταναλωτές, που επιλέχθηκαν τυχαία (Μπάτζιος κ.α., 2002). Η διαδικασία συλλογής των δεδομένων που ακολουθήθηκε ήταν αυτή των προσωπικών συνεντεύξεων. Οι καταναλωτές απάντησαν σε θέματα, όπως συχνότητα και ποσότητα ψαριών που αγοράζουν, σημείο αγοράς που προτιμούν, σημασία που αποδίδουν σε ειδικά κριτήρια όπως η φρεσκότητα, κ.ά.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας και τη διερεύνηση της προθυμίας των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια με διακριτικό σήμα ελέγχου ποιότητας, χρησιμοποιήθηκε ένα οικονομετρικό υπόδειγμα probit, στο οποίο η εξαρτημένη μεταβλητή είναι μια ψευδομεταβλητή η οποία παίρνει την τιμή 1 αν ο ερωτώμενος απαντήσει θετικά και την τιμή 0 σε κάθε άλλη περίπτωση (Maddala 1983, Aldrich και Nelson 1984). Το υπόδειγμα probit έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνες που αφορούν στη διερεύνηση της προθυμίας των καταναλωτών για αγορά βιολογικών προϊόντων (Torjusen κ.α. 2001, Squires κ.α. 2001, Canavari κ.α. 2002), στο ενδιαφέρον των καταναλωτών σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων κ.ά. (Smith και Riethmuller 1999, Tambi 2001). Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση του οικονομετρικού υποδείγματος probit ταυτοποιούνται και σημειώνονται στον Πίνακα II, παρακάτω.

4. Αποτελέσματα

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 395 καταναλωτές, από τους οποίους οι 172 είναι άνδρες και οι 223 γυναίκες. Η πλειοψηφία των καταναλωτών είναι έγγαμοι (74,7%) και κατοικούν σε κάποιο αστικό κέντρο

Πίνακας II. Μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της προθυμίας αγοράς πιστοποιημένων ψαριών
 Table II. Identification of variables used in the Probit model

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ probit	
CERT	(προθυμία αγοράς πιστοποιημένων ψαριών) ΝΑΙ=1, διαφορετικά=0
MALE	(φύλο): αν άνδρας = 1, διαφορετικά =0
FEMALE	(φύλο): αν γυναίκα = 1, διαφορετικά =0
AGE1	έως 20 ετών
AGE2	21-35 ετών
AGE3	36-50 ετών
AGE4	51-65 ετών
AGE5	65 ετών και άνω
SINGLE	(οικογενειακή κατάσταση): αν ανύπαντρος=1, διαφορετικά =0
MARRIED	(οικογενειακή κατάσταση): αν παντρεμένος=1, διαφορετικά =0
EDUC1	αν απόφοιτος Δημοτικού = 1, διαφορετικά = 0
EDUC2	αν απόφοιτος Γυμνασίου - Λυκείου = 1, διαφορετικά = 0
EDUC3	αν απόφοιτος Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης = 1, διαφορετικά = 0
EDUC4	αν μεταπτυχιακές σπουδές = 1, διαφορετικά = 0
OCC1	(επάγγελμα): αν γεωργία = 1, διαφορετικά = 0
OCC2	(επάγγελμα): αν τεχνίτης = 1, διαφορετικά = 0
OCC3	(επάγγελμα): αν ελεύθερος επαγ/τίας επιστήμονας = 1, διαφορετικά = 0
OCC4	(επάγγελμα): αν προσωπική επιχείρηση = 1, διαφορετικά = 0
OCC5	(επάγγελμα): αν ιδιωτικός υπάλληλος = 1, διαφορετικά = 0
OCC6	(επάγγελμα): αν δημόσιος υπάλληλος = 1, διαφορετικά = 0
OCC7	(επάγγελμα): αν οικιακά = 1, διαφορετικά = 0
INC1	(εισόδημα): αν έως 1027 ευρώ = 1, διαφορετικά = 0
INC2	(εισόδημα): αν 1028-1320 ευρώ = 1, διαφορετικά = 0
INC3	(εισόδημα): αν 1321-1760 ευρώ = 1, διαφορετικά = 0
INC4	(εισόδημα): αν 1761-2350 ευρώ = 1, διαφορετικά = 0
INC5	(εισόδημα): αν 2351 ευρώ και άνω = 1, διαφορετικά = 0
CITY	(τόπος διαμονής): αν αστικό κέντρο = 1, διαφορετικά=0
TOWN	(τόπος διαμονής): αν κωμόπολη = 1, διαφορετικά=0
VILLAGE	(τόπος διαμονής): αν χωριό = 1, διαφορετικά=0
QUANT1	(κατανάλωση ψαριών / γεύμα οικογένειας): αν 1 κιλό = 1, διαφορετικά = 0
QUANT2	(κατανάλωση ψαριών / γεύμα οικογένειας): αν πάνω από 1 κιλό =1, διαφορετικά = 0
SPINE	(προτίμηση ψαριών με λίγα αγκάθια): αν ΝΑΙ = 1, διαφορετικά = 0
Q14	(καθάρισμα ψαριών από τον ψαρά): αν ΝΑΙ = 1, διαφορετικά = 0
Q31	(αγορά προμαγειρεμένων ψαριών): αν ΝΑΙ=1, διαφορετικά=0
Q40	(αγορά ψαριών με παράδοση στο σπίτι): αν ΝΑΙ=1, διαφορετικά=0
Q42	(πρόβλημα υγείας από κατανάλωση ψαριών): αν ΝΑΙ=1, διαφορετικά=0

(76,2%). Αναφορικά με την ηλικία, το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτώμενων ανήκει στην κλάση των 36 έως 50 ετών (44,4%), ποσοστό 20,8% είναι ηλικίας μεταξύ 21 και 35 ετών, ενώ το 17,8% είναι ηλικίας από 51 έως 65 ετών.

Σε ότι αφορά το επίπεδο εκπαίδευσης των καταναλωτών που συμμετείχαν στην έρευνα, το μεγαλύτερο ποσοστό είναι απόφοιτοι ΑΕΙ-ΤΕΙ (42,28%), ακολουθούν οι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (38,23%), ενώ οι απόφοιτοι Δημοτικού αγγίζουν το ποσοστό του 14,68%. Τέλος, ελάχιστοι από τους ερωτηθέντες καταναλωτές δηλώνουν ότι έχουν κάνει μεταπτυχιακές σπουδές (4,81%) (Πίνακας III).

Πίνακας III. Διάρθρωση του δείγματος καταναλωτών σε σχέση με το επίπεδο μόρφωσης
Table III. Sample profile according to level of education

Επίπεδο εκπαίδευσης	Αριθμός ερωτηθέντων	Ποσοστό %
Απόφοιτος Δημοτικού	58	14,68
Απόφοιτος Γυμνασίου- Λυκείου	151	38,23
Απόφοιτος ΑΕΙ-ΤΕΙ	167	42,28
Μεταπτυχιακές σπουδές	19	4,81
Σύνολο	395	100,00

Η διάρθρωση του δείγματος των καταναλωτών με βάση το εισόδημά τους σημειώνεται στον Πίνακα IV. Είναι φανερό, ότι ένα στα τέσσερα νοικοκυριά έχει μηνιαίο διαθέσιμο εισόδημα μέχρι 1027 ευρώ, ενώ το 43% περίπου των νοικοκυριών συγκεντρώνει μηνιαίο εισόδημα από 1028 έως 1760 ευρώ. Τέλος, το 31% των νοικοκυριών δηλώνει μηνιαίο εισόδημα άνω των 1761 ευρώ.

Πίνακας IV. Διάρθρωση του δείγματος σε σχέση με το εισόδημα των καταναλωτών
Table IV. Sample profile according to the consumers' income level

Μηνιαίο εισόδημα νοικοκυριού (σε ευρώ)	Αριθμός ερωτηθέντων	Ποσοστό %
έως 1027	102	25,7
1028-1320	83	21,0
1321-1760	86	21,8
1761-2350	71	17,9
2351 και άνω	53	13,5
Σύνολο	395	100,0

Η διάρθρωση του δείγματος των καταναλωτών με βάση το επάγγελμα (Πίνακας V) δείχνει ότι περίπου το ένα τρίτο των καταναλωτών του δείγματος εργάζεται στο Δημόσιο τομέα της οικονομίας, ενώ το 14,6% στον Ιδιωτικό τομέα. Παράλληλα, το 12,5% διαθέτει προσωπική επιχείρηση, το 11,3% είναι ελεύθεροι επαγγελματίες (επιστήμονες), ενώ 12,2% των ερωτηθέντων απασχολούνται ως τεχνίτες.

Αναφορικά με τις προτιμήσεις των ερωτηθέντων σε σχέση με την κατανάλωση ψαριών, η πλειοψηφία δήλωσε ότι καταναλώνει ψάρια τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα (76,5%), ενώ το 23,5% πιο σπάνια.

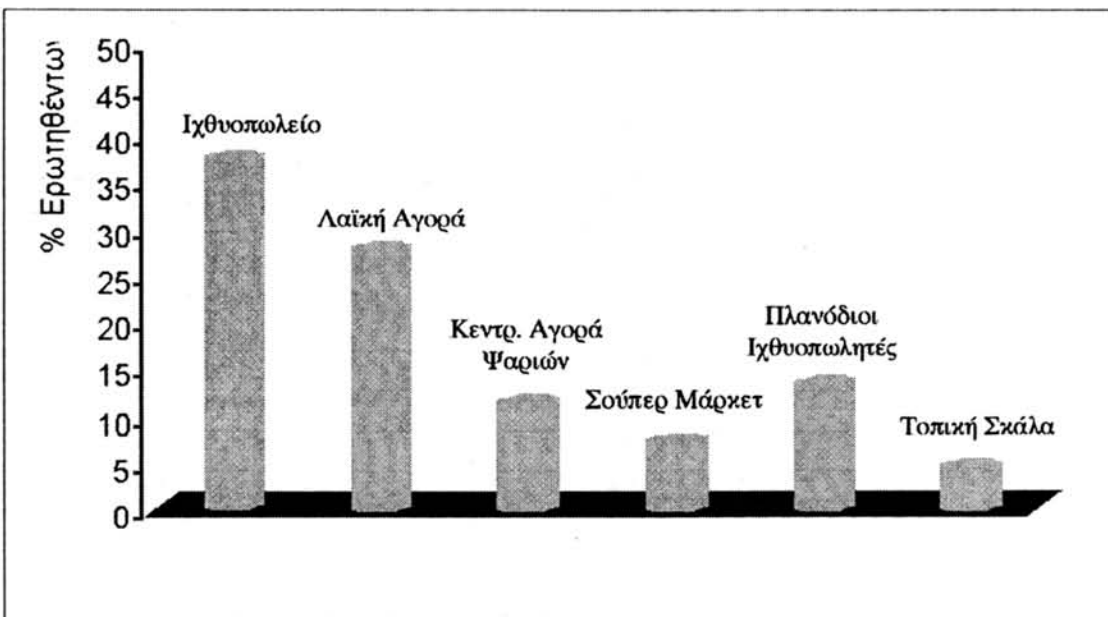
Στο Σχήμα 1 απεικονίζονται τα σημεία από τα οποία οι καταναλωτές προμηθεύονται συνήθως ψάρια.

Πίνακας V. Διάρθρωση του δείγματος σε σχέση με το επάγγελμά των καταναλωτών
Table V. Sample profile according to occupation

Επάγγελμα	Αριθμός ερωτηθέντων	Ποσοστό %
Αγρότης	26	6,6
Τεχνίτης	48	12,2
Ελ. επαγ/τίας επιστήμονας	44	11,3
Προσωπική επιχείρηση	49	12,5
Ιδιωτικός Υπάλληλος	57	14,6
Δημόσιος Υπάλληλος	116	29,7
Οικιακά	51	13,0
Σύνολο	391	100,0

Είναι φανερό, ότι τα πλέον προτιμητέα σημεία είναι το παραδοσιακό ιχθυοπωλείο (37,3%) και η λαϊκή αγορά (27,5%), ενώ χαμηλότερα ποσοστά προτιμήσεων συγκεντρώνουν η κεντρική αγορά ψαριών, η τοπική σκάλα, το σουπερμάρκετ και οι πλανόδιοι ιχθυοπώλες.

Οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες καταναλωτές προτιμούν να προμηθεύονται ψάρια από το ίδιο σημείο πώλησης, από όπου και ζητούν να καθαρίζονται αυτά πριν τα αγοράσουν. Η ποσότητα ψαριών που καταναλώνουν ανά γεύμα κυμαίνεται από 1,5 με 2 κιλά. Η συντριπτική πλειοψηφία των καταναλωτών (80,4%) δήλωσε πως καταναλώνει ψάρια και εκτός σπιτιού και συνήθως προτιμά ψάρια ελευθέρως αλιείας (94,8%). Σε ότι αφορά την αγορά πιστοποιημένων ψαριών τα οποία φέρουν διακριτικό σήμα ελέγχου ποιότητας, και πάλι οι περισσότεροι καταναλωτές (78,1%) εμφανίζονται πρόθυμοι να στραφούν προς την αγορά αυτών των



Σχήμα 1. Σημεία αγοράς ψαριών
Figure 1. Places of fish purchase

προϊόντων.

Η κατανάλωση προμαγειρεμένων ψαριών δεν προτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές, αφού μόλις το 6,4% των ερωτηθέντων εκδήλωσε σχετικό ενδιαφέρον. Την ίδια στάση δείχνουν να τηρούν οι καταναλωτές και αναφορικά με την αγορά ψαριών με παράδοση στο σπίτι (door to door) (μόνο το 16,2% απάντησε θετικά). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η συντριπτική πλειοψηφία των καταναλωτών (92,8% απάντησε αρνητικά) δεν αντιμετώπισε κάποιο πρόβλημα υγείας από την κατανάλωση ψαριών.

Τα αποτελέσματα εκτίμησης του οικονομετρικού υποδείγματος probit δίνονται στον Πίνακα VI, παρακάτω. Στο υπόδειγμα αυτό, ο βασικός καταναλωτής είναι γυναίκα, έγγαμη, ηλικίας 20 ετών, με χαμηλό επίπεδο

Πίνακας VI. Εκτίμηση του οικονομετρικού υποδείγματος probit

Table VI. Estimation of the probit model

Μεταβλητές	Συντελεστής b	t-statistic
AGE5	-0.88134	-1.90614
AGE2	-0.3183	-1.07843
AGE3	-0.13075	-0.42379
AGE4	-0.23872	-0.75304
CITY	0.794065	3.198595
VILLAGE	0.539355	1.869449
EDUC4	-0.02218	-0.04763
EDUC2	-0.4116	-1.59581
EDUC3	-0.18869	-0.65436
MALE	-0.32929	-2.09965
INC5	0.236529	0.844736
INC2	0.096205	0.422441
INC1	0.123437	0.554099
INC4	0.068634	0.282607
OCC1	0.228685	0.669827
OCC2	0.684597	2.260095
OCC3	0.34911	1.084771
OCC4	0.576947	1.979965
OCC5	0.214666	0.80325
OCC6	0.434567	1.738284
Q31	-0.58156	-1.96617
Q42	-0.08798	-0.30443
QUANT1	0.2173	0.749594
QUANT2	0.305874	1.124045
SPINE	0.162715	1.043097
SINGLE	0.078228	0.317547
Q14	-0.12576	-0.77751
Q40	0.067185	0.29496
CONSTANT	-0.598235	0.3011
Στατιστικοί δείκτες αξιολόγησης του οικονομετρικού υποδείγματος probit		
LR = 189,82	R² = 0,5538	% of right predictions = 88,3

εκπαίδευσης, μεσαίας εισοδηματικής τάξης, και διαμένει σε κωμόπολη. Στη συνάρτηση, ο βασικός καταναλωτής παριστάνεται με το σταθερό όρο. Από το σύνολο των 28 μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο υπόδειγμα, αναλύονται στη συνέχεια οι μεταβλητές που επιδρούν στατιστικά σημαντικά στην προθυμία των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια με πιστοποιητικό ελέγχου ποιότητας, καθώς και η κατεύθυνση της όποιας επίδρασης.

Από τις μεταβλητές της ηλικίας που χρησιμοποιήθηκαν στο υπόδειγμα διαπιστώνεται ότι, η μόνη ηλικία που επιδρά στατιστικά σημαντικά αλλά αρνητικά στην προθυμία των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια με διακριτικό σήμα ποιότητας είναι η μεταβλητή AGE5, η οποία αφορά σε καταναλωτές άνω των 65 ετών. Αυτό σημαίνει ότι, τα άτομα μεγάλης ηλικίας δεν ενδιαφέρονται σημαντικά για την αγορά πιστοποιημένων ψαριών.

Ο τόπος διαμονής των καταναλωτών βρέθηκε να επιδρά σημαντικά και θετικά στην προθυμία τους για αγορά πιστοποιημένων ψαριών. Συγκεκριμένα, τα άτομα που διαμένουν σε μεγάλες πόλεις (μεταβλητή CITY), αλλά και σε χωριά (μεταβλητή VILLAGE), ενδιαφέρονται σε μεγάλο βαθμό να αγοράζουν ψάρια πιστοποιημένης ποιότητας.

Η οικογενειακή κατάσταση (μεταβλητή SINGLE) και το εισόδημα (μεταβλητές INC) των καταναλωτών δεν εκτιμάται ότι επιδρούν σημαντικά στην απόφασή τους για αγορά ή όχι πιστοποιημένων ψαριών. Αντίθετα, στατιστικά σημαντική αλλά αρνητική επίδραση ασκεί το φύλο των καταναλωτών (μεταβλητή MALE). Ειδικότερα, οι άνδρες καταναλωτές δεν εμφανίζονται πρόθυμοι να αγοράσουν ψάρια με διακριτικό σήμα ποιότητας. Αρνητική επίσης είναι και η επίδραση του επιπέδου εκπαίδευσης στην πρόθεση των καταναλωτών να αγοράσουν πιστοποιημένα ψάρια. Αυτό σημαίνει ότι, οι καταναλωτές με χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης (μεταβλητή EDUC2) δεν φαίνεται να εκδηλώνουν πρόθεση για αγορά ψαριών με διακριτικό σήμα ποιότητας.

Οι προθέσεις των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια με πιστοποιημένη ποιότητα διαφοροποιούνται σημαντικά, ανάλογα με το επάγγελμά τους. Ειδικότερα, οι καταναλωτές που εργάζονται ως τεχνίτες (μεταβλητή OCC2) ή έχουν δική τους επιχείρηση (μεταβλητή OCC4) ή απασχολούνται στο Δημόσιο τομέα (μεταβλητή OCC6) εκδηλώνουν έντονο ενδιαφέρον για την αγορά πιστοποιημένων ψαριών. Οι υπόλοιπες μεταβλητές που αντιπροσωπεύουν κάποιο επάγγελμα φαίνεται να μην επιδρούν σημαντικά στην πρόθεση των καταναλωτών για αγορά πιστοποιημένων ψαριών.

Οι καταναλωτές που εκδηλώνουν ενδιαφέρον για αγορά προμαγειρεμένων ψαριών (έτοιμων για κατανάλωση) (μεταβλητή Q31) εμφανίζονται απρόθυμοι να αγοράσουν ψάρια πιστοποιημένης ποιότητας. Ο αντίστοιχος συντελεστής b βρέθηκε να επιδρά στατιστικά σημαντικά αλλά αρνητικά. Οι υπόλοιπες μεταβλητές του υποδείγματος probit δεν προκύπτει ότι ασκούν στατιστικά σημαντική επίδραση στην προθυμία των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια πιστοποιημένης ποιότητας.

Στον Πίνακα 6 σημειώνονται επίσης οι εκτιμώμενοι δείκτες αξιολόγησης του οικονομετρικού υποδείγματος probit (προθυμία αγοράς ψαριών πιστοποιημένης ποιότητας). Είναι φανερό ότι, η στατιστική του λόγου πιθανοφάνειας (LR) λαμβάνει την τιμή 189,842 η οποία υπερβαίνει την κρίσιμη τιμή 63,69 που προκύπτει από τον πίνακα της χ^2 κατανομής, για βαθμούς ελευθερίας $v=28$ και επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,01$. Κατά συνέπεια, ο έλεγχος του λόγου πιθανοφάνειας υποδηλώνει ότι το συγκεκριμένο οικονομετρικό υπόδειγμα είναι στατιστικά σημαντικό. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από το επίπεδο του συντελεστή προσδιορισμού R^2 (0,5538), αλλά και από το ποσοστό ακριβούς πρόβλεψης των παρατηρήσεων του υποδείγματος το οποίο εκτιμάται αρκετά υψηλό και ίσο με 88,3%.

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια διερεύνησης των παραγόντων που επιδρούν στην προθυμία των καταναλωτών να αγοράσουν ψάρια με πιστοποιητικό ελέγχου ποιότητας. Προκειμένου να διερευνηθούν οι παράγοντες αυτοί χρησιμοποιήθηκε το οικονομετρικό υπόδειγμα (probit). Τα αποτελέσματα εκτίμησης του υποδείγματος δείχνουν ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν θετικά την προθυμία των καταναλωτών είναι η περιοχή διαμονής και το επάγγελμα (οι καταναλωτές που εργάζονται ως τεχνίτες ή έχουν δική τους επιχείρηση και αυτοί που εργάζονται ως δημόσιοι υπάλληλοι). Αντίθετα, η ηλικία (καταναλωτές μεγάλης ηλικίας), το φύλο, το επίπεδο εκπαίδευσης και η προτίμηση κατανάλωσης προμαγειρεμένων ψαριών ασκούν αρνητική επίδραση στην προθυμία των ερωτώμενων να αγοράσουν ψάρια με διακριτικό σήμα ποιότητας. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, τόσο το εισόδημα όσο και η οικογενειακή κατάσταση δεν διαφοροποιούν σημαντικά τις προθέσεις των καταναλωτών.

Συμπερασματικά, από τη συνολική αξιολόγηση των εκτιμήσεων του υποδείγματος probit προκύπτει ότι, στην πλειοψηφία τους οι καταναλωτές εμφανίζονται πρόθυμοι να αγοράσουν ψάρια με διακριτικό σήμα πιστοποίησης ποιότητας. Ωστόσο, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις σε σχέση με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά τους. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης γίνεται αντιληπτό ότι υφίσταται ανάγκη ενημέρωσης του καταναλωτή για την ποιότητα των ψαριών που καταναλώνει. Παράλληλα, εκτιμάται ότι η ζήτηση ψαριών πιστοποιημένης ποιότητας αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον, ακολουθώντας την αυξημένη ζήτηση σε προϊόντα πιστοποιημένης ποιότητας που ήδη παρατηρείται διεθνώς.

Τα παραπάνω σηματοδοτούν την ανάγκη υιοθέτησης εξελιγμένων μορφών μάρκετινγκ στον κλάδο των ψαριών, με ολοκληρωμένα σχέδια προβολής, προώθησης και διάθεσης πιστοποιημένων προϊόντων στην αγορά. Ο κλάδος πρέπει να μετατραπεί σε δραστηριότητα η οποία να καθοδηγείται σημαντικά από την αγορά, προσφέροντας προϊόντα ή μορφές προϊόντων που συναντούν την αποδοχή των καταναλωτών στους οποίους απευθύνονται. Η στάση των καταναλωτών αναφορικά με την πιστοποίηση της ποιότητας των ψαριών και άλλα θέματα ποιότητας αποτελούν σημαντικό δείκτη κατεύθυνσης και χρήσιμο εργαλείο στην προσπάθεια αντιμετώπισης των διαρθρωτικών προβλημάτων παραγωγής και διάθεσης των προϊόντων αλιείας και υδατοκαλλιέργειας.

Consumers' Willingness to Purchase Fish with Quality Certification Label

Ch. Batzios¹, E. Tsakiridou², K. Polymeros³, D. Moutopoulos¹

Abstract

This paper deals with consumers' intention to buy fishes with quality certification labels. Considering that consumption patterns internationally change towards more secure and healthier products free from chemical residues, as well as that fish consumption in Greece has significantly increased the last ten years, it is worthwhile to identify Greek consumers' behaviour towards quality certification of fish products. A total of 395 consumers, randomly selected, participated in the survey. Results indicated that Greek consumers in general are interested in and willing to buy quality certified fishes. However, the socioeconomic characteristics that were found significantly to affect willingness to purchase certified fishes are place of residence, occupation, gender, age and level of education. Based on the results of the survey, the market of fish products can better be organized, under the preposition of expanding the supply of certified fishes, satisfying consumer needs.

Key words: fish, quality certification, consumers' willingness to purchase, probit model.

Βιβλιογραφία

- Aldrich, J. and Nelson, F. (1984). Linear Probability, Logit and Probit Models. Sage University, *Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences*, 7-45, Beverly Hills, CA: Sage.
- Bower, J.A., Saadat, M.A. and Whitten, C. (2003). Effect of liking, information and consumer characteristics on purchase intention and willingness to pay more for a fat spread with a proven health benefit. *Food Quality and Preference*, Vol.14, pp. 65-74.
- Canavari, M., Bazzani, G.M., Spadoni, R. and Regazzi, D. (2002). Food safety and organic fruit demand in Italy: a survey. *British Food Journal*, Vol.104 (3/4/5), pp. 220-232.
- FAO (2002): Recent trends and possible consequences for world fisheries and aquaculture. *Web site: <http://www.fao.org/docrep/003/x8002e/x8002e07.htm>*
- FAO (2003): Statistical Databases, *<http://www.fao.org/.....>*
- Gracia, A. and Albisu, L. M. (2001), Food Consumption in the European Union: Main Determinants and Country Differences, *Agribusiness*, Vol. 17 (4), pp. 469-488.

¹ Laboratory of Animal Production Economics, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Greece.

² Department of Agricultural Development, Democritus University of Thrace, Orestiada, Greece.

³ Department of Agriculture, Animal Production and Marine Environment, University of Thessaly, Volos, Greece.

- Maddala, G. (1983). *Limited Dependent and Quantitative Variables in Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mannion, M.A., Cowan, C. and Gannon, M. (2000). Factors associated with perceived quality influencing beef consumption behaviour in Ireland. *British Food Journal*, Vol.102 (3), pp. 195-210.
- Μπάτζιος, Χρ. (1999). Η Οικονομία των Θαλάσσιων Υδατοκαλλιεργειών στην Ελλάδα: Χρηματοοικονομική Προσέγγιση. *Εισήγηση στο Τ.Ε.Ι. Καβάλας, Καβάλα*.
- Μπάτζιος Χρ., Αγγελίδης Π., Μουτόπουλος Δ., Χρυσοπολίτου Β. & Αναστασιάδου Χρ. (2002). Καταναλωτικές Προτιμήσεις για τα Ψάρια Ελεύθερης Αλιείας στην Ελλάδα, Πρακτικά 1^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Υδατοκαλλιεργειών, Αλιευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Αθήνα, Ιούνιος 2002.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J. Froese, R. and Torres, Jr. F. (1998): Fishing dawn marine food webs. *Science*, Vol. 279, pp. 860-863.
- Pauly, D., Christensen, V., Froese, R. and Palomares, M.L. (2000): Fishing down aquatic food webs. *Am. Sci.*, Vol. 88, pp. 46-51.
- Πνευματικάτου, Α. (1999): Οι Διαστάσεις του Κλάδου των Ελληνικών Υδατοκαλλιεργειών και η συγκριτική θέση τους στην Ευρώπη. ΔΕΤΡΟΠ, HELEXPO, Ημερίδα με θέμα: Αλιευτική Παραγωγή, Επεξεργασία & Ποιοτικός Έλεγχος Αλιευμάτων, Θεσσαλονίκη, Σάββατο 6 Μαρτίου 1999.
- Smith, G. and Riethmuller, P. (1999). Consumer concerns about food safety in Australia and Japan. *International Journal of Social Economics*, Vol. 26(6), pp. 724-741.
- Squires, L., Juric, B. and Cornwell, B.T. (2001). Level of market development and intensity of organic food consumption: cross-cultural study of Danish and New Zealand consumers. *Journal of Consumer Marketing*, Vol. 18(5), pp. 392-409
- Stergiou, K.I., Christou, E., Georgopoulos, D., Zenetos, A., Souvermezoglou, C. (1997): The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, Vol. 35, pp. 415-538.
- Tambi, N. Emmanuel (2001). Analysis of Household Attitudes toward the Purchase of Livestock products and fish in Cameroon, *Agricultural Economics*, Vol. 26, pp. 135-147.
- Torjusen, H., Lieblein, G., Wandel, M. and Francis, C.A. (2001). Food system orientation and quality perception among consumers and producers of organic food in Hedmark County, Norway. *Food Quality and Preference*, Vol.12, pp. 207-216.
- Yeung, R.M.W. and Morris, J. (2001). Food safety risk. Consumer perception and purchase behaviour. *British Food Journal*, Vol. 103(3), pp. 170-186.

Οι προοπτικές της ελληνικής αλιείας στα πλαίσια της Ε.Ε. και των εφαρμοζόμενων πολιτικών της

Κωνσταντίνος Πολύμερος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση από την ίδρυσή της είχε ως βασικό στόχο τη στήριξη του Πρωτογενή Τομέα της, θεσμοθετώντας ανάλογες πολιτικές. Μεταξύ αυτών των πολιτικών είναι και η Κοινή Αλιευτική Πολιτική (Κ.Α.Π.), δηλαδή η χάραξη μιας κοινής προσέγγισης όλων των Κρατών – Μελών της Ε.Ε. σε θέματα που αφορούν την αλιευτική διαχείριση των υδάτινων πόρων της Κοινότητας. Έτσι, η Ελληνική αλιεία, είναι αναγκασμένη να λειτουργεί κάτω από τους γενικότερους κανόνες και αρχές της Κ.Α.Π. αφενός και να συνεχίσει να διαδραματίζει τον πολυδιάστατο ρόλο της στη διαμόρφωση των κοινωνικοοικονομικών μεγεθών της χώρας μας, αφετέρου. Σημαντικός παράγοντας στην εξυπηρέτηση του ρόλου της ελληνικής αλιείας, αποτελεί η ικανότητα της συμμετοχής της στο εξαγωγικό εμπόριο των προϊόντων αλιείας. Από την ανάλυση της αγοράς της Ε.Ε., σε επίπεδο εισαγωγών και εξαγωγών των κυριότερων αλιευμάτων, προέκυψε ότι οι Ελληνικές εξαγωγές κατέχουν ικανοποιητικά μερίδια αγοράς σε κύριες εισαγωγικές αγορές της Ε.Ε. και ιδιαίτερα της Ιταλίας. Κατά συνέπεια, η σύγχρονη πρόκληση της ελληνικής αλιείας, διαμορφώνεται από το βαθμό της συμβατότητάς της με τις νέες απαιτήσεις και κανόνες της Κ.Α.Π. σε συνδυασμό με τη διατήρηση και αύξηση των μεριδίων αγοράς της σε κύριες εισαγωγικές αγορές.

Λέξεις κλειδιά: ελληνική αλιεία, εξαγωγές, προοπτικές, πολιτική

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θεσμοθέτηση της Κ.Α.Π. έγινε περίπου είκοσι πέντε χρόνια μετά την ίδρυση της ΕΟΚ, πιθανότατα ως μια σημαντική πρωτοβουλία για την κάλυψη όλου του πεδίου των διατροφικών προϊόντων της Πρωτογενούς Παραγωγής και τη χάραξη ενιαίας πολιτικής προσέγγισης για ζητήματα που αφορούν το υδατικό περιβάλλον της Κοινότητας. Μεταξύ των λόγων για την κυβερνητική αυτή παρέμβαση και προστασία ήταν η κάλυψη των επισιτιστικών αναγκών της Κοινότητας, η ιδιαιτερότητα του Πρωτογενούς Τομέα, η ανάγκη για την εναρμόνιση της προσφοράς και της ζήτησης σε προϊόντα διατροφής, η αύξηση της παραγωγικότητας του Πρωτογενούς Τομέα η διασφάλιση επαρκούς ποσότητας τροφίμων σε λογικές τιμές στους Ευρωπαίους καταναλωτές και η προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων (1).

Στα είκοσι χρόνια εφαρμογής της Κ.Α.Π., προέκυψε μια σειρά οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων, (12). Η μεταρρύθμιση της Κ.Α.Π. θεωρήθηκε ως απαραίτητη προϋπόθεση για τη διασφάλιση της επίτευξης των στόχων της Ε.Ε., αναφορικά με την αλιευτική δραστηριότητα και το υδατικό οικοσύστημα γενικότερα, (9). Έτσι, οι στόχοι της νέας Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής όπως διαμορφώθηκαν στην πρόσφατη μεταρρύθμισή της, και αποτυπώνονται στο κείμενο της σχετικής Πράσινης Βίβλου και στα Συμπεράσματα του Συμβουλίου Αλιείας της 16-20 Δεκεμβρίου 2002, πολύ συνοπτικά έχουν ως εξής (2, 9, 10): *“Οι στόχοι της μεταρρύθμισης της Κ.Α.Π. έχουν αναθεωρηθεί ώστε να στραφούν περισσότερο στη βιώσιμη εκμετάλλευση των υδρόβιων ζωντανών υδάτινων αποθεμάτων και αφ’ ενός να βασιζονται σε επιστημονικές συμβουλές και στην προληπτική προσέγγιση της διαχείρισης της αλιείας και αφετέρου στη βιώσιμη υδατοκαλλιέργεια. Η Κ.Α.Π. τώρα έχει ενσωματωθεί σταθερά μέσα στην πολιτική της Κοινότητας για τη βιώσιμη ανάπτυξη, η οποία λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές πτυχές με έναν ισορροπημένο τρόπο”*.

Από τη σκιαγράφηση των παραπάνω στόχων, οι οποίοι τίθενται σε ισχύ από την 01-01-2003, προκύπτει ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση προσανατολίζεται σε μια νέα Κοινή Αλιευτική Πολιτική, η οποία αφενός διαφαίνεται ότι

¹ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου Περιβάλλοντος (Π.Δ. 407/80).

ενσωματώνει στοιχεία προσανατολισμού της ευρωπαϊκής αλιείας στις διεθνείς προκλήσεις, και αφετέρου στην εξυπηρέτηση των αρχικών στόχων της. Με άλλα λόγια, αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση συγκεκριμένου των διεθνών τάσεων και προκλήσεων με τις ευρωπαϊκές ιδιαιτερότητες του αλιευτικού τομέα (10). Κατά συνέπεια, η ελληνική αλιεία, θα πρέπει να προσαρμοστεί στις νέες απαιτήσεις της Κ.Α.Π., διασφαλίζοντας έτσι τη συμβατότητά της σε επίπεδο πολιτικών αποφάσεων. Πολύ περισσότερο, η υιοθέτηση των σύγχρονων μεθόδων της αλιευτικής προσπάθειας, βασισμένη στα πρότυπα της αειφορικής εκμετάλλευσης, όπως περιγράφεται στους στόχους της νέας Κ.Α.Π., είναι συμβατή με τις σύγχρονες καταναλωτικές προτιμήσεις, βελτιώνει την ανταγωνιστικότητα των αλιευμάτων και διαφαίνεται ότι διασφαλίζει τα μερίδια αγοράς των ελληνικών εξαγωγών σε κύριες εισαγωγικές αγορές της Ε.Ε.

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας είναι η διερεύνηση των προοπτικών της ελληνικής αλιείας, στα πλαίσια της μεταρρύθμισης της Κ.Α.Π αφενός και της συνεχούς φιλελευθεροποίησης του διεθνούς εμπορίου αφετέρου. Ειδικότερα, επιχειρείται η αποτύπωση της εξέλιξης των συνολικών εισαγωγών, σε νωπά ψάρια, των κυριότερων εισαγωγικών χωρών σε επίπεδο Ε.Ε. (Ιταλία, Γαλλία και Γερμανία) και η παρουσίαση των εξαγωγών της Ελλάδας, σε συνάρτηση με τις εξαγωγές της Ιταλίας, της Γαλλίας, της Ολλανδίας, της Δανίας και της Ισπανίας, στις παραπάνω εισαγωγικές αγορές. Επιπρόσθετα, γίνεται προσπάθεια εκτίμησης των τάσεων των μεριδίων αγοράς, για την επόμενη πενταετία, για όλες τις παραπάνω εξαγωγικές χώρες.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η διαδικασία της διερεύνησης των προοπτικών της ελληνικής αλιείας, εμπεριέχει μεγάλη αβεβαιότητα, καθώς οι παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση των οικονομικών μεγεθών της, καθορίζονται από το συνεχώς μεταβαλλόμενο διεθνές περιβάλλον. Μέσα σ' ένα τόσο πολύπλοκο και αλληλοεξαρτώμενο διεθνές περιβάλλον, όπως εκφράζεται με την παγκοσμιοποίηση, είναι δύσκολο να προσδιοριστούν επακριβώς οι εξελίξεις και οι τάσεις (3). Ωστόσο, η συνεχώς αυξανόμενη φιλελευθεροποίηση του διεθνούς εμπορίου και ιδιαίτερα των προϊόντων του Πρωτογενή Τομέα, διαφαίνεται ότι είναι και ο σημαντικότερος παράγοντας διαμόρφωσης των διεθνών εξελίξεων και κατά συνέπεια και των προοπτικών των επιμέρους κλάδων, (8). Ο εντοπισμός και η κατανόηση των εξελίξεων των εμπορικών συναλλαγών μεταξύ των χωρών, αποτελεί βασική προϋπόθεση στη διαδικασία της διερεύνησης των προοπτικών των περισσότερων κλάδων, της διεθνούς οικονομίας. Κατά συνέπεια, η αποτύπωση και ο προσδιορισμός των μεριδίων αγοράς των Ελληνικών εξαγωγών, προς τις κυριότερες αγορές της Ε.Ε., σε προϊόντα αλιείας, διαφαίνεται ότι αποτελεί σημείο αναφοράς για τη διερεύνηση των προοπτικών της ελληνικής αλιείας στο σύνολό της.

Ειδικότερα, στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια αποτύπωσης της εξέλιξης των συνολικών εισαγωγών και εκτίμησης των τάσεων των μεριδίων αγοράς της Ελλάδας, της Ιταλίας, της Γαλλίας, της Ολλανδίας, της Δανίας και της Ισπανίας, στην αγορά της Ιταλίας, της Γαλλίας και της Γερμανίας. Η επιλογή των αγορών της Ιταλίας, της Γαλλίας και της Γερμανίας, έγινε για δύο λόγους: Πρώτον, επειδή με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, οι χώρες αυτές παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον, από όλες τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες, όσον αφορά την απορρόφηση των ελληνικών εξαγωγών και δεύτερον επειδή παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ποσότητες εισαγωγών από τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Η επιλογή της Ιταλίας, της Γαλλίας, της Ολλανδίας, της Δανίας και της Ισπανίας, έγινε επειδή οι χώρες αυτές εμφανίζουν υψηλά μερίδια αγοράς, στις παραπάνω επιλεγμένες εισαγωγικές αγορές και θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως ανταγωνίστριες χώρες για την Ελλάδα.

Προκειμένου να υπολογιστούν οι τάσεις των μεριδίων αγοράς (Trend Market Share), συγκριτικά για όλες τις εισαγωγικές χώρες, έγινε εφαρμογή τεχνικής η οποία δύναται να παρέχει πληροφορίες για τη μελλοντική πορεία και τις προοπτικές των επιμέρους χωρών, βασισμένη σε στατιστικά στοιχεία παρελθόντων ετών. Ειδικότερα, τα στατιστικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την Eurostat, και έχουν παραχωρηθεί από το Σύνδεσμο Εξαγωγέων Βορείου Ελλάδας, για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Τα στοιχεία, με βάση την κατάταξη της Eurostat, αναφέρονται στον κωδικό 0302, για το χρονικό διάστημα 1992 έως το 2001 και περιλαμβάνουν: *Ψάρια νωπά ή διατηρημένα με απλή ψύξη, με εξαίρεση τα φιλέτα και άλλη σάρκα ψαριών*, (5,6). Επειδή τα στοιχεία είναι ετήσια και σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρχε πρόβλημα σημαντικών διακυμάνσεων από έτος σε έτος, γεγονός που ενδεχομένως να επηρεάσει αρνητικά τις εκτιμήσεις, αρχικά εφαρμόστηκε η μέθοδος των κινητών μέσων όρων (moving averages). Η μεθοδολογία αυτή είναι ουσιαστικά μία τεχνική η οποία απλοποιεί την ανάλυση τάσεων με την εξομάλυνση των διακυμάνσεων ιστορι-

κού και βασίζεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_{t-j+1}$$

όπου:

N = είναι ο αριθμός των προηγούμενων περιόδων που εμπεριέχονται στον κινητό μέσο όρο,

A_j = είναι η πραγματική τιμή στο χρόνο j και,

F_j = είναι η εκτιμώμενη τιμή στο χρόνο j .

Κατόπιν, για την εύρεση της γραμμικής τάσης (linear trend) για τα αμέσως προσεχή χρόνια εφαρμόστηκε η μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων (Ordinary Least Squares). Επειδή η χρονολογική περίοδος των στοιχείων είναι περιορισμένη (δέκα παρατηρήσεις οι οποίες μειώνονται κατά μία λόγω της εφαρμογής της μεθόδου των κινητών μέσων όρων), η αναγωγή σε εκτιμήσεις των τάσεων έγινε έως το έτος 2007, αλλά σε κάθε περίπτωση τα αποτελέσματα είναι μόνο ενδεικτικά των τάσεων – και πάντα με την υπόθεση *ceteris paribus* – και δεν αποτελούν ακριβείς προβλέψεις. Στα πλαίσια όμως της διερεύνησης των προοπτικών της ελληνικών εξαγωγών και της ελληνικής αλιείας γενικότερα, όπως αυτές διαμορφώνονται μετά την πρόσφατη μεταρρύθμιση της Κ.Α.Π., πιθανότατα αποτελούν αξιόλογη πληροφόρηση, για το σχεδιασμό των επιμέρους στόχων της ελληνικής αλιείας.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Εξέλιξη εισαγωγών

ΙΤΑΛΙΑ

Η εξέλιξη των εισαγωγών νωπών ψαριών στην Ιταλία για την τελευταία δεκαετία παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, του παραρτήματος. Όπως προκύπτει από τον πίνακα, οι συνολικές εισαγωγές παρουσίασαν αύξηση τα τελευταία δέκα χρόνια και από 65.629 τόννους που ήταν το 1992, ανήλθαν στο επίπεδο των 96.335 τόννων το 2001. Την αύξηση αυτή διαφαίνεται ότι επωφελήθηκαν σχεδόν όλες οι εξαγωγικές χώρες, καθώς οι επιμέρους εξαγωγές όλων των χωρών παρουσιάζουν αυξητική τάση. Τις περισσότερες εξαγωγές για το έτος 2001, πραγματοποίησε η Ελλάδα με 24.667 τόννους, ακολουθεί η Γαλλία με 16.487 τόννους, η Ισπανία με 13.250 τόννους, η Δανία με 11.298 τόννους, η Ολλανδία με 7.354 τόννους και οι λοιπές χώρες με 23.279 τόννους.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, τη μεγαλύτερη αύξηση για την περίοδο μελέτης, σημείωσε η Ελλάδα μεταξύ όλων των υπό μελέτη χωρών. Αναφορικά με τα μερίδια αγοράς για το έτος 2001, η Ελλάδα εμφανίζεται πρώτη με 26% και ακολουθούν Γαλλία 16%, Ισπανία 14%, Δανία 12%, Ολλανδία 8% και λοιπές χώρες 23%. Οι ευρωπαϊκές χώρες αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή προμήθειας της Ιταλικής αγοράς, καθώς αποτελούν το

Πίνακας 1. Εξέλιξη εισαγωγών νωπών ψαριών στην Ιταλία

Table 1. Evolution of fresh fish imports in Italy

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ΕΛΛΑΔΑ	4657	6339	9562	9492	11221	13654	15714	22939	24634	24667
ΓΑΛΛΙΑ	12515	11322	8468	9633	11532	10668	11940	12924	13851	16487
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	6855	6431	6683	9283	5774	5203	6500	8376	7747	7354
ΔΑΝΙΑ	10279	13118	11268	11909	11232	9690	11702	13258	11898	11298
ΙΣΠΑΝΙΑ	5259	5307	4599	5337	6986	6699	7360	8304	11027	13250
ΛΟΙΠΕΣ	26064	19719	17252	17141	21063	24485	23300	26243	21663	23279
ΣΥΝΟΛΟ	65629	62236	57832	62795	67808	70399	76516	92044	90820	96335

ΠΗΓΗ:EUROSTAT

75% των συνολικών εισαγωγών της. Επίσης, οι εξαγωγές της Ελλάδας, είναι μεγαλύτερες από το σύνολο των λοιπών χωρών, γεγονός που υποδηλώνει τη μεγάλη σημασία της για τις ελληνικές εξαγωγές, και καθιστά τη χώρα μας μεταξύ των κυρίαρχων εξαγωγικών δυνάμεων προς την αγορά αυτή, σε διεθνές επίπεδο.

ΓΑΛΛΙΑ

Η εξέλιξη των εισαγωγών της Γαλλίας παρουσιάζεται στον Πίνακα 2. Από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει ότι, οι συνολικές εισαγωγές της παρουσίασαν αυξητική τάση για την περίοδο της μελέτης και από 171.743 τόννους που ήταν το 1992, ανήλθαν στο επίπεδο των 212.453 τόννων το 2001. Οι περισσότερες εισαγωγές για το 2001, προέρχονται από τη Δανία με 47.069 τόννους, ακολουθεί η Ισπανία με 13.483 τόννους, η Ολλανδία με 8.763 τόννους, η Ιταλία με 5.000 τόννους, η Ελλάδα με 4.837 τόννους και οι λοιπές χώρες με πολύ

Πίνακας 2. Εξέλιξη εισαγωγών νοπών ψαριών στη Γαλλία

Table 2. Evolution of fresh fish imports in France

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ΕΛΛΑΔΑ	60	163	197	338	366	731	749	1859	2698	4837
ΙΤΑΛΙΑ	8189	10136	9360	6196	9417	10881	10259	7165	5926	5000
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	12909	8775	15654	14187	11630	8183	8133	9411	10482	8763
ΔΑΝΙΑ	23935	36184	57344	56318	54602	56563	52851	64882	57846	47069
ΙΣΠΑΝΙΑ	2100	5723	5331	6675	9014	11474	12895	14042	12778	13483
ΛΟΙΠΕΣ	124550	101808	82041	86112	116598	99301	106123	121873	107225	133301
ΣΥΝΟΛΟ	171743	162789	169927	169826	201627	187133	191010	219232	196955	212453

ΠΗΓΗ:EUROSTAT

μεγαλύτερη συμμετοχή, της τάξης των 133.301 τόννων. Με εξαίρεση τη Δανία, διαφαίνεται ότι, οι ευρωπαϊκές χώρες δεν αποτελούν σημαντικές πηγές προμήθειας της Γαλλικής αγοράς, σε αντίθεση με τις τρίτες χώρες που συμμετέχουν με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά. Ειδικότερα, τα μερίδια αγοράς, για το έτος 2001, έχουν ως εξής: Ελλάδα 2%, Ιταλία 2%, Ολλανδία 4%, Δανία 22%, Ισπανία 6% και Λοιπές χώρες 63%. Η ποιότητα όμως των αλιευμάτων από τρίτες χώρες υπολείπεται από αυτή των χωρών της Ε.Ε., όπου τηρούνται αυστηρές προδιαγραφές αλίευσης, διακίνησης και εμπορίας γενικότερα.

ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Η εξέλιξη των εισαγωγών της Γερμανίας παρουσιάζεται στον Πίνακα 3 του παραρτήματος. Από τα στοιχεία προκύπτει ότι, η εξέλιξη των συνολικών εισαγωγών στη Γερμανία παρουσιάζει μια σταθερή, αν όχι φθίνουσα πορεία για τα τελευταία δέκα χρόνια και από 111.458 τόννους που ήταν το 1992, μειώθηκε στο

Πίνακας 3. Εξέλιξη εισαγωγών νοπών ψαριών στη Γερμανία

Table 3. Evolution of fresh fish imports in Germany

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ΕΛΛΑΔΑ	78	178	233	298	432	417	372	378	503	504
ΙΤΑΛΙΑ	1330	1091	873	909	1146	1505	1721	2839	2566	2713
ΓΑΛΛΙΑ	3769	2722	2465	2193	2342	2037	2401	2421	2607	2212
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	7502	4914	4197	4441	4731	4546	5521	5796	5000	4261
ΔΑΝΙΑ	31399	25955	25936	22421	26267	23816	24653	30376	27953	27124
ΙΣΠΑΝΙΑ	208	204	370	395	825	783	1098	831	933	754
ΛΟΙΠΕΣ	67172	94666	107007	97539	97880	87227	78605	81142	75979	60326
ΣΥΝΟΛΟ	111458	129730	141081	128196	133623	120331	114371	123783	115541	97894

ΠΗΓΗ:EUROSTAT

επίπεδο των 97.894 τόννων το 2001. Οι επιμέρους χώρες διαφαίνεται ότι διατήρησαν τα μερίδια αγοράς τους, παρά τη συνολική μείωση, με εξαίρεση τις λοιπές χώρες που εμφανίζουν μια φθίνουσα τάση τα τελευταία πέντε χρόνια της περιόδου που μελετάται. Τις μεγαλύτερες εξαγωγές για το έτος 2001 πραγματοποίησε η Δανία με 27.124 τόννους, ακολουθεί η Ολλανδία με 4.261 τόννους, η Ιταλία με 2.713 τόννους, η Γαλλία με 2.212 τόννους, η Ισπανία με 754 τόννους, η Ελλάδα με 504 τόννους και οι λοιπές χώρες με αρκετά υψηλότερα ποσοστά της τάξης των 60.326 τόννων.

Τα μερίδια αγοράς για το έτος 2001 έχουν ως εξής: Ελλάδα 1%, Ιταλία 3%, Γαλλία 2%, Ολλανδία 4%, Δανία 28%, Ισπανία 1% και οι λοιπές χώρες 62%. Όπως φάνηκε και με την αγορά της Γαλλίας, έτσι και σ' αυτή της Γερμανίας οι σημαντικότερες πηγές προμήθειας σε νωπά ψάρια είναι οι τρίτες χώρες και λιγότερο τα Κράτη - Μέλη της Ε.Ε.

3.2. Εκτίμηση τάσεων των μεριδίων αγοράς

ΙΤΑΛΙΑ

Τα αποτελέσματα από τη διαδικασία εκτίμησης των τάσεων των μεριδίων αγοράς, για την αγορά της Ιταλίας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει ότι, το μερίδιο αγοράς της Ελλάδας, εμφανίζει σημαντική αυξητική τάση και από 25,6% που ήταν το 2001, εκτιμάται ότι θα ανέλθει στο επίπεδο του 40,3%. Επίσης, η Ισπανία εμφανίζει αυξητική τάση και από 13,7% , θα ανέλθει στο 15,1%. Οι

Πίνακας 4. Τάσεις μεριδίων αγοράς στην Ιταλία
Table 4. Trends of market shares in Italy

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ΕΛΛΑΔΑ	25.61	29.85	31.94	34.04	36.14	38.24	40.34
ΓΑΛΛΙΑ	17.11	14.73	14.48	14.22	13.97	13.71	13.45
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	7.63	7.34	6.91	6.49	6.06	5.64	5.21
ΔΑΝΙΑ	11.73	11.66	10.86	10.07	9.28	8.49	7.70
ΙΣΠΑΝΙΑ	13.75	12.56	13.08	13.59	14.11	14.62	15.14
ΛΟΙΠΕΣ	24.16	23.86	22.72	21.58	20.44	19.30	18.16

άλλες χώρες εμφανίζουν φθίνουσα τάση και τη μεγαλύτερη μείωση αναμένεται να παρουσιάσει το μερίδιο αγοράς των λοιπών χωρών. Ειδικότερα, το μερίδιο αγοράς της Γαλλίας αναμένεται να μειωθεί από 17,1% σε 13,4%, της Ολλανδίας από 7,6% σε 5,2%, της Δανίας από 11,7% σε 7,7% και των λοιπών χωρών από 24,6% σε 18,6 %, (περίοδος αναφοράς το 2001 και εκτίμηση μέχρι το 2007).

ΓΑΛΛΙΑ

Οι εκτιμηθείσες τιμές των μεριδίων αγοράς, για την αγορά της Γαλλίας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει ότι η Ελλάδα, η Δανία και η Ισπανία θα παρουσιάσουν αύξηση στα

Πίνακας 5. Τάσεις μεριδίων αγοράς στη Γαλλία
Table 5. Trends of market shares in France

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ΕΛΛΑΔΑ	2.28	1.71	1.91	2.11	2.32	2.52	2.72
ΓΑΛΛΙΑ	2.35	2.83	2.53	2.23	1.93	1.63	1.34
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	4.12	3.55	3.13	2.71	2.29	1.87	1.45
ΔΑΝΙΑ	22.16	29.91	30.46	31.00	31.55	32.09	32.64
ΙΣΠΑΝΙΑ	6.35	7.95	8.52	9.08	9.65	10.22	10.78
ΛΟΙΠΕΣ	62.74	54.05	53.45	52.86	52.26	51.67	51.07

μερίδια της αγοράς, ενώ η Ιταλία, η Ολλανδία και οι λοιπές χώρες θα παρουσιάσουν μείωση. Συγκεκριμένα, οι επιμέρους τάσεις των μεριδίων έχουν ως εξής: Η Ελλάδα από 2,2% το 2001 θα παρουσιάσει μικρή αύξηση στο επίπεδο του 2,7%, η Δανία θα παρουσιάσει τη μεγαλύτερη αύξηση, από 22,6% σε 32,6% και η Ισπανία από 6,3% στο 10,8%. Από τις χώρες με φθίνουσα τάση, οι λοιπές χώρες θα παρουσιάσουν τη μεγαλύτερη μείωση, από 62,7% σε 51,1%, ακολουθεί η Ολλανδία από 4,1% σε 1,4% και η Ιταλία από 2,3% σε 1,3%, (περίοδος αναφοράς το 2001 και εκτίμηση μέχρι το 2007).

ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Τα αποτελέσματα από τη διαδικασία εκτίμησης των τάσεων των μεριδίων αγοράς, για την αγορά της Γερμανίας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6. Από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει ότι, ανοδικές τάσεις στα μερίδια αγοράς θα παρουσιάσει η Ελλάδα, η Ιταλία, η Ισπανία και οι λοιπές χώρες, ενώ φθίνουσες τάσεις θα

Πίνακας 6. Τάσεις μεριδίων αγοράς στη Γερμανία

Table 6. Trends of market shares in Germany

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ΕΛΛΑΔΑ	0.51	0.52	0.56	0.61	0.65	0.69	0.74
ΙΤΑΛΙΑ	2.77	2.59	2.81	3.02	3.23	3.44	3.65
ΓΑΛΛΙΑ	2.26	1.87	1.83	1.78	1.74	1.70	1.66
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	4.35	4.09	4.06	4.03	4.00	3.97	3.94
ΔΑΝΙΑ	27.71	24.42	24.84	25.25	25.67	26.08	26.49
ΙΣΠΑΝΙΑ	0.77	1.00	1.08	1.17	1.25	1.34	1.42
ΛΟΙΠΕΣ	61.62	65.50	64.82	64.14	63.46	62.78	62.09

εμφανιστούν στη Γαλλία, στην Ολλανδία και τη Δανία. Ειδικότερα, το μερίδιο αγοράς της Ελλάδας από 0,5% θα ανέλθει σε 0,7%, της Ιταλίας από 2,8% σε 3,6%, της Ισπανίας από 0,8% σε 1,4% και των λοιπών χωρών από 61,6% σε 62,1%. Από τις χώρες με φθίνουσες τάσεις, το μερίδιο αγοράς της Γαλλίας διαφαίνεται ότι θα μειωθεί από 2,3% σε 1,7%, της Ολλανδίας από 4,3% σε 3,9% και της Δανίας από 27,7% σε 26,5%, (περίοδος αναφοράς το 2001 και εκτίμηση μέχρι το 2007).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα ερευνητική προσέγγιση, έγινε προσπάθεια διερεύνησης των προοπτικών της ελληνικής αλιείας, στα πλαίσια της συνεχώς αυξανόμενης φιλελευθεροποίησης του διεθνούς εμπορίου αφενός και της μεταρρύθμισης της Κ.Αλ.Π. της Ε.Ε. αφετέρου. Η προσπάθεια αυτή είχε ως γνώμονα τη νέα πολιτική και φιλοσοφία της Ε.Ε., όσον αφορά τη στήριξη της αλιευτικής προσπάθειας, όπως αποτυπώνεται στις νέες αρχές της Κ.Αλ.Π. και επιχειρήθηκε διερεύνηση των προοπτικών των ελληνικών εξαγωγών, σε τρεις μεγάλες εισαγωγικές αγορές, για συγκεκριμένα είδη αλιευμάτων. Ο συνδυασμός της διερεύνησης των προοπτικών των εξαγωγών, σε συνάρτηση με τις πρόσφατες αλλαγές της Κ.Αλ.Π., έγινε αφενός μεν επειδή οι νέοι στόχοι της Κ.Αλ.Π. δίνουν μια νέα διάσταση στην ευρωπαϊκή αλιεία, προσανατολισμένη σε αειφορικά πρότυπα εκμετάλλευσης και αφετέρου επειδή τα καταναλωτικά πρότυπα συνεχώς μεταβάλλονται με τάσεις προσανατολισμού στα οικολογικά προϊόντα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αγορά της Ιταλίας, στην οποία η ζήτηση για οργανικά προϊόντα είναι τελευταία ραγδαίως αυξανόμενη, (4).

Κατά συνέπεια, η διαδικασία της διερεύνησης των προοπτικών δε θα μπορούσε να γίνει μεμονωμένα, είτε εξετάζοντας τις μελλοντικές εξελίξεις μόνο σε επίπεδο πολιτικής, ή εξετάζοντας τις εξελίξεις μόνο σε επίπεδο αγοράς. Με άλλα λόγια, η παρούσα εργασία είναι μια συνθετική προσπάθεια σκιαγράφησης των προοπτικών της ελληνικής αλιείας, όπως αυτές διαμορφώνονται από τη συμβατότητά της με τους νέους κανόνες της Κ.Αλ.Π. αλλά και με την ικανότητά της να κάνει αισθητή την παρουσία της, στη συνεχώς αυξανόμενη ανταγωνιστικά διεθνή αγορά.

Με βάση τα παραπάνω, επιχειρήθηκε η αποτύπωση της εξέλιξης των συνολικών εισαγωγών, σε νωπά

ψάρια, της Ιταλίας, της Γαλλίας και της Γερμανίας, αφενός και η παρουσίαση των εξαγωγών της Ελλάδας, σε συνάρτηση με τις εξαγωγές της Ιταλίας, της Γαλλίας, της Ολλανδίας, της Δανίας, της Ισπανίας και των λοιπών χωρών, στις παραπάνω εισαγωγικές αγορές, για το χρονικό διάστημα 1992 έως το 2001. Επιπρόσθετα, έγινε προσπάθεια εκτίμησης των τάσεων των μεριδίων αγοράς, για όλες τις παραπάνω εξαγωγικές χώρες, για το χρονικό διάστημα 2001 έως το έτος 2007.

Τα στοιχεία φανερώουν ότι, η αγορά της Ιταλίας και της Γαλλίας σημείωσαν αύξηση στις συνολικές εισαγωγές τους από το 1992 μέχρι το 2001, σε αντίθεση με την αγορά της Γερμανίας που εμφανίζει σταθεροποιητική αν όχι φθίνουσα πορεία. Μεταξύ των εξαγωγικών χωρών, που εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά συμμετοχής στις παραπάνω αγορές, είναι η Ελλάδα για την αγορά της Ιταλίας και η Δανία μαζί με τις λοιπές χώρες, για τις αγορές της Γαλλίας και της Γερμανίας. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η χώρα μας, εμφανίζει το υψηλότερο μερίδιο αγοράς από όλες τις υπό μελέτη χώρες, καθιστώντας την κυρίαρχη εξαγωγική δύναμη, για την αγορά της Ιταλίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Επίσης, από την εκτίμηση των τάσεων των μεριδίων αγοράς διαφαίνεται ότι, η Ελλάδα θα συνεχίσει τη δυναμική της παρουσία στην αγορά αυτή, ισχυροποιώντας ακόμη περισσότερο τη θέση της.

Το γεγονός ότι η ιταλική αγορά απορροφά το μεγαλύτερο κομμάτι των ελληνικών εξαγωγών και οι ελληνικές εξαγωγές κατέχουν το μερίδιο του λέοντος στην εν λόγω αγορά, καθιστά την αγορά αυτή ιδιαίτερης σημασίας για τον κλάδο της ελληνικής αλιείας. Επιπρόσθετα, η ραγδαία αύξηση της ζήτησης για οργανικά προϊόντα στην αγορά αυτή, αποτελεί πρόκληση για την ελληνική αλιεία, και ενδεχομένως διαμορφώνει συγκριτικό πλεονέκτημα, στο βαθμό που η ελληνική αλιεία θα υιοθετήσει άμεσα τους νέους κανόνες της Κ.Α.Π. και η αλιευτική δραστηριότητα θα βασίζεται στα πρότυπα της βιώσιμης και αειφορικής εκμετάλλευσής.

Οι αγορές της Γαλλίας και της Γερμανίας, διαφαίνεται ότι δεν αποτελούν κύριες πηγές απορρόφησης των ελληνικών εξαγωγών, σε αντίθεση με τις λοιπές χώρες που διαμορφώνουν τη μεγαλύτερη εξαγωγική δύναμη. Αξιοσημείωτο όμως είναι το γεγονός ότι και στις αγορές αυτές, η εκτίμηση των τάσεων των μεριδίων αγοράς, φανερώνει μια μικρή ανοδική πορεία των ελληνικών εξαγωγών, μέχρι το έτος 2007.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι, η Ελλάδα εμφανίζει μια δυναμική παρουσία στην αγορά της Ιταλίας και ανοδικές τάσεις στα μερίδια αγοράς της και στις τρεις εισαγωγικές αγορές, με την προϋπόθεση ότι οι παράγοντες που διαμόρφωσαν την παρούσα κατάσταση θα παραμείνουν σταθεροί. Η φιλελευθεροποίηση όμως των αγορών, η μεταρρύθμιση της Κ.Α.Π. και οι συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις και καταναλωτικά πρότυπα, προδικάζουν μια νέα δυναμική για το διεθνές εμπόριο. Μια δυναμική που θα βασίζεται ολοένα και λιγότερο στις παρεμβατικές πολιτικές, σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό της παραγωγικής διαδικασίας και της αλιευτικής δραστηριότητας ειδικότερα, στις σύγχρονες απαιτήσεις της αγοράς. Κατά συνέπεια, οι προοπτικές της ελληνικής αλιείας, διαφαίνεται ότι είναι συνάρτηση της συμβατότητάς της με τις διεθνείς απαιτήσεις και τους νέους στόχους της Κ.Α.Π., αλλά και της ικανότητάς της να διατηρήσει και να αυξήσει ενδεχομένως τα μερίδια αγοράς της, σε σημαντικές εισαγωγικές αγορές.

Κατά συνέπεια, αν και διαφαίνεται ότι οι προοπτικές των εξαγωγών της χώρας μας, στα συγκεκριμένα είδη αλιευμάτων (τα οποία προέρχονται κυρίως από υδατοκαλλιέργειες και είναι Τσιπούρα, Λαυράκι) είναι ευοίωνες, τουλάχιστον μέχρι το 2007, στην περίπτωση που η προσαρμογή της ελληνικής αλιείας, στις σύγχρονες προκλήσεις, όπως αυτές διαμορφώνονται από την παγκοσμιοποίηση, την Κ.Α.Π. της Ε.Ε. και την αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων, δε θα είναι η πλέον κατάλληλη, ή θα υπολείπεται σε ρυθμούς αντίδρασης έναντι των άλλων εξαγωγικών χωρών, οι προοπτικές της θα είναι πολύ διαφορετικές από ότι προδιαγράφονται σήμερα.

Ειδικότερα, η διεξαγωγή συνεχιζόμενης έρευνας για τον εντοπισμό, την ανάλυση και την κατανόηση των συνεχώς μεταβαλλόμενων καταναλωτικών απαιτήσεων και προτιμήσεων, σε επιλεγμένες αγορές – στόχους, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή διάτρηση νέων αγορών αλλά και διατήρηση των ήδη υπαρχόντων μεριδίων αγοράς. Η επιτυχημένη παρουσία σε επιλεγμένες αγορές – στόχους, φανερώνει τη δυναμική του κάθε κλάδου και πολύ περισσότερο βελτιώνει τις προϋποθέσεις για ευοίωνα εξέλιξη των προοπτικών του, στο συνεχώς ανταγωνιστικά αυξανόμενο περιβάλλον τόσο της ευρωπαϊκής όσο και της διεθνούς οικονομίας.

Perspectives of the greek fishery within the E.U. and its implemented policies**Konstantinos Polymeros¹****Abstract**

Since its foundation, the European Union aimed at the support of the primary sector, enacting various policies. Common Fisheries Policy (C.F.P), is an implemented policy with a particular focus on supporting and regulating the fishery sector, establishing a common approach of all Member-States concerning the management of aquatic resources of the European Union. Thus, Greek fishery sector unavoidably operates under the general rules and objectives of C.F.P and also is trying to preserve its important socio-economic role in the national economy. In this study, an analysis of the European seafood market has been implemented, in order to investigate the perspectives of the sector, within the E.U. The analysis has indicated that Greek exports hold a satisfactory market-share in the main European importing markets, particularly in the Italian market. Evidently, the perspectives of the Greek fishery sector, depend on the degree of its compatibility with the new requirements and rules of C.F.P, in combination with the maintenance and increase of market-shares in main importing markets.

Key words: Greek Fisheries, exports, perspectives, policy

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Επίσημα κείμενα και εκδόσεις των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. (1995). «Πολιτικές – Κοινή Αγροτική Πολιτική». Διεύθυνση διαδικτύου: www.europa.ee.gr/e/eao.
- Commission of the European Communities, (COM(2002) 185 Final, 2002/0114 (CNS). «Proposal for a Council Regulation on the conservation and sustainable exploitation of Fisheries resources under the Common Fisheries Policy», Brussels, 28 May 2002.
- Commission of the European Communities, «Gatt and European Agriculture». CAP Working notes, 1995.
- Defrancesco, E. (2002). The beginning of Organic Fish Farming in Italy. Paper prepared for the 8th Joint Conference on Food, Agriculture and the Environment. August 25-28, 2002, Red Cedar Lake, Wisconsin.
- Euromonitor, World Marketing Data, On Line Basis. Web Page:www.euromonitor.com.
- Eurostat, Official Statistical Services – CD Rom 2002.
- Kotler, P. (1991). Marketing Management, Seventh Edition. *Northwestern University. Prentice Hall International*, New Jersey.
- Petersen, E. (2002). Economic Policy, Institutions and Fisheries Development in the Pacific. Paper presented to the 2002 Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association, July 28-31, Longbeach, California.
- Πράσινη Βίβλος για το Μέλλον της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής /* COM/2001/0135 */.
- Συμπεράσματα του Συμβουλίου Αλιείας της 16-20 Δεκεμβρίου 2002 (Μετάφραση από την Υπ. Διαχείρισης του Ε.Π.Α.Λ. - ΑΘΗΝΑ 16 -12 -2002).
- The Rome Declaration on the Implementation of the Code of Conduct for Responsible Fisheries, FAO Ministerial Meeting on Fisheries, Rome 10-11 March 1999.
- Trevisan, G. and Mauracher C. (2002). The new Common Fisheries Policy and Protection of Mediterranean Fishing. *NEW MEDIT N.4/2002*, p. 10-17.

¹ *University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Department of Animal Production and Aquaculture Environment*

Μελέτη της εμφάνισης του γόνου των κεφαλοειδών (Mugilidae) στην ευρύτερη περιοχή της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου – Αιτωλικού

Γεώργιος Ν. Χώτος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με πολλές δειγματοληψίες σε μηνιαία βάση και για τρία έτη στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου (Κλείσοβα), στη θαλάσσια ακτή της Κλείσοβας, στις εκβολές του Εύηνου και στο λιμάνι της Πάτρας μελετήθηκε η παρουσία του γόνου 5 ειδών κεφαλοειδών. Οι δειγματοληψίες έγιναν με γρίπο και μελετήθηκε η εποχή εμφάνισης του κάθε είδους στις ακτές και τα μεγέθη τους. Συνολικά από 112 δειγματοληψίες συλλέχθηκαν 4676 ιχθύδια. Όλα τα είδη βρέθηκαν να πλησιάζουν τις ακτές και να εισέρχονται στα εσωτερικά νερά με ομοιόμορφη τάση. Στο γενικό σύνολο το ποσοστό παρουσίας του κάθε είδους ήταν: *Liza saliens*: 41%, *Liza aurata*: 23%, *Chelon labrosus*: 23%, *Mugil cephalus*: 8%, και *Liza ramada*: 5%. Για τα μεγέθη του γόνου 15 – 30 mm σε ολικό μήκος (TL) που αποτελούν τα πιο συμπαγή κοπάδια τα ποσοστά επί του συνόλου ήταν: *L. saliens*: 37%, *L. aurata*: 28%, *C. labrosus*: 12%, *M. cephalus*: 12%, και *L. ramada*: 11%. Αντίθετα για μεγέθη μεγαλωμένου γόνου (30 – 60 mm, TL) το *L. ramada* δε συλλέχθηκε καθόλου και το *M. cephalus* ελάχιστα (4%), πιθανή ένδειξη απομάκρυνσης αυτών των ειδών σε αυτά τα μεγέθη από τις ακτές. Η παρούσα μελέτη δίδει λεπτομερή στοιχεία για τη μηνιαία εμφάνιση του κάθε είδους στις ακτές.

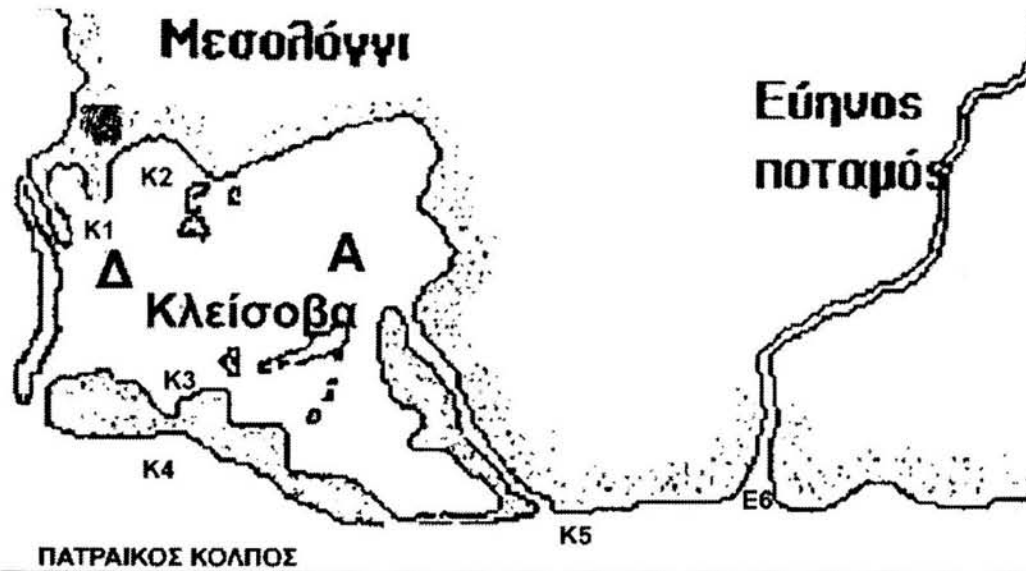
Λέξεις κλειδιά: γόνος κεφαλοειδών, Mugilidae, εμφάνιση γόνου, λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο απαιτούμενος αριθμός ιχθυδίων για οποιασδήποτε ιχθυοκαλλιεργητική προσπάθεια θα πρέπει να είναι διαθέσιμος την κατάλληλη εποχή και να βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Η προμήθεια του γόνου των κεφαλοειδών για να καλύψει τις ανάγκες εμπλουτισμού των εσωτερικών νερών (λίμνες, λιμνοθάλασσες κ.ά.) ή για ιχθυοκαλλιέργειες, βασίζεται και στη συλλογή του από τα παράκτια νερά (Ταϊβάν, TANG, 1975, Ισραήλ, PRUGININ *et al.*, 1975, Ρωσία, BEN-YAMI, 1981, Κίνα, Χονγκ-Κονγκ, Φιλιπίνες, Ινδία, Κίνα, OREN, 1981). Στην Ελλάδα η αλιεία του γόνου των κεφαλοειδών ασκείται μάλλον περιστασιακά. Πάντως κατά την τελευταία δεκαετία έχουν αρχίσει να συσσωρεύονται όλες οι απαραίτητες επιστημονικές γνώσεις για τη βιολογία των κεφαλοειδών και του γόνου, κυρίως στη Δυτική Ελλάδα (ΚΛΑΔΑΣ & ΡΟΓΔΑΚΗΣ 1988, KATSELIS *et al.* (1994), ΚΑΤΣΕΛΗΣ 1996, ΜΙΝΟΣ 1996, ΗΟΤΟΣ & ΒΛΑΗΟΣ 1998, ΧΩΤΟΣ 1999) αλλά και στη Β. Ελλάδα (ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ 1994, ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ *et al.* 1994).

Οι μελέτες σχετικά με τη βιολογία του γόνου έχουν επικεντρωθεί κυρίως στην εποχή εμφάνισης κάθε είδους στα παράκτια νερά και στην πληθυσμιακή του αφθονία (PERLMUTTER *et al.* 1957, BOGRAD 1961, EL MAGHRABY *et al.* 1974, ZISMANN & BEN TUVIA 1975, ΚΑΤΑΒΙC 1980, TORICELLI *et al.* 1982, CAMBRONY 1984, TOSI & TORICELLI 1988, KATSELIS *et al.* 1994, MICKOVIC *et al.* 1994, ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ 1994, ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ *et al.* 1994). Κατά δεύτερο λόγο έχουν μελετηθεί βασικά στοιχεία της βιολογίας τους (αντοχή στην αλατότητα, διατροφή κ.ά.), (MIREs 1970, MIREs *et al.* 1974, PRUGININ *et al.* 1975, NASH *et al.* 1977, PERERA & DE SILVA 1978, NORDLIE *et al.* 1982, MARIANI *et al.* 1987, ΗΟΤΟΣ & ΒΛΑΗΟΣ, 1998) και στοιχεία της ελεγχόμενης εκτροφής των (YASHOUV & BEN SHACHAR 1967, NASH *et al.* 1974, LINDER *et al.* 1975, DE SILVA & PERERA 1976, HONER *et al.* 1989, ΡΟΓΔΑΚΗΣ κ.α. 1995), με τις περισσότερες να αναφέρονται στο *Mugil cephalus*. Είχε ήδη υποδειχθεί από πολύ παλιά (FAOUZI 1938, THOMSON 1953, 1963, WALLACE 1973), ότι ο γόνος των κεφαλοειδών παρουσιάζει σταθερές εποχιακές μεταναστεύσεις από την

¹ Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργιών Ιχθύων Θαλάσσης και Υφαλμύρων Υδάτων, 30200 Μεσολόγγι, Τηλ.: 26310-58252, Fax: 26310-58287, E-mail: ghotos@teimes.gr



Σχήμα 1. Διαγραμματική απεικόνιση του δειγματοληπτικού χώρου για το γόνου των κεφαλοειδών, με σημειωμένους τους σταθμούς των δειγματοληψιών που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη (δεν φαίνεται ο σταθμός M7 του λιμανιού της Πάτρας λόγω τεχνικής δυσκολίας).

Figure 1. The sampling area for Mugilidae fry. Sampling stations mentioned in the text are marked (station M7 of the Patra's harbor is not depicted due to map constraints).

ανοικτή θάλασσα όπου γεννήθηκε προς τα παράκτια νερά. Η μετακίνηση αυτή γίνεται αμέσως μετά την εκκόλαψη των αυγών στη θάλασσα και ανάλογα με την απόσταση των ακτών. Τα αυξανόμενα στη θάλασσα ατελή ιχθυΐδια, φθάνουν στις ακτές λιγότερο ή περισσότερο γρήγορα (1-3 μήνες), λιγότερο ή περισσότερο μεγαλωμένα (10 - 40 mm, TL), για να αποικίσουν κόλπους, κολπίσκους, εκβολές ή και εσωτερικά νερά αλμυρά-υφάλμυρα όπως λιμνοθάλασσες, ή γλυκά όπως αρδευτικά κανάλια, λίμνες (αν αυτές συνδέονται με τη θάλασσα), (PERLMUTTER *et al.* 1957, EL ZARKA & KAMEL 1965, EL ZARKA 1970, EL MAGHRABY *et al.* 1974, EL SEDFY & LIBOVARSKY 1974, RAFAIL & HAMID 1974), ακόμη και περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από υπεραλατότητα (MOORE 1974), καθώς έχει πλέον αποδειχθεί η εξαιρετική ικανότητα αντοχής του γόνου όλων των κεφαλοειδών σε βαθμιαία ανύψωση της αλατότητας ακόμη και σε επίπεδα άνω των 100 ppt (HOTOS & VLAHOS 1998). Αυτού του είδους η χαρακτηριστική μετακίνηση του γόνου προς τα εσωτερικά νερά ονομάστηκε «appel du lac» από τον HELDT (1929). Τις μετακινήσεις αυτές τις εκμεταλλεύονται σε διάφορα μέρη του κόσμου για να αυξήσουν την αλιευτική παραγωγή σε κεφαλοειδή με διάφορους τρόπους, όπως στη Μαύρη Θάλασσα (D'ANCONA 1934, SAVCHUK 1968) και στην περίπτωση της πολύ γνωστότερης διαχείρισης που γίνεται στα Ιταλικά valli (DE ANGELIS 1960, 1967, GANDOLFI 1973).

Στην Ελλάδα η ανάγκη για αύξηση των αλιευμάτων, οδήγησε στην ανάπτυξη των θαλασσοκαλλιεργειών, με αποτέλεσμα σήμερα να είμαστε πρωτοπόροι στην Ευρώπη στην παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού. Συγκριτικά όμως με τις χώρες όπου έχουν παράδοση στην καλλιέργεια των κεφαλοειδών (Ισραήλ, Ταϊβάν, Η.Π.Α κ.ά.), η Ελλάδα δεν παράγει συστηματικά εμπορεύσιμους μεγέθους κεφαλοειδή πλην αυτών που παράγονται στις λιμνοθάλασσες. Κύρια αιτία για αυτό είναι η μικρή εμπορική αξία των ειδών. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει την εποχή εμφάνισης των ιχθυιδίων του γόνου των κεφαλοειδών στις παράκτιες περιοχές τόσο της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου και ιδιαίτερα της Κλείσοβας όσο και άλλων παρακείμενων περιοχών (εκβολές Εύηνου, Πατραϊκός), με σκοπό να καθορισθεί τόσο η εποχή μέγιστης παρουσίας του κάθε είδους, όσο και το ποσοστό αφθονίας εκάστου σε σχέση με την τοποθεσία και με τα υπόλοιπα είδη των κεφαλοειδών.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Περιγραφή των δειγματοληπτικών σταθμών

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κατά τα έτη 1993-94-95 στα παράκτια νερά της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου και ειδικότερα της Κλείσοβας (εσωτερικά και εξωτερικά της, 5 σταθμοί) και επιπλέον στις εκβολές του Εύηνου ποταμού και στο λιμάνι της Πάτρας, (Σχήμα 1). Οι μετρήσεις των βασικών φυσικοχημικών

Πίνακας IV. Συγκεντρωτικός πίνακας των μέσων τιμών των μετρήσεων των φυσικοχημικών παραμέτρων της αλατότητας, θολερότητας, θερμοκρασίας και διαλυμένου οξυγόνου κατά μήνα στους διάφορους δειγματοληπτικούς σταθμούς .

Table IV. Records of the mean measured values of salinity, turbidity, temperature and dissolved oxygen per month in the sampling stations.

Φ/Χ παράμετρος	Αλατότητα (ppm)					Θολερότητα (ισοδ. ppm SiO ₂)					
	Μήνες/Σταθμοί	K1+K2+K3	K4	K5	E6	M7	K1+K2+K3	K4	K5	E6	M7
Απρίλιος		34,9	36,0	35,0	1,2		6	10	15	8	
Μαΐος		38,2	36,0	35,1	1,4	35,8	4	9	13	4	10
Ιούνιος		38,9	38,2	36,4	1,5	36,7	9	4	15	5	22
Ιούλιος		40,5	39,1	34,8	1,4	36,9	7	4	11	4	35
Αύγουστος		40,4	37,5	34,5	1,5	36,4	4	5	9	3	16
Σεπτέμβριος		40,4	39,2	33,5	1,3	36,3	4	5	8	9	18
Οκτώβριος		39,8	39,6	33,9	1,1		5	4	8	15	
Νοέμβριος		40,1	37,5	32,8	0,6		6	2	17	21	
Δεκέμβριος		37	39,5	32,3	0,8		7	40	16	18	
Ιανουάριος		32,6	38,5	32,0	0,5		7	18	16	34	
Φεβρουάριος		32,8	36,4	31,8	0,6		7	20	12	36	
Μάρτιος		35	35,0	31,9	0,9		9	30	10	12	
Μέση Τιμή		37,6	37,7	33,7	1,1	36,4	6,3	12,6	12,5	14,1	20,2
Φ/Χ παράμετρος	Θερμοκρασία (°C)					Διαλυμένο Οξυγόνο (mg/L)					
	Μήνες/Σταθμοί	K1+K2+K3	K4	K5	E6	M7	K1+K2+K3	K4	K5	E6	M7
Απρίλιος		20,0	19,0	18,9	17,3		11,0	11,6	10,7	11,2	
Μαΐος		25,1	25,6	24,6	21,8	23,1	9,5	12,4	10,8	10,9	12,7
Ιούνιος		31,2	25,8	25,7	24,2	27,3	10,2	11,2	10,3	10,9	11,5
Ιούλιος		30,2	26,5	26,4	26,3	28,9	9,3	9,8	10,4	10,8	11,2
Αύγουστος		29,9	27,8	28,8	28,2	26,8	11,1	10,3	9,9	9,9	10,9
Σεπτέμβριος		24,5	26,2	25,7	26,0		9,3	8,8	9,1	9,7	9,8
Οκτώβριος		23,4	23,2	23,2	22,8		9,3	9,0	8,8	10,1	
Νοέμβριος		15,4	18,1	17,9	17,3		8,8	8,6	8,1	9,1	
Δεκέμβριος		13,9	15,6	14,6	14,9		8,3	7,6	8,2	8,9	
Ιανουάριος		15,6	15,4	14,9	15,1		10,8	10,7	10,5	9,1	
Φεβρουάριος		13,3	14,5	14,4	14,1		14,4	12,9	11,8	10,3	
Μάρτιος		19,3	16,7	16,2	15,8		11,0	10,9	11,2	9,2	
Μέση Τιμή		21,8	21,2	20,9	20,3	26,5	10,3	10,3	10,0	10,0	11,2

παραμέτρων του νερού έγιναν με ψηφιακό οξυγονόμετρο WTW OXI96 για το διαλυμένο οξυγόνο (mg/L) και τη θερμοκρασία, φορητό διαθλασίμετρο Kikuchi για την αλατότητα και ψηφιακό πολύμετρο Horiba U-7 για τη θολερότητα (σε ισοδύναμα ppm SiO₂ σωματίδια). Οι μετρήσεις των φυσικοχημικών καταγράφονται ως μέσες μηνιαίες τιμές ανά σταθμό δειγματοληψίας (με εξαίρεση τους σταθμούς μέσα στη λιμνοθάλασσα K1, K2 και K3 οι οποίοι θεωρήθηκαν ενιαία) στον Πίνακα IV. Αναλυτικότερα:

Λιμνοθάλασσα Κλείσοβας.

- Σταθμός K1. Βρίσκεται στον κόλπο του λιμανιού του Μεσολογγίου μπροστά από το ξενοδοχείο Θεοξένια.

Είναι μια ρηχή (0,1- 0,4 m) αργιλοαμμώδης περιοχή με ομαλό πυθμένα και με έντονα παλιρροϊκά φαινόμενα. Χαρακτηρίζεται από νερά κορεσμένα σε οξυγόνο και θαλασσινής αλατότητας (36 ppt) και ενίοτε κατά τους θερινούς μήνες ελαφρά υψηλότερης (38 - 40 ppt).

- Σταθμός K2. Βρίσκεται στη Δυτική Κλείσοβα κοντά στην πόλη του Μεσολογγίου και μπροστά ακριβώς από το κανάλι μεταφοράς νερού από τη λιμνοθάλασσα προς τις αλυκές της Ασπρης. Είναι μια ρηχή (0,1 - 0,5 m) αργιλώδης και κατά τόπους φυκώδης περιοχή, με μικρή παλίρροια και μέτρια διαφάνεια. Τα παλιρροϊκά φαινόμενα σε αυτήν την περιοχή είναι πολύ μικρής έντασης και η θολερότητα μέτρια. Οξυγόνο και αλατότητα όπως και στον Σταθμό K1.
- Σταθμός K3. Βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Δυτικής Κλείσοβας και στο εσωτερικό της, σε απόσταση περίπου 200 m ανατολικά της δεύτερης μπούκας της Δυτικής Κλείσοβας και χαρακτηρίζεται από αργιλοαμμώδη πυθμένα, μικρό βάθος νερού (0,1 - 0,2 m) και έντονη παλίρροια. Οξυγόνο και αλατότητα όπως και στον Σταθμό K1.
- Σταθμός K4. Βρίσκεται στη θαλάσσια παράκτια περιοχή εξωτερικά του νότιου αναχώματος της Δυτικής Κλείσοβας και 50 περίπου μέτρα ανατολικά της λιθοριπής που ορίζει την μία πλευρά της πρώτης μπούκας της Δυτικής Κλείσοβας. Είναι μια πλατιά προστατευμένη και αβαθής (0,1 - 0,3 m) θαλάσσια περιοχή, γυμνή από βλάστηση με έντονα παλιρροϊκά φαινόμενα κατά τη διάρκεια των οποίων αποκαλύπτεται μια μεγάλη έκταση του πυθμένα στη διάρκεια της αμπώτιδας. Οξυγόνο και αλατότητα όπως και στον Σταθμό K1.
- Σταθμός K5. Βρίσκεται στη θαλάσσια παράκτια περιοχή εξωτερικά του νότιου αναχώματος της Ανατολικής Κλείσοβας και 50 περίπου μέτρα ανατολικά της λιθοριπής που ορίζει τη μία πλευρά της μπούκας της Ανατολικής Κλείσοβας. Είναι μια πλατιά προστατευμένη και αβαθής (0,1 - 0,3 m) θαλάσσια περιοχή, γυμνή από βλάστηση με έντονα παλιρροϊκά φαινόμενα κατά τη διάρκεια των οποίων αποκαλύπτεται μια μεγάλη έκταση του πυθμένα στη διάρκεια της αμπώτιδας. Η αλατότητα ήταν ελαφρά μειωμένη (34 ppt) συγκριτικά με τους άλλους σταθμούς. Η Ανατολική Κλείσοβα παρουσιάζει χαμηλή αλατότητα (3 - 20 ppt), έντονο ευτροφισμό επειδή δέχεται τη συνεχή ροή των γλυκών νερών της ευρύτερης πέριξ περιοχής καθώς και τα επεξεργασμένα λύματα της πόλης του Μεσολογγίου. Ενίοτε παρουσιάζεται υπερκορεσμένη σε οξυγόνο (HOTOS & AVRAMIDOU 1997) κατά την ημέρα σε περιόδους ηλιοφάνειας και ανοξική κατά τη νύχτα.
- Σταθμός E6. Βρίσκεται στις εκβολές του Εύηνου ποταμού και στη δυτική του όχθη, περί τα 50 - 100 m από τις ακτές της θάλασσας. Δέχεται τα γλυκά νερά του ποταμού αλλά και περιοδικά της πλημμυρίδας με αποτέλεσμα η αλατότητα να ποικίλλει ελαφρά 0,5 - 1,5 ppt. Οι δειγματοληψίες γίνονταν στις όχθες του ποταμού και προχωρώντας προς το μέσον, σε απόσταση όχι άνω των 15 m, επειδή ο αργιλοαμμώδης πυθμένας μεταβαλλόταν σε αργιλώδη βούρκο από την όχθη προς το μέσον. Το βάθος του νερού στην περιοχή των δειγματοληψιών ήταν 0,2 - 0,6 m, η διαφάνεια μέτρια, η βλάστηση σχεδόν απύσση και η ροή πολύ μικρή. Το επίπεδο οξυγόνου ήταν πάντα κοντά στο επίπεδο κορεσμού.
- Σταθμός M7. Βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της μαρίνας της Πάτρας και αποτελεί την απέναντι ακτή του Πατραϊκού κόλπου από αυτήν των παραπάνω σταθμών δειγματοληψίας. Το βάθος στην περιοχή της μαρίνας είναι μεγαλύτερο απ'ότι στους παραπάνω σταθμούς και κυμαίνεται στα 0,5 - 2 m περίπου. Το περιβάλλον της διατηρείται καθόλο το έτος υπήνεμο με απουσία κυματισμών αλλά με καλή εναλλαγή των νερών. Ο ευτροφισμός είναι υψηλός και παρατηρούνται έντονες μεταβολές στο επίπεδο του οξυγόνου του νερού ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες, όπου κατά την ημέρα παρατηρείται υπερκορεσμός και ενίοτε κατά τη νύχτα ανοξικές συνθήκες.

Συχνότητα δειγματοληψιών

Οι δειγματοληψίες γίνονταν ανά 15νήμερο και όταν επικρατούσαν σωρευτικά στο μέγιστο δυνατό βαθμό οι παρακάτω συνθήκες: μεσημβρινές ώρες, κατά προτίμηση με ηλιοφάνεια, με άπνοια ή με ένταση ανέμου όχι μεγαλύτερη των 2-3 B, κατά τη διάρκεια της πλημμυρίδας. Συγκεντρωτικά και για διάστημα τριών ετών οι δειγματοληψίες που έγιναν κατά σταθμό ήταν: 40 στον K1, 40 στον K2, 40 στον K3, 36 στον K4, 36 στον K5,

Πίνακας I. Συγκεντρωτικά στοιχεία συλλήψεων κατά μήνα και σταθμό δειγματοληψίας για το γόνο των ειδών των κεφαλοειδών.

Table I. Monthly cumulative catch data of Mugilidae fry per sampling station.

1993-94-95	<u>L. aurata</u> n				<u>L. ramada</u> n				<u>M. cephalus</u> n				
ΜΗΝΕΣ	ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ												
	K1+K2+K3	K4+K5	E6	M7	K1+K2+K3	K4+K5	E6	M7	K1+K2+K3	K4+K5	E6	M7	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	96	49	12	-	19	48	22	-	20	42	83	-	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	26	12	2	-	7	20	8	-	25	23	52	-	
ΜΑΡΤΙΟΣ	33	9	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	13	6	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	
ΜΑΪΟΣ	28	66	18	10	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΙΟΥΝΙΟΣ	26	71	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΙΟΥΛΙΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0	0	0	-	0	0	0	-	0	2	28	-	
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	47	125	42	-	0	3	1	-	15	18	39	-	
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	114	221	12	-	27	64	32	-	0	0	13	-	
ΣΥΝΟΛΟ	383	559	98	13	53	135	63	0	60	85	215	0	
	<u>C. labrosus</u> n				<u>L. saliens</u> n				ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ				
ΜΗΝΕΣ	ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ												ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ
	K1+K2+K3	K4+K5	E6	M7	K1+K2+K3	K4+K5	E6	M7	K1+K2+K3	K4+K5	E6	M7	ΣΥΝ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0	0	0	-	69	112	29	-	2	2	2	0	6
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0	0	0	-	171	124	31	-	2	2	2	0	6
ΜΑΡΤΙΟΣ	0	0	0	-	20	12	0	-	3	2	2	0	7
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0	0	0	-	5	0	0	-	4	3	2	0	9
ΜΑΪΟΣ	24	52	46	33	1	0	2	0	4	3	3	1	11
ΙΟΥΝΙΟΣ	75	12	21	31	0	0	0	0	5	4	3	1	13
ΙΟΥΛΙΟΣ	91	168	34	42	0	0	3	0	4	4	3	1	12
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	115	134	119	23	22	22	11	12	4	4	4	1	13
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	28	1	3	2	120	62	65	14	3	3	3	1	10
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0	0	0	-	169	129	76	-	3	3	3	0	9
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0	0	0	-	213	139	31	-	3	3	2	0	8
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0	0	0	-	213	111	68	-	3	3	2	0	8
ΣΥΝΟΛΟ	333	367	223	131	905	711	316	26	40	36	31	5	112

31 στον E6 και 5 στον M7 (Πίνακας I).

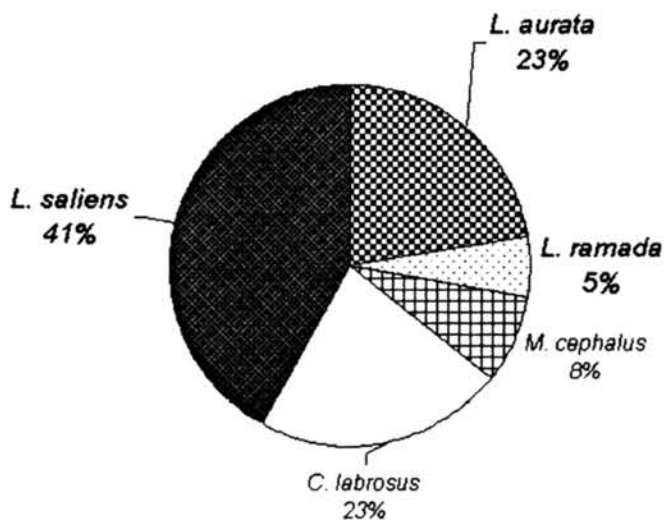
Αλιευτικό εργαλείο

Οι δειγματοληψίες του γόνου έγιναν με 2 δίχτυα παραλίας (γρίπος ή μπραγάνι) 5 και 12 m τύπου «χωρίς κόμπους», μάτι 3 mm, ύψος στο κεντρικό τους τμήμα 1.4 m και 90 cm στα σημεία χειρισμών από τον αλιέα, σχοινοβάρια στο κάτω μέρος τους και φελλούς στην επιφάνεια. Στην παρούσα μελέτη ως **Σχετική Αφθονία (Σ.Α.)** ορίστηκε: $Σ.Α. \% = (n/N) * 100$, όπου: n = ο αριθμός των ατόμων του συγκεκριμένου είδους στο δείγμα, N = ο συνολικός αριθμός ατόμων Mugilidae στο δείγμα.

Επεξεργασία των δειγμάτων

Η επεξεργασία ως προς τις σωματομετρικές τους μετρήσεις (ολικό μήκος, βάρος) έγινε αποκλειστικά σε συντηρημένα δείγματα για τουλάχιστον 10 ημέρες σε εξουδετερωμένη φορμόλη 5%. Η φορμόλη συντελεί στην απομάκρυνση του στρώματος γουανίνης που καλύπτει τα χρωματοφόρα η διάταξη των οποίων είναι

% ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ



Σχήμα 2. Ποσοστιαία % αναλογία του κάθε είδους στο σύνολο του αλιευθέντος γόνου.

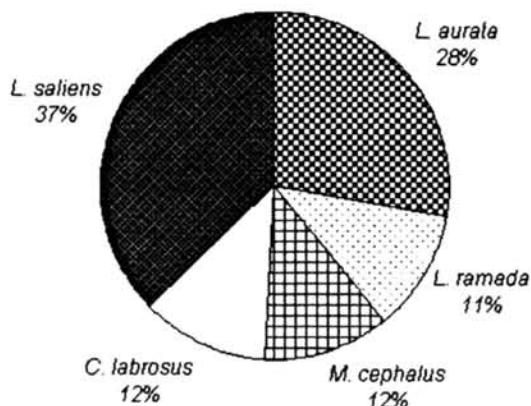
Figure 2. Percentage of each species in the sum of the collected fry.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Συνολική Θεώρηση

Από το σύνολο των δειγματοληψιών καθ' όλη τη χρονική διάρκεια των 3 ετών σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψιών συλλέχθηκαν συνολικά 4676 άτομα. Από αυτά τα περισσότερα ανήκαν στο είδος *L. saliens* (1958 άτομα ή 41 % επί του συνόλου). Ακολούθησαν το *L. aurata* (1053 άτομα ή 23 %) και το *C. labrosus* (1054 άτομα, 23 %). Τα υπόλοιπα δύο *M. cephalus* και *L. ramada* παρουσίασαν τη μικρότερη συμμετοχή με 360 άτομα (8 %) και 251 άτομα (5 %) αντίστοιχα (Σχήμα 2).

% ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΤΗΝ ΚΛΑΣΗ 15 - 30mm TL ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ



Σχήμα 3. Ποσοστιαία % αναλογία του κάθε είδους στο σύνολο του αλιευθέντος γόνου της κλάσης ολικού μήκους 15 - 30 mm.

Figure 3. Percentage of each species in the sum of the collected fry of the Total Length (TL) class 15-30 mm.

χαρακτηριστική για το κάθε είδος.

Αναγνώριση του γόνου

Παρ' όλο που η αναγνώριση του είδους είναι δυνατή στο πεδίο για τα νωπά ιχθυΐδια που συλλαμβάνονται, η εκ του ασφαλούς διάκριση των ειδών διασφαλίζεται με την εξέταση των συντηρημένων δειγμάτων στο εργαστήριο. Έχουν προταθεί και χρησιμοποιούνται διάφορα μορφολογικά και ανατομικά γνωρίσματα για τη διάκρισή τους, όπως: το γενικό σχήμα του σώματος, ο χρωματισμός του σώματος, ο αριθμός των ακτίνων του εδρικού πτερυγίου και ο αριθμός των λεπιών κατά μήκος του σώματος (ZISMANN 1981), αλλά και ανατομικά, όπως είναι ο αριθμός των πυλωρικών τυφλών, ο αριθμός και η διάταξη των οδόντων και τα βραγχιακά φυμάτια (ZISMANN 1981, CAMBRONY, 1984). Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια του χρωματισμού του σώματος και της κοιλιακής περιοχής της κεφαλής για τα άτομα μήκους μέχρι περίπου τα 30 mm και σε συνδυασμό με αυτά τα δυο, το κριτήριο του αριθμού των πυλωρικών τυφλών για τα μεγαλύτερα άτομα.

Το ελάχιστο μέγεθος ήταν 1,1 cm για το *L. saliens* τον Ιούλιο, ενώ το μέγιστο πάλι για το *L. saliens* 8,61 cm το Νοέμβριο. Γενικά στο δείγμα παρουσιάστηκαν ποικίλα μεγέθη με πολυπληθέστερη κλάση αυτήν των 15 - 30 mm σε ολικό μήκος σώματος (TL), (Πίνακας II).

Επειδή η κλάση των 15 - 30 mm TL, θεωρείται ως η αντιπροσωπευτικότερη για το χαρακτηρισμό των μεγεθών ως γόνος, μια και έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που την καθιστούν πιο εκμεταλλεύσιμη (μικρό μέγεθος ιχθυΐδων, κοπάδια πιο συμπαγή, εύκολη συλλογή κ.ά.), έγινε επεξεργασία της σύνθεσής της σε είδη. Στο Σχήμα 3 φαίνεται η συμμετοχή εκάστου είδους σε αυτή. Παρατηρείται ότι και εδώ το *L. saliens* υπερέχει (37 %) αν και σε μικρότερο ποσοστό συγκριτικά με το σύνολο των μεγεθών. Ακολουθεί το *L. aurata* με 28 % και κατόπιν τα τρία άλλα σε σχεδόν ίδια ποσοστά (*C. labrosus*-12 %, *M. cephalus*-12 %, *L. ramada*-11 %). Τα μεγέθη με ολικό μήκος άνω των 30 mm θεωρούνται γόνος αρκετά μεγαλωμένος με κινητικότητα μεγαλύτερη και εκτιμάται ότι η ανεύρεσή τους αντιπροσωπεύει μια σαφή τάση για προτίμηση αποίκισης του

Πίνακας II. Στατιστικά στοιχεία μεγεθών και συλλήψεων του γόνου και των νεαρών ατόμων των ειδών των κεφαλοειδών, στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας κατά μήνα καθόλη τη δειγματοληπτική περίοδο 1993-94-95.

Table II. Monthly descriptive statistics of the collected fry and young mugilid fish for the sum of the sampling stations during the study period 1993-94-95.

ΜΗΝΕΣ	<u>L. aurata</u>					<u>L. ramada</u>					<u>M. cephalus</u>				
	Ελάχ.	Μέγ.	μέσο TL	SE	n	Ελάχ.	Μέγ.	μέσο TL	SE	n	Ελάχ.	Μέγ.	μέσο TL	SE	n
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1,89	3,4	2,77	0,022	157	1,74	2,3	1,99	0,013	89	2,4	3,95	2,87	0,023	145
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	2,2	3,5	2,91	0,042	40	1,9	2,7	2,2	0,026	35	2,57	4,42	3,21	0,04	100
ΜΑΡΤΙΟΣ	2,62	3,42	2,99	0,028	42										
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	2,8	4,3	3,71	0,095	19										
ΜΑΪΟΣ	3,9	5,94	4,75	0,03	122										
ΙΟΥΝΙΟΣ	5,65	8,3	6,76	0,05	112										
ΙΟΥΛΙΟΣ															
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ															
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ															
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ											2,23	3,2	2,47	0,009	30
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1,5	3,35	2,5	0,019	214	1,8	2,09	1,92	0,063	4	2,2	2,86	2,63	0,016	72
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1,82	3,53	2,76	0,015	347	1,6	2,2	1,91	0,01	123	2,3	2,8	2,61	0,048	13
ΣΥΝΟΛΟ					1053					251					360
ΜΗΝΕΣ	<u>C. labrosus</u>					<u>L. saliens</u>					<u>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</u>				
	Ελάχ.	Μέγ.	μέσο TL	SE	n	Ελάχ.	Μέγ.	μέσο TL	SE	n	n				
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ						1,8	5,9	2,74	0,043	210	601				
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ						2,5	7,2	3,98	0,033	326	501				
ΜΑΡΤΙΟΣ						2,45	4,1	3,1	0,068	32	74				
ΑΠΡΙΛΙΟΣ						2,7	4,2	3,46	0,2	5	24				
ΜΑΪΟΣ	1,6	2,91	2,24	0,022	155	2,7	4,2	3,46	0,2	3	280				
ΙΟΥΝΙΟΣ	2,1	4,45	2,86	0,033	139						251				
ΙΟΥΛΙΟΣ	2,5	5,55	3,8	0,035	335	1,1	4,4	1,57	0,066	3	338				
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	2,9	7,25	4,29	0,04	391	1,1	4,4	1,57	0,066	67	458				
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	3,11	6,1	4,4	0,121	34	1,2	6,02	2,53	0,064	261	295				
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ						1,3	7,6	4,05	0,079	374	404				
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ						1,5	8,61	3,56	0,067	383	673				
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ						1,63	7,0	2,9	0,042	294	777				
ΣΥΝΟΛΟ					1054					1958	4676				

τόπου όπου ανευρίσκονται (παράκτιες περιοχές). Επίσης εκτιμάται ότι η ανεύρεσή του σημαίνει και την επιτυχή προσαρμογή στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του βιότοπου, μια και εκεί μεγάλωσαν, από το ελάχιστο μέγεθος που είχαν όταν έφθασαν στις ακτές. Από το Σχήμα 4 προκύπτει ότι το *L. aurata* συμμετέχει σε αυτήν την κατηγορία με 18 %, κατά τι μικρότερο της προηγούμενης (28 %). Και εδώ το *L. saliens* παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό (45 %) ακολουθούμενο από το *C. labrosus* (33 %). Αντίθετα ελάχιστη είναι η συμμετοχή του *M. cephalus* (4 %), ενώ απουσιάζει εντελώς το *L. ramada*. Προφανώς τα δύο τελευταία είδη μετακινούνται σε αυτά τα μεγέθη μακριά από τις ακτές.

Στοιχεία συλλογής στο εσωτερικό της Κλείσοβας

Πραγματοποιήθηκαν 40 δειγματοληψίες οι οποίες κατανέμονταν στους μήνες του έτους όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Τα περισσότερα άτομα που συλλέχθηκαν σε αυτούς τους σταθμούς καθόλη τη δειγματοληπτική περίοδο ανήκαν στο *L. saliens* (905 ή 49,4 % σε Σχετική Αφθονία) και τα λιγότερα στο *L. ramada* και *M. cephalus* (53 άτομα ή 2,9 % Σ.Α και 60 άτομα ή 3,3 % Σ.Α αντίστοιχα). Το *C. labrosus* έδωσε 333 άτομα (18,2

% Σ.Α) και το *L. aurata* 383 άτομα (20,9 % Σ.Α).

Στοιχεία συλλογής στην θαλάσσια ακτή της Κλείσοβας

Τα περισσότερα άτομα (Πίνακας Ι) που συλλέχθηκαν σε αυτούς τους σταθμούς καθόλη τη δειγματοληπτική περίοδο ανήκαν στο *L. saliens* (711 ή 38, 3 % σε Σχετική Αφθονία) και τα λιγότερα στο *L. ramada* και *M. cephalus* (135 άτομα ή 7,27 % Σ.Α. και 85 άτομα ή 4,6 % Σ.Α. αντίστοιχα). Το *C. labrosus* παρουσίασε 367 άτομα (19,7 % Σ.Α.) και το *L. aurata* 559 άτομα (30,1 % Σ.Α.). Στην περιοχή αυτή το *L. aurata* παρουσίασε τα περισσότερα άτομα και την μεγαλύτερη αφθονία από όλους τους άλλους σταθμούς δειγματοληψίας.

Στοιχεία συλλογής στις εκβολές του Εύηνου

Τα περισσότερα άτομα που συλλέχθηκαν σε 31 δειγματοληψίες (Πίνακας Ι) σε αυτούς τους σταθμούς καθόλη τη δειγματοληπτική περίοδο ανήκαν και εδώ στο *L. saliens* (316 ή 34,5 % σε Σχετική Αφθονία) και τα λιγότερα στο *L. ramada* (63 άτομα ή 6,9 % Σ.Α.). Το *C. labrosus* και το *M. cephalus* παρουσίασαν και αυτά πολλά άτομα (223 ή 24,4 % Σ.Α. και 215 ή 23,5 % Σ.Α. αντίστοιχα). Το *L. aurata* εμφανίστηκε με 98 άτομα (10,7 % Σ.Α.). Στην περιοχή αυτή το *L. aurata* παρουσίασε τα λιγότερα άτομα και τη μικρότερη αφθονία συγκριτικά με τους προηγούμενους δύο σταθμούς δειγματοληψίας στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας και στην ακτή της.

Στοιχεία συλλογής στο λιμάνι της Πάτρας

Οι δειγματοληψίες εξαιτίας τεχνικών αιτιών που σχετίζονταν με την επιδιωκόμενη κάλυψη της λιμνοθάλασσας κυρίως, ήταν πολύ λιγότερες και έγιναν μόνο κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού. Έγιναν συνολικά 5 δειγματοληψίες (Πίνακας Ι), μία για κάθε μήνα από τον Μάιο ως και το Σεπτέμβριο του 1994. Συλλέχθηκαν συνολικά 170 άτομα το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων, 131 άτομα ή 77,1 % σε Σ.Α. ήταν *C. labrosus*, και μακράν αυτού τα *L. saliens* και *L. aurata* με 26 άτομα (15,3 % Σ.Α.) και 13 άτομα (7,6 % Σ.Α.) αντίστοιχα.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αναζήτηση των ιχθυδίων των κεφαλοειδών πραγματοποιήθηκε με συστηματικό τρόπο για τρία συναπτά έτη (1993-94-95), με σκοπό να επιβεβαιωθούν τα όποια δεδομένα αφθονίας τα οποία θα προέκυπταν σε ετήσια βάση. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν τέτοια χαρακτηριστική επαναληψιμότητα, που επιβεβαίωσαν την ύπαρξη μιας τάσης εμφάνισης του γόνου του κάθε είδους και τελικά επέτρεψαν την από κοινού για όλα τα έτη στάθμιση των αποτελεσμάτων, με σκοπό την εξομάλυνση των όποιων μικροδιαφορών για την καλύτερη και πιο κατανοητή παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Παρόλο που η μελέτη της πληθυσμιακής αφθονίας του γόνου των κεφαλοειδών είχε απασχολήσει πολλούς ερευνητές ήδη από τη δεκαετία του 1960 (OREN 1981, CAMBRONY, 1984), στον ελληνικό χώρο μέχρι περίπου το τέλος της δεκαετίας του 1980 δεν υπήρχαν δημοσιευμένες αναφορές. Το κενό άρχισε να συμπληρώνεται σταδιακά από τη δεκαετία του 1990, με στοιχεία από τη Β. Ελλάδα και την Αιτωλοακαρνανία (ΚΛΑΔΑΣ & ΡΟΓΔΑΚΗΣ 1988, ΚΑΤΣΕΛΙΣ *et al.* 1994, ΚΟΥΤΡΑΚΙΣ *et al.* 1994, ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ 1994, ΜΙΝΟΣ 1996, ΚΑΤΣΕΛΗΣ 1996, ΧΩΤΟΣ 1999).

Στην παρούσα μελέτη μελετήθηκαν δύο διαφορετικά μεταξύ τους περιβάλλοντα κυρίως ως προς την αλατότητα. Στο πρώτο, το αλμυρό, ανήκουν οι σταθμοί του εσωτερικού της Κλείσοβας (K1-K2-K3), της ακτής (K4-K5) και του λιμανιού της Πάτρας (M7). Στο δεύτερο, το γλυκό-υφάλμυρο, οι εκβολές του Εύηνου ποταμού (E6). Σκοπός ήταν το να μελετηθεί το κατά πόσο ο γόνος προτιμά κάποιο από τα δύο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα είδη απαντούν σχεδόν ισοδύναμα και στα δύο περιβάλλοντα. Ιδιαίτερα όμως το *C. labrosus* και το *M. cephalus* φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αφθονία στις εκβολές του ποταμού. Το *L. aurata* εμφανίζεται σε μεγάλα ποσοστά και στα δύο περιβάλλοντα παρόλο που κάποιες αναφορές το χαρακτηρίζουν ως λίγο προσαρμοστικό στα γλυκά-υφάλμυρα νερά (OLIVEREAU 1968 σε DE SILVA 1980, ARRUDA *et al.* 1991), ενώ ο CHERVINSKI (1989) υποστηρίζει το αντίθετο.

Τα αποτελέσματά της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι ο γόνος έλκεται προς τις ακτές από αιτίες που σχετίζονται με ένα συνδυασμό πολλών παραμέτρων αβιολογικών και βιοτικών. Πολλοί ερευνητές εστίασαν την προσοχή τους μόνο προς μία παράμετρο, αυτήν της αλατότητας (THOMSON 1955, EL ZARKA 1970, CHERVINSKY 1975) και μάλιστα χαρακτήρισαν τη μετανάστευση του γόνου ως «μετανάστευση οσμωρύθμισης», υποδεικνύοντας προς την κατεύθυνση της αναζήτησης από τα ιχθύδια εστιών γλυκών νερών, αλλά

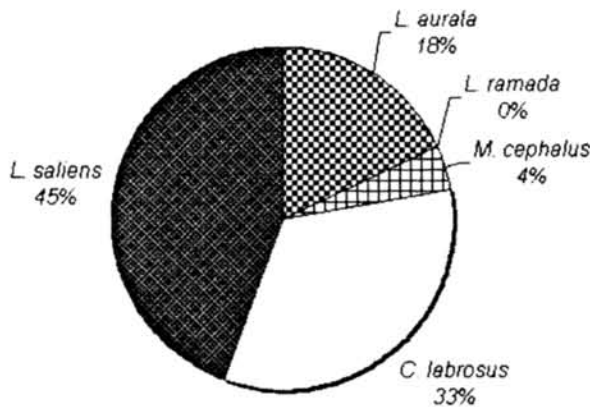
Ιταλία (Toricelli <i>et al.</i> , 1982)	**	*	*											
Ιταλία (Gandolfi <i>et al.</i> , 1981)		**	**											
Ιταλία (Rossi, 1986)		*	*											
Γαλλία (Cambrony, 1984)		**	**											
Τυνησία (Vidy & Franc, 1992)		*	**	*	*									
Αίγυπτος (El-Zarka <i>et al.</i> , 1970)							*	*	*	*	*			
Ισραήλ (Bograd, 1961)		*	*	*	*									
Liza saliens														
		Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	
Ν. Δ. Ελλάδα (Χώτος, Παρούσα μελέτη)	**	**	*	*	*		*	*	**	**	**	**	**	
Ν. Δ. Ελλάδα (Katselis <i>et al.</i> , 1993)	*	*					*	*	*	*	*	*	*	
Β. Αιγαίο (Κουτράκης, 1994)	*	*	*				**	**	**	**	**	**	**	
Γιουγκοσλαβία (Katavic, 1980)								*	*	*	*	*	*	
Ιταλία (Toricelli <i>et al.</i> , 1982)							*	**	**	*	*	*	*	
Ιταλία (Gandolfi <i>et al.</i> , 1981)							*	*	*	*				
Ιταλία (Rossi, 1986)	*	**	**				*	*	*	**	**	**	**	
Γαλλία (Cambrony, 1984)								*	*	*	*	*	*	
Τυνησία (Vidy & Franc, 1992)							**	**	**	*				
Αίγυπτος (El-Zarka <i>et al.</i> , 1970)								*	*	**	*	*	*	
Ισραήλ (Bograd, 1961)							*	*	*	*	*			

- *, **: Ενδεικτικά του πλήθους των συλληφθέντων ατόμων
- (): Σε παρένθεση για τα μεγέθη των ατόμων με μέσο ολικό μήκος άνω των 4 cm

φαίνεται ότι αυτό δεν είναι το καθοριστικό. Στην πραγματικότητα η έλξη προς τα παράκτια νερά πρέπει να αποδοθεί σε συνδυασμό πολλών παραμέτρων, με πιο σημαντικές και εμφανείς από αυτές τις:

- Θερμοκρασία. Είναι ίσως ο πιο έντονα επιδρών παράγοντας στην παρουσία και πυκνότητα του γόνου όλων των ειδών στα παράκτια νερά. Ο γόνος των κεφαλοειδών αναζητά και εγκαθίσταται τριγυρνώντας κοπαδιαστά σε αβαθή νερά, όπου είναι και εντονότερη η ανάπτυξη διατόμων, οργανισμών που αποτελούν τροφή για το γόνο και τα νεαρά κεφαλοειδή (EL ZARKA, 1970). Στις δειγματοληψίες της παρούσας μελέτης παρατηρήθηκε ότι οι συλλήψεις ήταν σαφώς περιοσότερες κατά τις ημέρες με ηλιοφάνεια και τις θερμότερες ώρες της ημέρας.
- Διαθεσιμότητα και αφθονία της τροφής. Τα κεφαλοειδή από διατροφική άποψη χαρακτηρίζονται ως υφάλμυρα είδη, λόγω του ότι τα μέρη όπου συνήθως απαντούν χαρακτηρίζονται από την ανάπτυξη ορισμένου τύπου χλωρίδας (με επικράτηση των βενθικών διατόμων) και έντονο ευτροφισμό που έχει ως αποτέλεσμα την αφθονία οργανικών τριμμάτων (detritus). Η τάση των νεαρών κεφαλοειδών να προσελκύονται από τέτοιου τύπου περιβάλλοντα χαρακτηρίζει τις μεταναστεύσεις τους και ως «τροφικές μεταναστεύσεις» (THOMSON, 1955).
- Επίπεδο του διαλυμένου οξυγόνου, τα θρεπτικά άλατα και η αλκαλικότητα (DE ANGELIS 1960). Στις δειγματοληψίες του παρόντος όπου λαμβάνονταν μετρήσεις θερμοκρασίας, αλατότητας και διαλυμένου οξυγόνου, βρέθηκε ότι το επίπεδο του οξυγόνου ήταν πάντοτε σε επίπεδα κορεσμού και άνω των 5 mg/L. Το γεγονός αυτό συνηγορεί υπέρ της υπόθεσης του ότι ο γόνος των κεφαλοειδών προτιμά τα καλώς οξυγονωμένα νερά. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι από ορισμένες προκαταρκτικές δειγματοληψίες που έγιναν σε πολύ εύτροφα ως ρυπασμένα νερά της Κλεισόβας (Ανατολικής και Δυτικής) όπου το επίπεδο του οξυγόνου ήταν πολύ κατώτερο του παραπάνω επιπέδου (~2,5 mg/L), δεν συλλέχθηκε καθόλου γόνος.
- Κάποιες ουσίες αδιευκρίνιστες μέχρι τώρα, ή και ένας αδιευκρίνιστος συνδυασμός πολλών ή όλων των παραπάνω παραγόντων που τελικά καταλήγει στο να προσδώσει στα νερά κάποια χαρακτηριστική «οσμή» ή «προσελκυστική ιδιότητα για το γόνο» (CREUTZBERG 1961, KRISTENSEN 1971). Σύμφωνα με αυτούς τους ερευνητές, τα παράκτια νερά στα οποία προσελκύεται ο γόνος, έχουν μια ορισμένη ιδιότητα που αποκτήθηκε από το ιδιαίτερο φυσικοχημικό τους περιβάλλον και προκαλούν την ενστικτώδη κίνηση των ιχθυδίων προς αυτά.

% ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΤΗΝ ΚΛΑΣΗ >30mm TL ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ



Σχήμα 4. Ποσοστιαία % αναλογία του κάθε είδους στο σύνολο του αλιευθέντος γόνου της κλάσης ολικού μήκους > 30 mm.

Figure 4. Percentage of each species in the sum of the collected fry of the Total Length (TL) class >30 mm.

τον Ιανουάριο ως τον Απρίλιο, HOTOS *et al.*, 2000). Η αδυναμία αυτή σε όλες τις υπόλοιπες παραπάνω μελέτες, εκτιμάται ότι είναι η αιτία για τα πολλά ερωτηματικά που γεννούν τα παραπάνω αποτελέσματα, αλλά στην περίπτωση της παρούσας μελέτης η κατάσταση πρέπει να θεωρηθεί πλήρης και αξιόπιστη λόγω του μεγάλου αριθμού δειγματοληψιών και των επαναλήψεων επί τρία έτη. Θα πρέπει εδώ να τονισθεί επιπλέον, ότι η χρονική περίοδος που μεσολαβεί από την ωτοκοκία έως την εμφάνιση των ιχθυδίων στις ακτές, φαίνεται να ποικίλλει στις διάφορες περιοχές. Είναι πολύ πιθανόν τα κεφαλοειδή να ωτοκοκούν σε διαφορετικές αποστάσεις από την ακτή στα διάφορα γεωγραφικά πλάτη και ως εκ τούτου οι λάρβες τους να έχουν να διανύσουν μικρότερες ή μεγαλύτερες αποστάσεις προς τις ακτές, με αποτέλεσμα να καταφθάνουν εκεί σε μικρότερο ή μεγαλύτερο μέγεθος ξοδεύοντας λιγότερο ή περισσότερο χρόνο. Για το λόγο αυτό εμφανίζεται να ποικίλλει τόσο το μέγεθος των νεοαφιχθέντων ιχθυδίων, όσο και η υποτιθέμενη χρονική απόσταση μεταξύ του χρόνου της αναπαραγωγής και της άφιξης των ιχθυδίων στις ακτές (PERLUTTER *et al.* 1957).

Αναλύοντας τα αποτελέσματα που αφορούν το είδος *L. aurata* σε σύγκριση με τις υπάρχουσες μελέτες, διαπιστώνεται (Πίνακας III) ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία δεδομένων σχετικά με την εποχιακή αφθονία του γόνου του. Οι περισσότερες μελέτες τοποθετούν τη μέγιστη αφθονία του κατά τη διάρκεια και των τριών μηνών της άνοιξης (KATAVIC 1980, GANDOLFI *et al.* 1981, CHESSA *et al.* 1988, KOUTRAKIS *et al.* 1994), με μικρή ή ασυνεχή παρουσία κατά τους άλλους μήνες (πριν ή/και μετά την άνοιξη), σε μεγέθη σχετικά μεγάλα (TL > 35 mm). Άλλες μελέτες (BOGRAD 1961, CAMBRONY 1984, ROSSI 1986, VIDY & FRANC 1992), περιλαμβάνουν και τους προηγούμενους χειμερινούς μήνες και εν μέρει και τους φθινοπωρινούς με μικρότερη αφθονία και άλλες με αποκλειστική εμφάνιση μόνο κατά το τέλος της άνοιξης και τους μετέπειτα θερινούς μήνες (EL ZARKA *et al.* 1970, ALBERTINI-BERHAUT 1975, TORICELLI *et al.* 1982). Χαρακτηριστική είναι η αναφορά από τους KATSELIS *et al.* (1993) όπου εμφανίζουν παρουσία μόνο κατά τον Απρίλιο και Μάιο και σε μεγάλο σχετικά μέγεθος, για την περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας που συμπίπτει με την παρούσα. Τα αποτελέσματα από όλες τις παραπάνω μελέτες εμφανίζουν μια μάλλον ατελή εικόνα με αφύσικες ασυνέχειες στην εμφάνιση του γόνου του *L. aurata* και ανάγκασε ορισμένους από τους ερευνητές, να αποδώσουν την παρατηρούμενη ασυνέχεια και την μετέπειτα εμφάνιση μεγάλωμένου γόνου, στην ανάγκη σταδιακής προσαρμογής του γόνου στα υφάλμυρα νερά πριν πλησιάσουν πολύ την παράκτια ζώνη και εμφανισθούν στις συλλήψεις (TORICELLI *et al.* 1982).

Για τα είδη *M. cephalus* και *L. ramada*, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φαίνονται να συμπληρώνουν τα αντίστοιχα των άλλων μελετών στον Ελληνικό χώρο, καθώς η συνέχεια της παρουσίας τους είναι

Από την παράθεση των δεδομένων της εποχιακής εμφάνισης του γόνου των κεφαλοειδών στις διάφορες περιοχές (Πίνακας III), για όλα τα είδη εκτός του *C. labrosus* και του *L. saliens*, εμφανίζεται σαφώς μία τάση για παράταση και μετά την άνοιξη της εμφάνισης του γόνου στα βορειότερα γεωγραφικά πλάτη (Γιουγκοσλαβία, Β. Ιταλία, Γαλλία) συγκριτικά με τα νοτιότερα (Ελλάδα, Ισραήλ). Το γεγονός αυτό αποδίδεται στη διαφορετική περίοδο αναπαραγωγής που εμφανίζει το είδος σε αυτές τις περιοχές. Μια μεγάλη αδυναμία όμως που εμφανίζεται στο συνδυασμό των αποτελεσμάτων της αναπαραγωγής και της εμφάνισης του γόνου των κεφαλοειδών, είναι το ότι με εξαίρεση τον BOGRAD (1961), ουδείς άλλος ασχολήθηκε ταυτόχρονα και με τα δύο αυτά βιολογικά θέματα (αναπαραγωγή και εμφάνιση του γόνου). Για αυτό το λόγο άλλωστε, μόνο από τα δεδομένα αυτού του ερευνητή παρουσιάζεται μια πλήρης, λογική και τεκμηριωμένη εικόνα της εμφάνισης του γόνου (π.χ. για το *L. aurata*, αναπαραγωγή από το Δεκέμβριο ως και το Φεβρουάριο, εμφάνιση του γόνου μήκους περί τα 19 mm από

εμφανής για το αντίστοιχο διάστημα της αναμενόμενης άφιξης των. Το *L. ramada* εμφάνισε μόνο μεγέθη χαρακτηριστικά των νεοαφιχθέντων ιχθυδίων, ενώ το *M. cephalus* και ολίγο μεγαλύτερα ιχθύδια μόνο κατά τον Φεβρουάριο. Πιθανολογείται ότι τα μεγαλύτερα άτομα αυτών των δύο ειδών απουσιάζουν από τις συλλήψεις (όπου θα μπορούσαν να εμφανίζονται και για κάποιο χρονικό διάστημα πέραν του τέλους της παρουσιάζομενης περιόδου εμφάνισης), εξαιτίας μετακίνησής τους σε περιβάλλοντα μακριά από την ακτή και σε μεγαλύτερα βάθη. Η διαφορά όμως που εμφανίζεται ιδιαίτερα για το *L. ramada* μεταξύ της παρούσας μελέτης και της αντίστοιχης των ΚΟΥΤΡΑΚΙΣ *et al.* (1994), οφείλεται τόσο στα μεγαλύτερα άτομα που αυτοί συνέλαβαν κυρίως κατά την άνοιξη και τις αρχές του καλοκαιριού στη Β. Ελλάδα, όσο και στο περιβάλλον γλυκού νερού (λίμνη Βιστωνίδα) όπου πραγματοποίησαν τις συλλήψεις και στο οποίο προφανώς συμπεριφέρονται διαφορετικά.

Για το *M. cephalus* δεν συμφωνούμε με τα αποτελέσματα των ΚΛΑΔΑ & ΡΟΓΔΑΚΗ (1988) σχετικά με την πρώτη παρουσία του γόνου του που αυτοί τοποθετούν στον Ιούλιο. Δεδομένου ότι η αναπαραγωγή του κέφαλου στη λιμνοθάλασσα Μεσολογίου γίνεται μετά τον Ιούλιο, καθώς τότε πρωτοεμφανίζονται τα πρώτα ώριμα άτομα (από τα οποία προέρχεται το αυγοτάραχο), είναι αδύνατον να εμφανίζονται τότε και τα ιχθύδια του γόνου του καθώς δεν μεσολαβεί επαρκές χρονικό διάστημα μεταξύ της αναπαραγωγής και της άφιξης των ιχθυδίων στις ακτές. Προφανώς η παραπάνω διαφορά των αποτελεσμάτων αυτών των ερευνητών με τα της παρούσας μελέτης πρέπει να οφείλεται είτε στη διαφορετική αναπαραγωγική δραστηριότητα των κεφάλων στις εκβολές του Αχελώου, όπου πραγματοποίησαν την έρευνά τους σε σύγκριση με αυτή του Μεσολογίου, είτε στην καταγραφή μεγάλων μεγεθών του είδους στις συλλήψεις των τα οποία είχαν γεννηθεί τον προηγούμενο χρόνο και δεν αυξήθηκαν πολύ, είτε σε άλλους τεχνικούς λόγους. Για τις άλλες δυο μελέτες (ΚΑΤΣΕΛΙΣ *et al.* 1993, ΚΟΥΤΡΑΚΙΣ *et al.* 1994), προκύπτει ότι η παρούσα μελέτη προσθέτει νέα στοιχεία σε αυτή των πρώτων από τους παραπάνω και αν όχι να συμπληρώνει (πράγμα πολύ πιθανόν) τουλάχιστον διαφοροποιεί τα αποτελέσματα για το είδος αυτό στην περιοχή του Μεσολογίου από τη Β. Ελλάδα, όπου οι δεύτεροι από τους παραπάνω πραγματοποίησαν την έρευνά τους.

Για το είδος *C. labrosus* εμφανίζονται επίσης διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης και των διαπιστώσεων άλλων Ελλήνων ερευνητών. Ετσι και εδώ όπως και για το *M. cephalus*, εμφανίζεται μια ενωρίτερη εμφάνιση των ιχθυδίων στις εκβολές του Αχελώου (ΚΛΑΔΑΣ & ΡΟΓΔΑΚΗΣ 1988) που μπορεί να οφείλεται στους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Για τις υπόλοιπες δύο μελέτες (ΚΑΤΣΕΛΙΣ *et al.* 1993, ΚΟΥΤΡΑΚΙΣ *et al.* 1994) τα αποτελέσματα εμφανίζονται σχεδόν παρόμοια, αν και αξιοσημείωτη είναι η εμφάνιση κατά ένα μήνα ενωρίτερα στη Β. Ελλάδα, (θα πρέπει εδώ να σημειωθεί το γεγονός της μεγάλης αφθονίας αυτού του είδους στις συλλήψεις που ενδεχομένως συνέβαλλε στην αποτύπωση μιας καλύτερης εικόνας της αφθονίας του).

Για το είδος *L. saliens* παρουσιάζεται ομοιομορφία στα αποτελέσματα μεταξύ των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης και των άλλων για την Ελλάδα (Πίνακας III). Τα ιχθύδια του είδους αυτού εμφανίζουν μια «κατακλυσμιαία» παρουσία σε όλες τις συλλήψεις καθόλο το έτος. Αν και με εξαίρεση την Ιταλία (ROSSI, 1986) όπου εμφανίζεται και κατά τους μήνες Ιανουάριο - Φεβρουάριο - Μάρτιο ενώ στις υπόλοιπες του εξωτερικού απουσιάζει, μπορούμε να τεκμηριώσουμε ότι το *L. saliens* εμφανίζει μια παρατεταμένη αναπαραγωγική περίοδο και στη λιμνοθάλασσα Μεσολογίου και για το λόγο αυτό τα ιχθύδια του φθάνουν στις ακτές συνεχώς. Το γεγονός αυτό είναι άλλωστε εμφανές στην παρούσα μελέτη καθώς το *L. saliens* εμφάνισε τη μεγαλύτερη αφθονία από όλα τα άλλα (Σχήματα 1, 2 & 3).

Επιχειρώντας μια αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης, σε συνδυασμό με ότι παρατηρήσεις έγιναν κατά τις δειγματοληψίες και τη βιβλιογραφία, μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Τα διάφορα είδη παρουσιάζουν μια καθορισμένη περίοδο εμφάνισης του γόνου στις ακτές σε μεγέθη τυπικά των νεοαφιχθέντων ιχθυδίων (TL = 1,5 - 3 cm).
- Η περίοδος αυτή κυμαίνεται από 4 μήνες (*L. ramada*), έως 11 μήνες (*L. saliens*).
- Το κάθε είδος εμφανίζει μία περίοδο τουλάχιστον όπου κορυφώνεται η αφθονία του.
- Τα κοπάδια των διαφόρων ειδών εμφανίζονται αναμεμιγμένα, με την παρουσία του *L. saliens* σχεδόν

μόνιμη.

- Η εμφάνιση του κάθε είδους στα βορειότερα γεωγραφικά πλάτη τείνει να καθυστερεί λίγο ή πολύ συγκριτικά με τα νοτιότερα.
- Η παρουσία και μεγάλων ιχθυδίων στις συλλήψεις, καταδεικνύει ότι ένα ποσοστό του πληθυσμού του κάθε είδους παραμένει στις ακτές για ορισμένο χρονικό διάστημα. Πιθανόν το ποσοστό αυτό να είναι σημαντικό αλλά να αδυνατεί να αντιπροσωπευθεί επαρκώς στις συλλήψεις, εξαιτίας της μεγαλύτερης κινητικότητας των μεγάλων ιχθυδίων που αποφεύγουν τη σύλληψη από το δίχτυ που χρησιμοποιήθηκε για τις συλλογές.
- Τα ιχθύδια προτιμούν αβαθείς παράκτιες περιοχές με καλώς οξυγονωμένα νερά, όχι πολύ θολά (σε αντίθεση με ότι αναφέρει ο BLABER 1987).
- Η παρουσία των ιχθυδίων γίνεται έντονη κατά τις μεσημβρινές ώρες όπου η ημερήσια θερμοκρασία παρουσιάζει το μέγιστο, μετά από βροχερή περίοδο (HEPHER & PRUGININ 1981) και με απουσία ανέμων, όλα αυτά συνδυαζόμενα με την εμφάνιση πλημμυρίδας ή τουλάχιστον με το τέλος της αμπώτιδας.
- Τα ιχθύδια εμφανίζονται να αποικίζουν σχεδόν αμέσως με την άφιξή τους και το εσωτερικό της λιμνοθάλασσας, προφανώς λόγω εύρεσης διόδου σε αυτήν. Το φαινόμενο εκτιμάται ότι είναι τυχαίο, αν συναντήσουν διόδους εισέρχονται, αν όχι τριγυρνούν στις ακτές και αν τελικά τις συναντήσουν προφανώς εισέρχονται.
- Τα γλυκά νερά και γενικώς τα υφάλμυρα φαίνεται να «προσκαλούν» έντονα όλα τα είδη ανεξαιρέτως. Το είδος *L. aurata* αντίθετα σε ότι αναφορές το θέλουν να αποφεύγει τα γλυκά νερά δεν παρουσιάζει καμία τάση αποφυγής αυτών. Οι αναφορές υπάρχουν σχετικά με προτιμήσεις των ειδών για ποικίλες αλατότητες στο στάδιο του γόνου (DE ANGELIS 1967, LASSERRE & GALLIS 1975, KATAVIC 1980, DE SILVA & PERERA 1976, WHITEFIELD 1980, BEN YAMI 1981, ROSSI 1981, BLABER 1980, 1987), πρέπει μάλλον να αντιμετωπίζονται με σκεπτικισμό. Το «appel du lac» του HELDT (1929) φαίνεται μάλλον να είναι η κυρίαρχη δύναμη πρόσκλησης του κάθε είδους προς τις ακτές οι οποίες παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω.

A study on the appearance of the mugilid fry (Mugilidae) in the broader area of the lagoon of Messolonghi – Etolikon

George N. Hotos

SUMMARY

Through many monthly sampling trials for three years made with the aid of a small trawl net inside the Messolonghi-Etolikon lagoon (Klisova lagoon), in the Klisova coastline, in the Evinos river estuary and in the Patra's harbor, it was studied the appearance of the fry of the 5 mugilid species. From 112 sampling trials, a total of 4668 fry were collected. All species appeared to approach the coastline and enter the internal waters by the same pattern. In the sample total, the participation of each species was: *Liza saliens*: 41%, *Liza aurata*: 23%, *Chelon labrosus*: 23%, *Mugil cephalus*: 8%, and *Liza ramada*: 5%. For fry 15 – 30 mm in total length (TL) that comprise the most coherent schools, the participation percentage in the total was: *L. saliens*: 37%, *L. aurata*: 28%, *C. labrosus*: 12%, *M. cephalus*: 12%, and *L. ramada*: 11%. On the contrary, for fry 30 – 60 mm, TL, *L. ramada* was not collected and *M. cephalus* only with 4% probably due to a tendency of both species for moving away from the coast to deeper waters. The present study fills the gaps in the Greek literature concerning the appearance of mugilid fry in the shore and compares with the relevant findings of other Mediterranean areas.

Key words: mugilid fry, Mugilidae, fry appearance, Messolonghi lagoon

¹ Technological Educational Institution (T.E.I.) of Messolonghi, Department of Aquaculture and Fisheries, Laboratory for Culture of Sea and Euryhaline Fish, 30200 Messolonghi

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALBERTINI-BERHAUT, J., 1975. Biologie des stades juveniles de Teleosteens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810. III. Croissance lineaire et ponderale de *Mugil capito* dans le Golfe de Marseille. *Aquaculture*, 5: 179-197
- ARRUDA, L. M., AZEVEDO, J. N. & NETO, A. I., 1991. Age and growth of the grey mullet (Pisces, Mugilidae) in Ria de Aveiro (Portugal). *Sci. Mar.*, 55(3): 497-504.
- BEN-YAMI, M., 1981. Handling transportation and stocking of fry. In Oren, O. H. (ed.) *Aquaculture of grey mullets*. Cambridge University Press.
- BLABER, J. M. S., 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish. Biol.* 17 (2): 143- 162.
- BLABER, J. M. S., 1987. Factors affecting recruitment and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of southern Africa. *Amer. Fish. Soc. Symp.*, 1: 507-518.
- BOGRAD, L., 1961. Occurrence of Mugil in the rivers of Israel. *Bull. Res. Council of Israel*, Vol. 9b:169-191.
- CAMBRONY, M., 1983. Recrutement et biologie des stades juveniles de Mugilidae dans trois milieux lagunaires du Roussillon et du Narbonnais. Phd Thesis.
- CAMBRONY, M., 1984. Identification et periodicite du recrutement des juveniles de Mugilidae dans les etangs littoraux du Languedoc-Roussillon- Vie milieu, 34 (4): 221 - 227.
- CHERVINSKI, J., 1975. Experimental raising of golden grey mullet (*L. aurata* Risso) in saltwater ponds. *Aquaculture*, 5: 91 -98.
- CHERVINSKI, J., 1989. Growth rate of *Liza aurata* and *Chelon labrosus* in ponds and their suitability for stocking the lake kinneret, Israel. *J. Aqua. Trop.*, 4: 9-13.
- CHESSA, L. A., CASU, S., DELITALA, G. M., VACCA, R. A., CORSO, G., PALA, M., LIGIOS, S., PAIS, A. & TOLA, S., 1988. The Calich Lagoon (NW Sardinia): General ecological observation and fry migration. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 31 (2): 63.
- CREUTZBERG, F., 1961. On the orientation of migratory elvers (*Anguilla vulgaris*) in a tidal area. *Neth. J. Sea Res.*, 1:257-338.
- D'ANCONA, U., 1934. Faune et flore des eaux saumâtres. *Rap. P.-V. Comm. Int. Explor. Sci. Mer Mediterr.*, 8:167-174.
- DE ANGELIS, R., 1960. Mediterranean brackish water lagoons and their exploitation. *Gen. Fish. Council. Medit. Stud. Rev.*, 12:41 p.
- DE ANGELIS, C. M., 1967. Osservazioni sulle specie del genere Mugil segnalate lungo le coste del Mediterraneo. *Boll. di Pesca, Piscic. & Idrob.*, Vol. XXII, Fasc.1 : 5-36.
- DE SILVA, S. S. & PERERA, P. A. B., 1976. Studies on the young grey mullet *Mugil cephalus* L. Effects of salinity on food intake, growth and food conversion. *Aquaculture*, 7: 327-338.
- DE SILVA, S. S., 1980. Biology of the young grey mullet: a short review. *Aquaculture*, 79: 21-37.
- EL-MAGHRABY, A. M., HASHEM, M. J. & EL-SEDFY, H. M., 1974. Species composition and distribution of the mullet fry in lake Borollus. *Bull. Inst. Ocean. & Fish.*, A.R.E., 4: 3-31.
- EL-SEDFY, H. M. & LIBOSVARSKY, J., 1974. Some effects of Aswan high dam on water and fishes of lake Borullus, ARE. *Zool. Listy*, 23:61-70.
- EL-ZARKA, S. & KAMEL, F., 1965. Mullet fry transplantation and its contribution to the fisheries of inland brackish lakes in the United Arab Republic. *Proc. Gen. Fish. Council. Medit.*, 8: 209-226.
- EL-ZARKA, S., 1970. Studies on the distribution, growth and abundance of migrating fry and juveniles of mullet in a brackish coastal lake (Edfu) in the UAR. *Stud. Rev. Gen. Fish. Council. Mediterr.*, 46:5-19.
- EL-ZARKA, S., EL-MAGHRABY, A. M. & ABDEL-HAMID, K. H., 1970. Studies on the distribution, growth and abundance of migrating fry and juveniles of mullet in a brackish coastal lake (Edfu) in the United Arab Republic. *Stud. Rev. Gen. Fish. Council. Mediterr.*, FAO-GPM, no 46, 19p.
- FAOUZI, H., 1938. Quelques aspects de la biologie des muges en Egypte. *Rapp. P.-V. Comm. Int. Mer Mediterr.*, 11 : 63-68.
- GANDOLFI, G., 1973. Primi dati sul popolamento ittico nelle acque interne del Delta padano. *Ateneo Parmense, Acta. Nat.*, 9:409-417.

- GANDOLFI, G., ROSSI, R. & TONGIORGI, P., 1981. Osservazioni sulla montata del pesce novello lungo le coste Italiane. Quad. Lab. Tecnol. Pesca, 3 : 215-232.
- HELDT, H., 1929. Le lac de Tunis (patie nord), resultats des peches au filet fin. Bull. Stn. Oceanogr. Salammbou, (11):5-74.
- HEPHER, B. & PRUGININ, Y., 1981. Commercial Fish Farming. With special reference to fish culture in Israel. John Wiley & Sons.
- HONER, G., HILLERS, A., KONJEVIC, D. & MILOJEVIC, S., 1989. Growth of mullet (*Liza ramada*) fed three commercial trout and eel feeds in open and closed aquaculture systems. J. Appl. Ichthyol., 5: 157-164.
- HOTOS, G. & AVRAMIDOU, D., 1997. A one year water monitoring study of Klisova lagoon. GeoJournal. 41.1, 15-23.
- HOTOS, G. N. & VLAHOS, N., 1998. Salinity tolerance of *Mugil cephalus* and *Chelon labrosus* (Pisces: Mugilidae) fry in experimental conditions. Aquaculture, 167:329-338.
- HOTOS, G., AVRAMIDOU, D. & ONDRIAS, I., 2000. Reproduction biology of *Liza aurata* (Risso, 1810), (Pisces: Mugilidae), in Klisova lagoon (Messolonghi, W. Greece). Fisheries Research, 47: 57-67.
- KATAVIC, I., 1980. Temporal distribution of young Mugilids (Mugilidae) in the coastal waters of the central eastern Adriatic. Acta Adriatica, 21(2):137-150.
- KATSELIS, G., MINOS, G., MARMAGAS, A., HOTOS, G. & ONDRIAS, I., 1994. Seasonal distribution of Mugilidae fry and juveniles in Messolonghi coastal waters, Western Greece. Bios (Macedonia, Greece), 2: 101-108.
- ΚΑΤΣΕΛΗΣ, Γ., 1996. Βιολογία και δυναμική του ιχθύος *Liza saliens* (Pisces: Mugilidae) στη λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου-Αιτωλικού. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Ζώων, Εργαστήριο Ζωολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- ΚΛΑΔΑΣ, Ι. & ΡΟΓΔΑΚΗΣ, Ι., 1988. Εποχιακή εμφάνιση των ιχθυδίων των ευρύαλων ειδών στις ακτές της ΝΔ Αιτωλοακαρνανίας. Πρακτ. 4^{ου} Πανελλ. Συνεδρ. Ιχθυολόγων, 26-33.
- ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ, Ε. Θ., 1994. Βιολογία και δυναμική πληθυσμών των κεφάλων (Pisces: Mugilidae) στη λίμνη Βιστωνίδα και τη λιμνοθάλασσα του Πόρτο-Λάγος. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Ζωολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- KOUTRAKIS, E. T., SINIS, A. I. & ECONOMIDIS, P. S., 1994. Seasonal occurrence, abundance and size distribution of gray mullet fry (pisces, mugilidae) in the Porto-Lagos lagoon and lake Vistonis (Aegean Sea, Greece). Isr. J. Aquac.-Bamidgeh, 4694: 182-196.
- KRISTENSEN, I., 1971. Preference of euryhaline species for brackish and superhaline waters. Vie et Milieu, suppl. 22:811-826.
- LASSERRE, P. & GALLIS, J.L., 1975. Osmoregulation and differential penetration of two gyeey mullets, *Chelon labrosus* (Risso) and *Liza ramada* (Risso) in estuarine fish ponds. Aquaculture, 5:323-344.
- LINDER, D. R., STRAWN, K. & LUEBKE, R. W., 1975. The culture of striped mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus) in ponds receiving heated effluent from a power plant. Aquaculture, 5: 151-161.
- MARIANI, A., PANELLA, S., MONACO, G. & CATAUDELLA, S., 1987. Size analysis of inorganic particles in the alimentary tracts of Mediterranean mullet species suitable for aquaculture. Aquaculture, 62: 123-129.
- MICKOVIC, B., NIKCENIC, A., HEGEDIS, A. & DAMJANIVIC, I., 1994. Seasonal dynamics of fish fry populations in brackish waters of the Mrcevo valey. Bios (Macedonia, Greece), 2:143-147.
- ΜΙΝΟΣ, Γ., 1996. Βιολογία και δυναμική του ιχθύος *Liza ramada* (Pisces: Mugilidae) στη λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου-Αιτωλικού. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Ζώων, Εργαστήριο Ζωολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- MIRES, D., 1970. Preliminary observations on the effects of salinity and temperature of water changes on *Mugil capito* fry. Bamidgeh, 22(1): 1-24.
- MIRES, D. & SHAK, Y & SHILO, S., 1974. Further observations on the effect of salinity and temperature changes on *Mugil capito* and *Mugil cephalus* fry. Bamidgeh, 26(4): 104-109.
- MOORE, R. H., 1974. General ecology, distribution and relative abundance of *M. cephalus* and *M. curema* on the South Texas Coast. Contrib. Mar. Sci., 18: 241 -255.
- NASH, C. E., KUO, C. M. & McCONNEL, S. C., 1974. Operational procedures for rearing larvae of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). Aquaculture, 3: 15-24.

- NASH, C. E., KUO, C. M., MADDEN, W. D. & PAULSEN, C. L., 1977. Swim bladder inflation and survival of *Mugil cephalus* to 50 days. *Aquaculture*, 12: 89-94.
- NORDLIE, F. G., SZELISTOWSKI, W. A. & NORDLIE, W. C., 1982. Ontogenesis of osmotic regulation in the striped mullet, *Mugil cephalus* L. *J. Fish Biol.*, 20: 79-86.
- OLIVEREAU, M., 1968. Etude cytologique de l'hypophyse de muge, en particulier en relation avec la salinite exterieure. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat. Abt. Histochem.*, 87:545-561.
- OREN, O. H., 1981. *Aquaculture of grey mullets*. IBP 26, Cambridge University Press, 606 p.
- PERERA, P. A. B. & DE SILVA, S. S., 1978. Studies on the biology of young grey mullet (*Mugil cephalus*) digestion. *Mar. Biol.* 44: 383-387.
- PERLMUTTER, A., BOGRAD, L. & PRUGININ, J., 1957. Use of the estuarine and sea fish of the family Mugilidae (grey mullets) for pond culture in Israel. *Proc. Gen. Fish. Council. Mediterr.*, 4: 289-304.
- PRUGININ, Y., SHILO S. & MIRES, D., 1975. Grey mullet: a component in polyculture in Israel. *Aquaculture*, 5: 291-298.
- RAFAIL, S. Z. & HAMID, E. M., 1974. The abundance of mullet fry at the sides of Mex-canal. *Bull. Inst. Ocean. Fish., A.R.E.* , 4: 99-103.
- ΠΟΓΔΑΚΗΣ, Ι., ΜΙΝΟΣ, Γ., ΚΑΤΣΕΛΗΣ, Γ., ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, Ε., ΛΑΧΑΝΑΣ, Α. & ΟΝΤΡΙΑΣ, Ι., 1995β. Μέθοδοι Βελτίωσης της αλιευτικής παραγωγής των λιμνοθαλασσών. Εισήγηση στο 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Βόλος 22-24 Σεπτεμβρίου 1995.
- ROSSI, R., 1981. La pesca del pesce novello da semina nell'area meridionale del delta del Po. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3(1): 23-26.
- ROSSI, R., 1986. Occurrence, abundance and growth of fish fry in Scardovari Bay, a nursery ground of the Po river delta (Italy). *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 20: 259-280.
- SAVCHUK, M. Y., 1968. Location of the fattening areas of the young of the grey mullet in the coastal zone of the northwest part of the Black Sea. *Probl. Ichthyol.*, 8(5):718-726.
- TANG, Y.A., (1975). Collection, handling and distribution of grey mullet fingerlings in Taiwan. *Aquaculture*, 5: 81 -84.
- THOMSON, J. M., 1953. Status of the fishery for sea mullet (*Mugil cephalus*, L.) in eastern Australia. *Aust. J. Fresh. Wat. Res.*, 4(1):41-81.
- THOMSON, J. M., 1955. The movement and migration of mullet, *Mugil cephalus* Linn. *Aust. J. Mar. Frershw. Res.*, 6(3).
- THOMSON, J. M., 1963. Synopsis of biological data on the grey mullet *Mugil cephalus* L. 1758. *Fish. Synop. Div. Fish. Oceanogr. CSIRO Aust.*, (1).
- TORRICELLI, P., TONGIORGI, P. & ALMANSI, P., 1982. Migration of grey mullet fy into the Arno river: seasonal appearance, daily activity, and feeding rhythms. *Fish. Res.*, 1: 219-234.
- TOSI, L. & TORICELLI, P., 1988. Feeding habits of mullet fry in the Arno river. (Tyrrhenian coast.) II. The diet. *Boll. Zool.* 3: 171-177.
- VIDY, G. & FRANC, J., 1992. Saisons de presence a la cote des alevins de muges (Mugilidae) en Tunisie. *Cybium*, 16(1): 53-71.
- WALLACE, J. H., 1973. Aspects of the life histories of estuarine fish in Natal with emphasis on reproduction and recruitment. *South African Natural Oceanography Symp. Cape Town, August 1973*, 31-32.
- WHITEFIELD, A.K. 1980. Factors influencing the recruitment of juvenile fishes into the Mhlanga estuary. *S. Africa J. Zool.*, 15(3), 166-169.
- YASHOUV, A. & BEN-SHACHAR, A., 1967. Breeding and growth of Mugilidae. II. Feeding experiments under laboratory conditions with *Mugil cephalus* L. and *Mugil capito* Cuvier. *Bamidgeh*, 19(10): 50-66.
- ZISMANN, L. & BEN-TUVIA, A., 1975. Distribution of juvenile mugilids in the hypersaline Bardawil Lagoon, January 1973 to January 1974. *Aquaculture*, 6: 143-161.
- ZISMANN, L., 1981. Means of identification of grey mullet fry for culture. *Collect. Repr. Israel Oceanogr. Limnol. Res.*, 7: 531-577.
- ΧΩΤΟΣ, Γ., 1999. Βιολογία πληθυσμών του μυξιναριού *Liza aurata* (Risso, 1810) (Pisces: Mugilidae) της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου-Αιτωλικού. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Ζώων, Εργαστήριο Ζωολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Η γενετική βάση και ο μηχανισμός του ασυμβίβαστου των φυτών

Θεόδωρος Β. Κουτσός¹

Περίληψη

Το ασυμβίβαστο των φυτών οφείλεται σε ένα μηχανισμό αναγνώρισης μεταξύ γύρης και στίγματος, και ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του χωρίζεται σε δύο κύρια συστήματα: το ετερογενετικό και το ομογενετικό σύστημα. Το πρώτο ευνοεί την αυτογονιμοποίηση, ενώ το δεύτερο την εμποδίζει. Το ομογενετικό σύστημα ασυμβίβαστου, το οποίο είναι το πιο διαδεδομένο στη φύση, διακρίνεται περαιτέρω σε γαμετοφυτικό και σποροφυτικό. Το τελευταίο, το οποίο έχει μελετηθεί περισσότερο από τα άλλα, ελέγχεται από την S γονιδιακή θέση η οποία περιέχει τρία γονίδια. Τα δύο απ' αυτά, SLG και SRK εκφράζονται στο στίγμα, κωδικοποιούν γλυκοπρωτεΐνη και κινάση αντίστοιχα, ενώ το τρίτο SPI1/ SCR, που κωδικοποιεί μία πρωτεΐνη κλειδί, εκφράζεται στη γύρη. Από τα δύο γονίδια που εκφράζονται στο στίγμα, τον κύριο ρόλο στην αναγνώριση της γύρης τον έχει το SRK γονίδιο, ενώ ο ρόλος του SLG είναι βοηθητικός. Με τη βοήθεια του συμπληρωματικού DNA (cDNA) αποκτήθηκαν τα αντίστοιχα S γονίδια που κωδικοποιούν τις πρωτεΐνες σε είδη φυτών της οικ. *Brassicaceae*. Τα γονίδια αυτά είναι μέλη μιας πολυγονιδιακής και πολυμορφικής οικογένειας, πολλά εκ των οποίων είναι ψευδογονίδια με ανοικτά πλαίσια μεταγραφής. Η αυτογονιμοποίηση, σε φυτά που παρουσιάζουν ασυμβίβαστο, είναι δυνατή με τη χρήση διαφόρων μέσων, όπως ακτινοβολίας, ορμονών και θερμικής καταπόνησης, τα οποία τραυματίζουν το στίγμα και εξουδετερώνουν το μηχανισμό αναγνώρισης, ή κάνοντας τεχνητή γονιμοποίηση στο στάδιο του μπουμπουκιού, δηλ. τότε που δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη πλήρως ο μηχανισμός αναγνώρισης της γύρης στο στίγμα.

Λέξεις κλειδιά: ετερογενετικό, ομογενετικό, γαμετοφυτικό, σποροφυτικό ασυμβίβαστο, G και S γονίδια.

Συνομογραφίες :

SLG, S locus glycoprotein (S θέση γλυκοπρωτεΐνης).

SRK, S receptor kinase (S δέκτης κινάσης).

PCP, Pollen Coat protein, (πρωτεΐνη κάλυμμα της γύρης).

SLR, S locus related genes (γονίδια συγγενικά με τα S γονίδια).

SPI1/ SCR, S locus protein 11/ S locus cysteine-rich protein (S θέση πρωτεΐνης 11/S θέση πλούσιας σε κυστεΐνη πρωτεΐνης).

ARC1, Arm Repeat Containing protein 1, (επανάληψη βραχίονα που περιέχει την πρωτεΐνη 1).

Εισαγωγή

Στη φύση απαντώνται δύο κύρια συστήματα αυτο-ασυμβίβαστου (self-incompatibility) (στην Ελληνική βιβλιογραφία αναφέρεται συνήθως απλώς ως ασυμβίβαστο) των φυτών, το ετερογενετικό και το ομογενετικό (Ρουπακιάς, 1995). Στο ετερογενετικό ασυμβίβαστο, οι γυρεόκοκκοι δε βλαστάνουν στο στίλο που έχει διαφορετική γενετική σύνθεση και στο ομογενετικό οι γυρεόκοκκοι στο στίλο που έχει όμοια γενετική σύνθεση ή όμοια γενετική προέλευση. Ενώ δηλαδή το ομογενετικό ασυμβίβαστο εμποδίζει στα ανώτερα φυτά την αυτογονιμοποίηση, το ετερογενετικό εμποδίζει τη σταυρογονιμοποίηση. Ακόμη το ομογενετικό ασυμβίβαστο που είναι και το πιο διαδεδομένο στη φύση διακρίνεται σε δύο τύπους, το γαμετοφυτικό και το σποροφυτικό. Στο πρώτο οι γυρεόκοκκοι δε βλαστάνουν σε στίλο που έχει όμοια με τον γυρεόκοκκο γενετική σύνθεση, ενώ στο δεύτερο δε βλαστάνουν όχι μόνον στην περίπτωση που ο στίλος έχει όμοια με το γυρεόκοκκο γενετική σύνθεση, αλλά και όταν έχει όμοια γενετική προέλευση. Ο σποροφυτικός τύπος διακρίνεται περαιτέρω σε ετερομορφικό και ομομορφικό τύπο (Καλτσιόκης, 1981). Στον πρώτο η απόρριψη, ή μη, του αρσενικού γαμέτου, εξαρτάται από μορφολογικές διαφορές στους ανθήρες και τους στύλους των ανθέων, ενώ στο δεύτερο δεν υπάρχουν μορφολογικές διαφορές που να συνοδεύουν το ασυμβίβαστο (Ρουπακιάς 1995). Το ασυμβίβαστο χρησιμοποιείται πολλές φορές στη βελτίωση των φυτών, όταν απαιτείται έλεγχος της επικονίασης (Καλτσιόκης 1981, Olesen *et al.* 1992, Chiang *et al.* 1993, Banks and Beversdort, 1994, Richards 1997). Τα *Leguminosae*,

¹ ΕΘΙΑΓΕ/ Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Μακεδονίας Θράκης, 57001, Θέση Θεσσαλονίκη

Solanaceae και *Gramineae* έχουν συνήθως γαμετοφυτικό τύπο ασυμβιβάστου, ενώ τα *Cruciferae*, *Compositae* (Καλτσίκης 1981, Olesen *et al.* 1992), *Asteraceae*, *Convolvulaceae*, *Caryophyllaceae* και η φουντουκιά (*Corylus avellana* L.) της οικ. *Betulaceae* (Hampson *et al.* 1996) έχουν το σποροφυτικό τύπο. Και οι δύο τύποι ελέγχονται συνήθως από μία γονιδιακή θέση με πολλά αλληλομόρφα. (Καλτσίκης 1981, Heizmann 1992). Στη βιβλιογραφία, τα γονίδια που ελέγχουν το ασυμβιβαστο, αναφέρονται γενικά ως S-αλληλόμορφα (S- alleles). Μερικές φορές όμως για διαφοροποίηση του γαμετοφυτικού από το σποροφυτικό τα γονίδια του πρώτου αναφέρονται και ως G αλληλόμορφα. Οι Boyes και Nasrallah (1993) πρότειναν τον όρο S-απλότυποι (S- arlotypes), στη θέση του όρου S-αλληλόμορφα, ο οποίος έκτοτε χρησιμοποιείται από όλους σχεδόν τους ερευνητές (Hampson *et al.* 1996). Οι Zuberi και Lewis (1988) αναφέρουν, ότι το ασυμβιβαστο στο *Brassica campestris* και στο *Raphanus sativus* ελέγχεται με S - γονίδια, που έχουν σποροφυτική δράση και G γονίδια, που έχουν γαμετοφυτική δράση (συνύπαρξη των δύο συστημάτων). Τα G γονίδια είναι γενετικά συνδεδεμένα με τα S, αλλά εκφράζονται μόνο σε ορισμένους συνδυασμούς με τα S-αλληλόμορφα. Η απόδειξη της ύπαρξης των G γονιδίων συνεπάγεται ότι τα G γονίδια είναι τα λείψανα ενός αρχέγονου συστήματος ασυμβιβάστου μέσα στο οποίο ενσωματώθηκαν τα S γονίδια (Lewis *et al.* 1988). Τα S γονίδια είναι μέλη μιας πολυγονιδιακής και πολυμορφικής οικογένειας, πολλά εκ των οποίων είναι ψευδογονίδια με ανοικτά πλαίσια μεταγραφής (Heizmann 1992, Suzuki *et al.* 1995). Ο Καλτσίκης (1981) αναφέρει ότι ο αριθμός των S-αλληλομόρφων του *B. oleracea* είναι 30, οι Dickson και Wallace (1986) αναφέρουν ότι ταυτοποιήθηκαν περίπου 50 S-αλληλόμορφα στο είδος αυτό, ενώ ο Heizmann (1992) ανεβάζει τον αριθμό των S-αλληλομόρφων έως 60. Στο *B. campestris* ταυτοποιήθηκαν ήδη περισσότερα από 30 αλλά ο τελικός αριθμός τους υπολογίζεται πάνω από 100 (Watanabe *et al.* 2001). Δημιουργία νέων S αλληλομόρφων αναφέρθηκε στο γαμετοφυτικό σύστημα, ύστερα από επιβαλλομένη αυτογονιμοποίηση σε ασυμβιβάστους γενοτύπους των ειδών *Trifolium pratense*, *Nicotiana tabacum* και *Lycopersicon peruvianum* (De Nettancourt *et al.* 1971). Αργότερα, αναφέρθηκε δημιουργία νέων S αλληλομόρφων ύστερα από αυτογονιμοποίηση και σε ομοζύγωτο γενότυπο *Raphanus*, που παρουσιάζει σποροφυτικό ασυμβιβαστο (Lewis *et al.* 1988). Συγκεκριμένα, από το S_1 προέκυψαν τρία S γονίδια S_5 , S_6 και S_x (Το S_x ασταθές, επανερχόταν την επόμενη γενεά στο S_1). Το γεγονός της εμφάνισης νέων S αλληλομόρφων, μέσω της επιβαλλομένης αυτογονιμοποίησης σε ασυμβιβάστους γενοτύπους, δεν εξηγεί τον αρχικό πολυμορφισμό των S γονιδίων, αλλά οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι τα νέα αλληλόμορφα προϋπάρχουν στο γένωμα, είναι σιωπηλά, και ενεργοποιούνται με ένα μηχανισμό "διακόπτη", ύστερα από την επιβαλλομένη αυτογονιμοποίηση (De Nettancourt *et al.* 1971). Στο σποροφυτικό ασυμβιβαστο η έκφραση των S γονιδίων αρχίζει κατά το αρχικό στάδιο της μικροσποριογένεσης, ενώ στο γαμετοφυτικό κατά το τέλος της μικροσποριογένεσης (Dickson and Wallace 1986, Borojenic 1990, Heizmann 1992). Έτσι στο σποροφυτικό οι ίδιες S ουσίες περιέχονται από όλους τους γαμέτες ανεξάρτητα από το ποιο S - αλληλόμορφο κατέχουν. Π.χ. η διασταύρωση των γενοτύπων $S_1S_3 \times S_1S_2$ όταν παρουσιάζουν γαμετοφυτικό ασυμβιβαστο είναι δυνατή καθόσον ο ένας συνδυασμός $-S_3 \times S_1S_2$ είναι δυνατός ενώ ο άλλος $S_1 \times S_1S_2$ αδύνατος (Ρουπακιάς, 1995). Η διασταύρωση των γενοτύπων $S_1S_3 \times S_1S_2$ όταν παρουσιάζουν σποροφυτικό ασυμβιβαστο μπορεί να είναι:

I. Ασυμβίβαστη 100% όταν τα S γονίδια έχουν μεταξύ των ανεξάρτητη δράση ή το S_1 είναι κυρίαρχο και στο S_2 και στο S_3 .

II. Συμβίβαστη, εάν το S_1 είναι υποτελές στο S_2 ή στο S_3 ή και στα δύο, διότι τότε η γύρη και το στίγμα θα έχουν διαφορετικές S ουσίες (Καλτσίκης 1981, Borojenic 1990).

Σήμερα, που έχουν περάσει ήδη 30 χρόνια από τότε που ταυτοποιήθηκαν τα πρώτα S και G γονίδια μελετάται πλέον ο μηχανισμός του ασυμβιβάστου των φυτών, ιδιαίτερα στα είδη των σταυρανθών (*Brassica species*), σε μοριακό επίπεδο (Watanabe *et al.* 2001). Η βιβλιογραφία είναι πολύ πλούσια στο θέμα αυτό καθόσον από το 1986 μέχρι τέλος του 2001 έχουν δημοσιευθεί σε περιοδικά με Citation Index 800 και πλέον εργασίες σχετικές με το ασυμβιβαστο των φυτών, η πλειοψηφία των οποίων αφορά το σποροφυτικό ασυμβιβαστο των σταυρανθών. Στο παρόν άρθρο γίνεται βιβλιογραφική τομή των παλαιών και των πιο πρόσφατων διεθνών δημοσιεύσεων που σχετίζονται με τη γενετική βάση και το μηχανισμό του ασυμβιβάστου όλων γενικά των φυτών, κυρίως όμως των φυτών της οικ. *Brassicaceae* των οποίων, όπως προκύπτει από την πληθώρα των δημοσιεύσεων, το ασυμβιβαστο σ' αυτήν την οικ. μελετήθηκε και μελετάται διεξοδικά σε μοριακό επίπεδο.

Η ταυτοποίηση ουσιών στο στίγμα

Γλυκοπρωτεΐνες. Οι Nasrallah και Wallace (1967) μελετώντας το μηχανισμό του ασυμβιβάστου στο λάχανο (*Brassica oleracea*) με ανοβιολογικές και ηλεκτροφορητικές μεθόδους βρήκαν ότι προϊόντα της S γονιδιακής

θέσης ήταν γλυκοπρωτεΐνες (S locus specific glycoproteins, SLSGs ή απλώς SLGs). Αργότερα οι Hinata και Nishio (1978) βρήκαν τις SLGs όχι μόνο στο λάχανο αλλά και στο κινέζικο λάχανο (*Brassica campestris*). Οι ουσίες αυτές βρέθηκαν μόνο στο στίλο, ουδέποτε στη γύρη και ήταν τόσες, όσες και τα S αλληλόμορφα (Isogai *et al.* 1987, Clarke *et al.* 1992). Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 90, οι γλυκοπρωτεΐνες (SLGs) ήταν οι μοναδικές ουσίες που βρέθηκαν στα συστήματα (σποροφυτικό και γαμετοφυτικό) του ασυμβιβάστου (Heizmann 1992). Ο ρόλος τους στο ασυμβίβαστο θεωρήθηκε σημαντικός γι' αυτό και η έρευνα δύο δεκαετιών (του 70 και 80) εστιάστηκε σχεδόν αποκλειστικά σ' αυτές. (Olesen *et al.* 1992).

Η ταυτοποίηση των SLGs έγινε με την ακόλουθη (Nasrallah *et al.* 1985, Heizmann 1992) διαδικασία :

- απομόνωση του mRNA του γονιδίου στο στίγμα δύο-τρεις ημέρες πριν την άνθηση
- απόκτηση του cDNA με χρήση του ενζύμου αντίστροφη μεταγραφή
- σύνθεση του γονιδίου από το οποίο προήλθε το mRNA βάσει του cDNA.
- μεταφορά του γονιδίου μέσω πλασμιδίου στο γένωμα του *E. coli*
- αναγνώριση της SLG με αντισώματα μετά την έκφραση του γονιδίου.

Έχουν βρεθεί οι αλληλουχίες αμινοξέων πολλών SLGs (Chen and Nasrallah 1990, Boyes *et al.* 1991, Heizmann 1992).

Στις SLGs του γαμετοφυτικού ασυμβιβάστου βρέθηκε ομολογία μιας σειράς αμινοξέων με ριβονουκλεάσες. Οπότε, θεωρείται πιθανόν στο γαμετοφυτικό ασυμβίβαστο η ανασχετική δράση των SLGs του στίλου σε αυτοασυμβίβαστη γύρη να εξασκείται μέσω ριβονουκλεασών (Clarke *et al.* 1992). Στις SLGs του σποροφυτικού ασυμβιβάστου, δε βρέθηκε ομολογία αλληλουχία αμινοξέων με ριβονουκλεάσες.

Οι SLGs πέρα από τη διαφοροποίησή τους ανάλογα από το S γονίδιο από το οποίο κωδικοποιούνται, έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά (Heizmann 1992, Clarke and Newbiggin 1993) όπως :

- Την παρουσία προς το αμινοτέλος (N-terminal) ενός υδροφόβου λειτουργικού κέντρου 30 περίπου αμινοξέων, το οποίο κατευθύνει όλο το πολυπεπτίδιο.
- Την ύπαρξη προς το καρβοξυτέλος (C-terminal) 12 κυστεϊνικών ομάδων εκ των οποίων οι 11 έχουν αμετάβλητη αλληλουχία.
- Ένα καθαρώς δομικό σώμα με μερικές αλληλουχίες αμινοξέων αμετάβλητες στις διάφορες SLGs και μερικές με αξιοσημείωτες διαφορές, που προήλθαν από μεταλλάξεις των S-γονιδίων. (Αντικαταστάσεις βάσεων ή παρεμβολών και παραλείψεων).
- Στο δομικό σώμα υπάρχουν 4 περιοχές, 2 εκ των οποίων (B και D) είναι ποικιλόμορφα λειτουργικά κέντρα, ενώ οι άλλες 2, (A και C) είναι σταθερές περιοχές και ίδιες για όλες τις SLGs των S αλληλομόρφων.
- Τέλος, υπάρχει μία περιοχή αμινοξέων όπου είναι δυνατή η προσθήκη σακχάρων (N-glycosylation sites). Η προσθήκη σακχάρων στις θέσεις αυτές είναι μία μεταφραστική διαδικασία, κατά την οποία πάντοτε ένας αριθμός θέσεων δυνητικά επιδεκτικών σακχάρων παραμένει κενός. Το ποσοστό πλήρωσης με σάκχαρα των επιδεκτικών αυτών θέσεων (glycosylation pattern) αποτελούσε στοιχείο διαφοροποίησης των SLGs.

Οι SLGs κωδικοποιούνται από το γονίδιο SLG το οποίο είναι μόνο ένα μέλος από μία πολυγονιδιακή και πολυμορφική οικογένεια (Boyes *et al.* 1991, Awadalla and Charlesworth 1999, Park *et al.* 2001). Πολλά μέλη της οικογένειας είναι ψευδογονίδια με ανοικτά πλαίσια μεταγραφής που καταλήγουν σε κωδικόνιο τερματισμού (Heizmann 1992, Suzuki *et al.* 1997).

Τα κυρίαρχα SLG γονίδια (κλάση I) τα οποία κωδικοποιούν SLGs που αναγνωρίζονται από το μονόκλωνο αντίσωμα MAbH₈ ονομάστηκαν CRM+ (Cross reacting material positive), ενώ τα υποτελή γονίδια (κλάση II) που δεν αναγνωρίζονται από το MAbH₈, ονομάστηκαν CRM- (cross reacting material negative). Κυρίαρχα γονίδια (κλάσης I ή CRM+) που έχουν ταυτοποιηθεί είναι τα S₆, S₁₃, S₁₄, S₂₂, S₂₉ και S₅₈, ενώ υποτελή (κλάση II ή CRM-) που έχουν ταυτοποιηθεί είναι τα S₂, S₅ και S₁₅ (Boyes *et al.* 1991, Heizmann 1992). Ένας SLG-cDNA ανιχνευτής (probe) προερχόμενος από την CRM+ κατηγορία, υβριδίζεται ασθενώς με το DNA του γενώματος ενός φυτού ομοζυγώτου για αλληλόμορφο της κατηγορίας CRM-. Οι αλληλουχίες των νουκλεοτιδίων της κατηγορίας CRM+ γονιδίων είναι ίδιες σε ποσοστό 90% ενώ οι αλληλουχίες της κατηγορίας CRM+ συγκρινόμενες με τις αλληλουχίες του S₂ (κλάση CRM-) είναι ίδιες κατά 70% (Chen and Nasrallah 1990, Boyes *et al.* 1991).

Άλλες ουσίες. Στο τέλος της δεκαετίας του 80, στο ώριμο στίγμα του γένους *Brassica* βρέθηκε να εκφράζε-

ται, παράλληλα με το SLG γονίδιο στην S γονιδιακή θέση, και μία άλλη αλληλουχία ομόλογη με την αλληλουχία του SLG γονιδίου, που ονομάστηκε SLR₁ (S-Locus Related) αλληλουχία (Lalonde *et al.* 1989). Η αλληλουχία αυτή δεν ήταν πολυμορφική, αλλά σταθερή μεταξύ των ειδών *Brassica* που είχαν ερευνηθεί. Αργότερα, από το *Brassica oleracea* ταυτοποιήθηκε (Boyes *et al.* 1991) άλλη μία αλληλουχία συγγενική με τα S γονίδια, η SLR₂. Οι αλληλουχίες της SLR₁ και της SLR₂ βρέθηκαν γενετικά συνδεδεμένες, με μεταξύ τους απόσταση 18,5 χαρτογραφικές μονάδες. Η ταυτοποίηση των SLR₁ και SLR₂ γονιδίων της S γονιδιακής θέσης δεν πρόσθεσε τίποτε στο μηχανισμό αναγνώρισης του ασυμβιβάστου. Αντίθετα, η ανακάλυψη του ZmRK1 γονιδίου που βρέθηκε ότι κωδικοποιεί την πρωτεϊνική κινάση στις ρίζες του αραβοσίτου (Walker and Zhang 1990) και οδήγησε στην απομόνωση του SRK (S receptor kinase, δέκτης κινάσης) γονιδίου, που εκφράζεται στο στίγμα και είναι συνδεδεμένο με την S γονιδιακή (Stein *et al.* 1991) αποτέλεσε την αρχή του “μίτου της Αριάδνης” για την κατανόηση του μηχανισμού του ασυμβιβάστου. Το SRK γονίδιο είναι πολυμορφικό, στενά συνδεδεμένο με την S γονιδιακή θέση της οποίας αποτελεί μέλος. Περιλαμβάνει 2 λειτουργικά κέντρα, τα οποία χωρίζονται από το SLG με περίπου 200 Kb, και κωδικοποιεί τη “serine - threonine” κινάση (Clarke *et al.* 1992, Goring and Rothstein, 1992). Το ένα λειτουργικό κέντρο είναι παρόμοιο με το SLG (SLG-like domain), θεωρούμενο ως διαμεμβρανικό λειτουργικό κέντρο και το άλλο είναι το λειτουργικό κέντρο της κινάσης (Clarke *et al.* 1992). Τα πεπτιδία, που κωδικοποιεί το SLG-like domain του SRK-γονιδίου και οι γλυκοπρωτεΐνες του SLG γονιδίου των S₂ και S₆ γενοτύπων *Brassica*, βρέθηκε να έχουν ποσοστό ομολογίας αμινοξέων 90% (Heizmann 1992, Richards 1997, Watanabe *et al.* 2001). Κατά τους Sato *et al.* (1991) το SRK γονίδιο εκφράζεται όχι μόνο στο στίγμα, αλλά και στους ανθήρες, στο στάδιο των μικροσπορίων, το οποίο όμως δεν επιβεβαιώθηκε από άλλους ερευνητές. Αρχικά, πειράματα πολλών ερευνητών (Nasrallah and Nasrallah 1993, Goring *et al.* 1993, Nasrallah *et al.* 1994) έδειξαν ότι και τα δύο γονίδια (SLG, SRK) που εκφράζονται στο στίγμα είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του ασυμβιβάστου. Νεώτερα όμως πειράματα με γενετικώς τροποποιημένα φυτά (Okazaki *et al.* 1999, Takasaki *et al.* 2001) έδειξαν ότι και μόνον το SRK γονίδιο είναι αρκετό για τη λειτουργία του ασυμβιβάστου των φυτών. Το SLG γονίδιο που κωδικοποιεί τις SLGs απλώς σταθεροποιεί και τονώνει την ικανότητα του SRK γονιδίου στην αναγνώριση της γύρης. Έτσι, ενώ αρχικά οι γλυκοπρωτεΐνες θεωρήθηκαν το “κλειδί” του μηχανισμού του ασυμβιβάστου και έπαιρναν τον πρώτο ρόλο σε πλήθος μοντέλων που υποτίθεται ότι εξηγούσαν το μηχανισμό του ασυμβιβάστου, αποδείχθηκε τελικά ότι ο ρόλους τους ήταν υποδεέστερης σημασίας από τον αρχικά νομιζόμενο (Takasaki *et al.* 2001, Hatakeyama *et al.* 2001).

Η ταυτοποίηση ουσιών στη γύρη

Μετά την εξιχνίαση και ταυτοποίηση των ουσιών στο στίγμα η έρευνα στράφηκε για αντίστοιχες με τις SLG και SRK ουσίες στη γύρη και που θα έπρεπε να είναι τόσες, όσες και οι SLG ή SRK ουσίες (Kusaba *et al.* 1997). Με βάση αυτή την υπόθεση το γονίδιο που κωδικοποιεί αυτές τις ουσίες θα έπρεπε να βρίσκεται στην περιοχή των SLG και SRK γονιδίων (Suzuki *et al.* 1997α, Suzuki *et al.* 1997β). Έτσι το 1998 (Doughty *et al.*) βρέθηκε η PCP-A1 (Pollen Coat protein-A1, πρωτεΐνη κάλυμμα της γύρης-A1) η οποία όμως δεν αντιδρούσε με καμιά αντίστοιχη SLG και SRK (Toriyama *et al.* 1998). Το πρόβλημα τελικά λύθηκε, όταν στο *B. campestris* βρέθηκαν 12 γονίδια μεταξύ των SLG και SRK γονιδίων, ομόλογα του PCP-A1, (Suzuki *et al.* 1999, Schopfer *et al.* 1999) που το 11ο απ' αυτά εκφραζόταν στους ανθήρες και κωδικοποιούσε μία μικρή πρωτεΐνη, πλούσια σε κυστεΐνες. Το γονίδιο αυτό ονομάστηκε SP11 ή SCR (S locus cysteine-rich protein, πλούσια σε κυστεΐνες πρωτεΐνη) που συμβολίζεται ως SP11/SCR (Takayama *et al.* 2000α, Takayama *et al.* 2000β, Watanabe *et al.* 2000, Shiba *et al.* 2001). Τελικά βρέθηκε πως η SP11/SCR δημιουργεί ένα σύμπλοκο με την SRK και μέσω αυτού του συμπλόκου πραγματοποιείται η αναγνώριση μεταξύ στίγματος και γύρης (Takayama *et al.* 2001).

Ο μηχανισμός της λειτουργίας του ασυμβιβάστου

Τελικά, ύστερα από ερευνητικές προσπάθειες τριών και πλέον δεκαετιών, είναι βέβαιο ότι τα γονίδια τα SLG, SRK και SP11/SCR της S γονιδιακής θέσης είναι οι κύριοι ρυθμιστές του σποροφυτικού ασυμβιβάστου στην οικ. των σταυρανθών. Αυτό αποδείχθηκε από το γεγονός, ότι αλληλουχίες βάσεων ίδιες ή παρόμοιες των γονιδίων αυτών, σε ανάλογη με την S γονιδιακή θέση, δεν εντοπίστηκαν στο φυτό *Arabidopsis thaliana* που ανήκει στα σταυρανθή, αλλά δεν παρουσιάζει ασυμβίβαστο (Takada *et al.* 2001). Σήμερα ο γενικά αποδεκτός τρόπος της λειτουργίας του ασυμβιβάστου στην οικ. σταυρανθών τέλη του 20ου αιώνα (Brugiere *et al.* 2000, Dickinson 2000, Watanabe *et al.* 2001) παρουσιάζεται στην εικ. 1. Ο ίδιος ή παρόμοιος μηχανισμός πιθανόν να ισχύει και σε άλλα είδη φυτών που παρουσιάζουν ομομορφικό σποροφυτικό ασυμβίβαστο. Πρέπει να αναφερθεί όμως, ότι στο μηχανισμό αυτόν γνωρίζουμε μόνον τις ουσίες ως χημικά μόρια που συμμετέχουν, ενώ τον τρόπο δράσης της κάθε μιας ουσίας δεν τον

γνωρίζουμε ακόμη, αλλά τον υποθέτουμε (ηλεκτρονική επικοινωνία με τον καθηγητή Watanabe στις 22-2-2002).

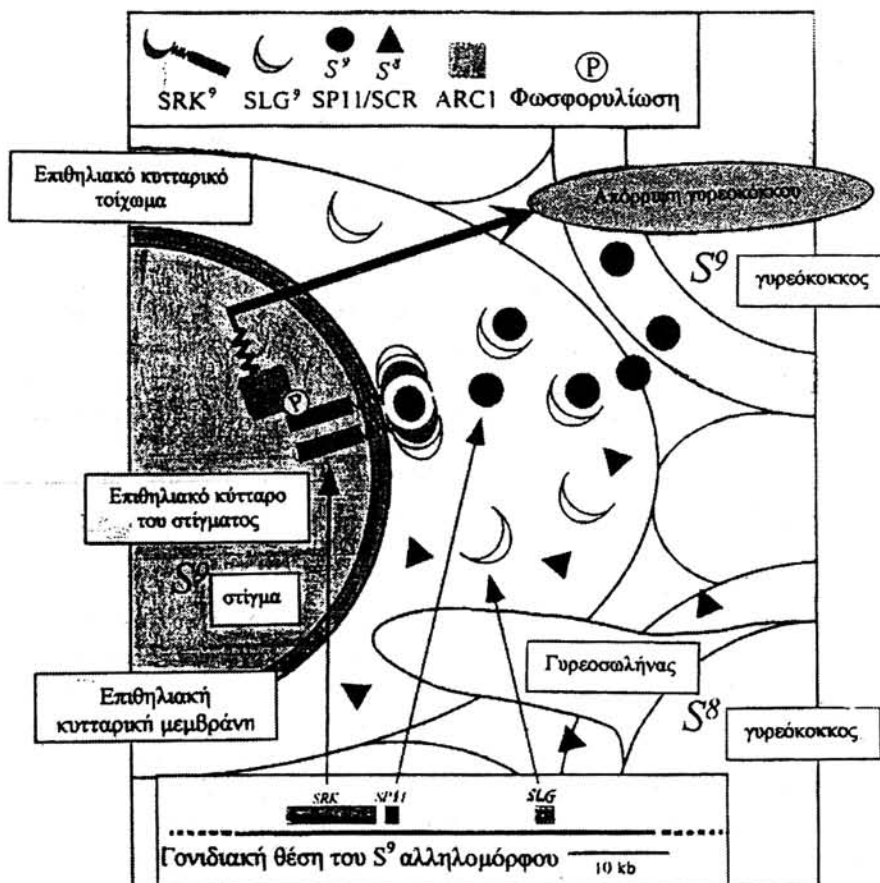
Η καταστολή της έκφρασης, με μεθόδους γενετικής μηχανικής, ενός γονιδίου που κωδικοποιεί κάποια από τις εμπλεκόμενες, στο μηχανισμό του ασυμβιάστου, πρωτεΐνες εξουδετερώνει το ασυμβιάστο (Stahl *et al.* 1998, Stone *et al.* 1999). Έκτός από αυτή τη μέθοδο, η άρση του ασυμβιάστου, εδώ και χρόνια, για βελτιωτικούς σκοπούς, γίνεται με τη χρήση διαφόρων μέσων, όπως ακτινοβολίας (Heizmann 1992), ορμονών, θερμικής καταπόνησης (Chiang *et al.* 1993), τα οποία τραυματίζουν το στίγμα, εξουδετερώνοντας έτσι το μηχανισμό αναγνώρισης της "ταυτότητας" της γύρης, ή με τεχνητή γονιμοποίηση πριν ακόμη ανοίξουν τα άνθη, στο στάδιο του μπουμπουκιού, δηλ. τότε που δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως στο στίγμα ο μηχανισμός αναγνώρισης της γύρης. Η τελευταία τεχνική ήταν γνωστή από τότε σχεδόν που άρχισε η μελέτη του ασυμβιάστου (Dickson and Wallace 1986).

(Τα μόρια της SP11/SCR πρωτεΐνης των γυρεοκόκκων ελευθερώνονται στο επιθηλιακό κυτταρικό τοίχωμα του στύλου. Η SLG⁹ αντιδρά με την SP11/SCR του S⁹ αλληλομόρφου. Η αντίδραση αυτή ενεργοποιεί την SRK⁹, που βρίσκεται στο κυτόπλασμα, η οποία με τη σειρά της φωσφορυλιώνει μία ουσία, την ARC1, εμποδίζοντας έτσι τη βλάστηση του S⁹ γυρεοκόκκου. Αντιθέτως η SLG⁹ δεν αντιδρά με την SP11/SCR⁸ στο επιθηλιακό κυτταρικό τοίχωμα του στύλου και έτσι δεν αναπτύσσεται στο κυτόπλασμα μηχανισμός που να παρεμποδίζει τη βλάστηση του S⁸ γυρεοκόκκου).

Τα S γονίδια στα γενετικώς τροποποιημένα φυτά και άλλες νεότερες σχετικές περί αυτών αναφορές

Ένα ετερογενετικό φυτό *B. oleracea* που προήλθε από την εισαγωγή του SLG γονιδίου σε αυτοασυμβιάστο φυτό του είδους *B. oleracea*, ήταν αυτοασυμβιάστο. Η αλλαγή αυτή οφείλεται στο ότι το SLG γονίδιο λήφθηκε από αυτοασυμβιάστο γενότυπο του *B. campestris* (Clarke *et al.* 1992). Αμοιβαίες διασταυρώσεις μεταξύ γενετικώς τροποποιημένων φυτών και "φυσιολογικών" φυτών έδειξαν ότι οι αλλαγές από το αυτοασυμβιάστο σε αυτοασυμβιάστο οφείλονται σε αλλαγές, που γίνονται μόνο στο στίγμα. Αυτές οι αλλαγές πιθανώς προέρχονται από την καταστολή του αυτοασυμβιάστου SLG γονιδίου του φυτού *B. oleracea* από το εισαγόμενο αυτοασυμβιάστο SLG του *B. campestris*. Το αποτέλεσμα αυτό, είναι ενδιαφέρον υπό το φως της παρατήρησης, ότι σε ένα τμηματικά φυσικώς μεταλλαγμένο στίγμα που είναι επιδεικτικό σε όλους τους γαμέ-

τες, περιλαμβανομένους και τους δικούς του, το SLG και δύο μη συνδεδεμένα με αυτό SLR γονίδια απορρυθμίζονται και δεν εκφράζονται. Ενδιαφέρουσα φαίνεται επίσης και η αναφορά (Suzuki *et al.* 1997a) ότι τα τρία κύρια γονίδια SLG, SRK και SP11/SCR της S γονιδιακής μπορεί να μεταπίπτουν από τη μία κατηγορία στην άλλη. Η αλληλουχία των γονιδίων αυτών δεν παρουσιάζει μεγάλη ομολογία μεταξύ των διαφόρων οικογενειών που έχουν σποροφυτικό ασυμβιάστο. Έτσι οι S απλότυποι των *Brassicaceae* διαφέρουν σημαντικά από τους απλότυπους της φουντουκιάς *Corylus avellana* L. (Hampson *et al.* 1996). Αλλά και σε είδη της οικ. *Brassicaceae* βρέθηκε ότι η απόσταση σε βάσεις μεταξύ των SLG και SRK γονιδίων είναι μεγαλύ-



Εικ. 1. Σχηματική παράσταση του μηχανισμού λειτουργίας του ασυμβιάστου στο φυτό *Brassica rapa*. (Πηγή: Watanabe *et al.* 2001).

τερη στο είδος *B. campestris* από εκείνη του είδους *B. oleracea* (Suzuki *et al.* 2000).

Η διαδικασία της εξελικτικής πορείας των S γονιδίων πιστεύεται πως έχει ηλικία τουλάχιστον 10 εκατομμυρίων ετών (Hinata *et al.* 1995) που κατ' άλλους μπορεί να φθάνουν και τα 21 εκατομμύρια έτη (Richards, 1997). Επειδή η SRK κινάση έχει κάποια ομοιότητα με κινάσες που συμμετέχουν στους μηχανισμούς αντοχής των ασθενειών πιστεύεται ότι ο μηχανισμός ασυμβιβάστου ξεκίνησε από μία εξέλιξη ενός μηχανισμού απόπτωσης της βλάστησης εισβολέων μυκήτων στο στίγμα (Richards 1997). Οποιοδήποτε και αν ήταν το ξεκίνημα των SLG, SRK και SP11/SCR της S γονιδιακής θέσης οι Watanabe κ. ά. (2000) διατύπωσαν την υπόθεση, πως και τα τρία αυτά γνωστά γονίδια είχαν κοινή εξελικτική πορεία.

Genetic base and mechanism of incompatible system of plants

T.V. Koutsos¹

Summary

The self-incompatible (SI) system of plants is a mechanism of recognition between pollen and stigma. According its function and genetic base is classified into two main systems: homogenetic and heterogenetic. The first prevents from selfing and the second from outcrossing. The homogenetic system, which is the most widespread in the plants, is classified further in gametophytic and sporophytic. The second of them, which have been studied more than other systems, is controlled by the S locus, which contains three polymorphic genes: S receptor kinase (SRK), S locus glycoprotein (SLG), S locus protein 11 (SP11) (also called S locus cysteine-rich protein, SCR). SRK and SLG, which encode a kinase and a glycoprotein respectively, are expressed in stigma, whereas SP11 is expressed in pollen and encodes a small cystein protein. The SRK gene is the main determinant in the SI recognition reaction and SLG acts to promote the full manifestation of the SI response. The respective S genes (the term S haplotypes is also used) that encode the above proteins have been obtained from *Brassicaceae* species, by using cDNA. These genes are members of a multigene polymorphic family and some of them appear to be pseudogenes with open reading frames terminated with stop codons. Temporary break down of SI is possible by using different techniques as hormone treatment, heat shock and radiation by which the recognition mechanism is destroyed in stigma or by using bud-pollination i.e. at the stage that the recognition mechanism has not been completed.

Key words: heterogenetic, homogenetic, gametophytic, sporophytic incompatibility, G and S genes

Βιβλιογραφία

- Awadalla, P., and D. Charlesworth. 1999. Recombination and selection at *Brassica* self-incompatibility loci. *Genetics* 152:413-425
- Banks, P. R., and W. D. Bevesdort. 1994. Self-incompatibility as a pollination control mechanism for spring oilseed rape, *Brassica napus*. L. *Euphytica* 75: 27-30
- Borojevic, S. 1990. Developments in Crop Science. Principles and Methods of of Pland Breeding. Elsevier. 368pp.
- Boyes, D. C., C. H. Chen, T. Tantiakanjana, J. J. Esch and J. B. Nasrallah. 1991. Isolation of a second S-Locus related cDNA from *Brassica oleracea*: genetic relationships between the S-locus and two related loci. *Genetics* 127: 221 - 228
- Boyes, D. C., and J. B. Nasrallah. 1993. Physical linkage of SLG and SRK genes of the self-incompatibility locus of *Brassica oleracea* Mol. Gen. Genet. 236: 369-373
- Brugiere, N., Y. Cui, Y. Bi, M. Arnoldo, L. Jackman, and S. J. Rothstein. 2000. Molecular genetics of self-incompatibility in *Brassica napus*. *Annals bot.* 858:133-139
- Chen, C. H., and J. B. Nasrallah. 1990. A new class of S sequences by a pollen recessive self-incompatibility allele of *B. Oleracea*. *Mol. Cen. Genet.* 222: 241-248
- Chiang, M. S., C. Chong, B. S. Landry, and R. Crete. 1993. Cabbage. *Brassica oleracea subsp. capitata* L. pp. 113-155. *In: Genetic improvement of vegetable crops.* G. Kalloo and B.O. Bergh. Pergamon press
- Clarke A. E., and E. Newbigin. 1993. Molecular aspects of self-incompatibility in flowering plants. *Ann. Rev. Genet.* 27: 257-79
- Clarke, A. E., E. Dennis, and J. Mol. 1992. Forefronts of Flowering. *Plant Cell* 4: 867 - 870

¹ NAGREF / A.R.C.M.T., P.O. Box 312, 570 01 Thessaloniki Greece

- De Nettancourt, D., R. E. Cochard, M. P. G. Requin, van der T. Drift, and M. Westerhof. 1971. The generation of new S alleles at the incompatibility locus of *L. Peruvianum* Mill. *Theor. Appl. Genet.* 41: 120-129
- Dickinson, H.G. 2000. Pollen stigma interaction: so near yet so far. *Trends Genet.* 16(9): 373-376
- Dickson, M. H., and D. H. Wallace. 1986. Cabbage Breeding. pp. 395-431. *In: Breeding vegetables crops by Basset, M.J., AVI. Publishing company INC.*
- Doughty, J., S Dixon, S. H. Hiscock, A. C. Willis, J. A. P. Parkin. and H. G. Dickinson. 1998. PCP- A1, a defensin-like *Brassica* pollen protein that binds S- locus glycoprotein, is the product of Gametophytic gene expression. *Plant Cell* 10:1333-1347
- Goring, D. R., and S. J. Rothstein. 1992. The S locus receptor kinase in a self-incompatibility *Brassica napus* line encodes a functional serine threonine kinase. *Plant Cell* 4: 1273-1281
- Goring, D. R., T. L. Glavin, U. Schafer, and S. J. Rothstein. 1993. An S receptor kinase gene in S locus *Brassica napus* has a bp deletion. *Plant Cell* 5: 531-539
- Hampson, C. R., G. D. Coleman, and A.N. Azarenco. 1996. Does the genome of *Corylus avellana* L. contain sequences homologous the self-incompatibility gene of *Brassica*. *Theor. Appl. Genet.* 93(5-6): 759-764
- Hatakeyama, K., T. Takasaki, G. Suzuki, T. Nishio, M. Watanabe, A. Isogai, and K. Hinata. 2001. The S receptor kinase gene determines dominance relationships in stigma expression of self-incompatibility in *Brassica*. *The Plant Journal* 26: 69-76
- Hinata, K, and T. Nishio. 1978. S-allele specificity of stigma proteins in *Brassica oleracea* and *B. campestris*. *Heredity* 41:93-100
- Hinata K., M. Watanabe S. Yamakawa, Y. Satta, and A. Isogai. 1995. Evolutionary aspects of the SRK gene of the *Brassica* self-incompatibility systems synonymous and nonsynonymous base substitutions. *Genetics* 140:1099-1104
- Heizmann, P. 1992. Sporophytic Self - Incompatibility. pp.153-162. *In: Reproductive Biology and Plant Breeding.* Y. Dattee, C. Dunas, A. Callais, (Eds). Berlin. Springer - Verlag
- Isogai A., S. Takayama, C. Tsukamoto, Y. Ueda, H. Shiozawa, K. Hinata, K. Okazaki, and A. Suzuki. 1987. S locus specific glycoprotein associated with self-incompatibility in *Brassica campestris*. *Plant Cell Physiol.* 28: 1279-1291
- Kusaba, M., T. Nishio, Y. Satta, K. Hinata, and D. Ockendon. 1997. Striking sequence similarity in inter specific and intra specific comparison of class-1 SLG alleles from *Brassica oleracea* and *B. Campestris* implications for the evolution and recognition mechanism. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 94: 7673-7678
- Lalonde, B. A, M. E. Nasrallah, K. G. Dnyer, C. H., Chen, B. Barlow, and J. B. Nasrallah. 1989. A highly conserved *Brassica* gene with homology to the S - locus specific glycoptorein structural gene. *Plant Cell* 1: 249-258
- Lewis, D., S. C. Verma, and M. I. Zuberi. 1988. Gametophytic - Sporophytic incompatibility in the *cruciferae* - *Raphanus sativus*. *Heredity* 61: 355-366
- Nasrallah, M. E., and Wallace. 1967. Immunogenetics of self incompatibility in *Brassica oleracea* L. *Heredity* 22: 519-527
- Nasrallah, J. B., T. H. Kao, M. L. Goldberg, and M. E. Nasrallah. 1985. A cDNA clone encoding an S- locus - specific glycoprotein from *Brassica oleracea*. *Nature* 318:263-267
- Nasrallah, J. B., and M. E. Nasrallah. 1993. Pollen stigma signaling in the sporophytic self-incompatibility response. *Plant Cell* 5:1325-1335
- Nasrallah, J. B., S. J. Rundle, and M. E. Nasrallah. 1994. Genetic evidence for the requirement of the S locus receptor kinase gene in the self-incompatibility response. *Plant J.* 5:373-384
- Okazaki, K, M. Kusaba, D. J. Ockendon, and T. Nishio. 1999. Characterization of S locus tester lines in *Brassica oleracea* polymorphism of restriction fragment length of SLG homologs isoelectric points of S locus glycoprotein. *Theor. Appl. Genet.* 98:1329-1334
- Olesen, P., L. Bruun, and P. Steen. 1992. The use of incompatibility in breeding programmes. pp 177-186. *In: Reproductive Biology and Plant Breeding.* Datee, Y. C. Dumas, A. Callais, (Eds). Berlin. Springen - Verlag
- Park, J-I., I. S. Nou, S. S. Lee, K. K. Kang, and M. Watanabe. 2001. Identification of S-genotypes by PCR-RFLP in breeding lines of *Brassica*. *Mol. Cells* 12: 227-232
- Richards, A. J. 1997. Multi-allelic self-incompatibility pp. 220-245. *In: Plant Breeding Systems.* Chapman and

- Hall (2nd ed). Stanley, UK
- Sato, T., M. K. Thorness, M. K. Kandasau, M. Nishio, J. B. Nasrallah, and M.E. Nasrallah. 1991. Activity of a S locus gene promoter in pistils and others of transgenic *Brassica*. *Plant Cell* 3: 867-875
- Schopfer, C. R., M. E. Nasrallah, J. B. Nasrallah. 1999. The male determinant of self-incompatibility in *Brassica*. *Science* 286: 1697-1700
- Shiba, H., S. Takayama, M. Iwano, H. Shimosato, M. Funato, T. Nagagawa, F.S. Che, G. Suzuki, M. Watanabe, K. Hinata, and A. Isogai. 2001. A pollen coat protein SP11/SCR determines the pollen S - specificity in the self-incompatibility of *Brassica* species. 2001. *Plant Physiology* 125: 2095-2103
- Stahl, R. J., M-A. Arnoldo, T. L. Glavin, D. R. Goring, and S. J. Rothstein. 1998. The self-incompatibility in *Brassica* is altered by the transformation of a mutant S locus receptor kinase. *The Plant Cell* 10: 209-218
- Stein, J. C., B. Howlet, D. C. Boyes, M. E. Nasrallah, and J. B. Nasrallah. 1991. Molecular cloning of a putative receptor kinase gene encoded at the self-incompatibility locus of *Brassica oleracea*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88: 8816-8820
- Stone, S. L., M. Arnoldo, and D. R. Goring. 1999. A breakdown of *Brassica* self-incompatibility in ARC1 antisense transgenic plants. *Science* 286: 1729-1731
- Suzuki, G., M. Watanabe, K. Toriyama, A. Isogai, and K. Hinata. 1995. Molecular cloning of members of the S locus multigene family in the self-incompatibility *Brassica campestris* locus. *Plant Cell Physiol.* 36:1273-1280
- Suzuki, G., M. Watanabe, N. Kai, S. Takayama, N. Matsuda, K. Teryama, A. Isogai, and K. Hinata. 1997a. Three members of the S. multigene family are linked in the S locus of *Brassica*. *Mol. Gen. Genet.* 256: 257-264
- Suzuki, G., M. Watanabe, A. Isogai, and K. Hinata. 1997b. Highly conserved 5' flanking regions of 2 S locus self-incompatibility genes SLG9 and SRK9. *Gene* 191: 123-126
- Suzuki, G., N. Kai, T. Hirose, K. Fucui, T. Nishio, S. Takayama, A. Isogai, M. Watanabe, and K. Hinata. 1999. Genomic organization of the S. locus: Identification and characterization of genes in SLG/ SRK region of S⁹ haplotype of *Brassica campestris*. *Genetics.* 153: 391-400
- Suzuki, G., M. Watanabe and T. Nishio. 2000. Physical distances between S- locus in various S haplotypes of *Bsassica rapa* and *B. oleracea* *Theor. Appl. Genet.* 101: 80-85
- Takada, A. Ito, Chie Nonomiya, T. Kakizaki, Y. Takahada, G. Suzuki, K. Hatakeyama, K. Hinata, H. Shiba, S. Takayama, A. Isogai, and M. Watanabe. 2001. Characterization of expressed genes in the SLL2 region of self compatible *Arabidopsis thaliana*. *DNA Reserarch* 8: 215-219
- Takasaki, T., K. Hatakeyama, G. Suzuki, M. Watanabe, A. Isogai, and K. Hinata. 2001. The S receptor kinase determines self-incompatibility in *Brassica* stigma. *Nature* 403: 913-916
- Takayama, S., H. Shiba, M. Iwano, H. Shimosato, F.S. Che, N. Kai, M. Watanabe, G. Suzuki K. Hinata, and A. Isogai. 2000a. The pollen diderminant of self-incompatibility in *Brassica campestris*. *Proc. Natl. Acad. Sci.,* 97: 1920-1925
- Takayama, S., H. Shiba, M. Iwano, K. Asano, M. Hara, M. Watanabe, K. Hinata, and A. Isogai. 2000b. Isolation and Characterization of pollen coat proteins of *Brassica campestris* that interact with S locus-related glycoprotein 1 involved in pollen - stigma adhesion. *Proc. Natl. Acad. Sci.,* 97: 3765-3770
- Takayama, S., H. Shimosato, H. Shiba, M. Funato, F.S. Che, M. Watanabe, M. Iwano, and A. Isogai. 2001. Direct ligand-receptor complex interaction controls *Brassica* self-incompatibility. *Nature* 413: 534-538
- Walker, J. C., and R. Zhang. 1990. Relationships of a putative receptor kinase from Maise to the S locus glycoprotein of *Brassica*. *Nature* 345: 743-746
- Watanabe, M., A. Ito, Y. Takada, Chie Nonomiya, T. Kakizaki, Y. Takahada, K. Hatakeyama, K. Hinata, G. Suzuki, T. Takasaki, Y. Satta, H. Shiba, S. Takayama, and A. Isogai. 2000. Highly divergent sequences of the pollen self-incompatibility (S) gene in class- I S haplotypes of *Brassica campestris* (syn. *Rapa*) L. *FEBS Letters* 473:139-144
- Watanabe, M., K. Hatakeyama, Y. Takada, and K. Hinata. 2001. Molècular aspects of self-incompatibility in *Brassica* species. *Plant Cell Physiol.* 42(6): 560-561
- Zuberi, M. I., and D. Lewis. 1988. Gametophytic - Sporophytic incompatibility in the *Cruciferae* - *Brassica campestris*. *Heredity* 61: 367-377
- Καλτσιός, Π. Ι. 1981. Βελτίωση φυτών. Αρχές και Μέθοδοι Α.Γ.Σ.Α., Αθήνα 448 σελ.
- Ρουπακιάς, Δ. Γ. 1995. Γεωργική Γενετική. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις- Σημειώσεις. Εργ. Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ. 210 σελ.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά ινών βαμβακιού που επηρεάζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος

Ελένη Ι. Τσαλίκη¹, Ουρανία Ε. Κεχαγιά¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή αναλύονται διεξοδικά τα χαρακτηριστικά των ινών βαμβακιού με ιδιαίτερη σημασία για την κλωστοϋφαντουργία. Ο τρόπος έκπτυξης των ινών, η μετέπειτα ανάπτυξη τους καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραπάνω διαδικασία διαμορφώνουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Οι ίνες προέρχονται από τα επιδερμικά κύτταρα του σπόρου που διαφοροποιούνται μετά τη γονιμοποίηση, ακολουθεί ταχεία αύξηση του μήκους, εναπόθεση δευτερογενούς τοιχώματος και τελικά η ωρίμανση τους. Η ποιότητα του βαμβακιού καθορίζεται βασικά από γενετικούς παράγοντες (ποικιλία), η τελική της όμως διαμόρφωση είναι αποτέλεσμα των επιδράσεων του περιβάλλοντος, των μεταχειρίσεων στο χωράφι και των συνθηκών συγκομιδής και εκκόκκισης. Χαρακτηριστικά ινών που σχετίζονται με το μήκος, την περίμετρο και την αντοχή της ίνας εξαρτώνται κυρίως από την ποικιλία αλλά σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση περιβάλλοντος – ποικιλίας. Επίσης η αντοχή ινών έχει άμεση σχέση με στοιχεία της εσωτερικής δομής της ίνας. Το micropaire διαμορφώνεται από την αλληλεπίδραση γενότυπου – περιβάλλοντος ενώ η ωριμότητα ινών εξαρτάται άμεσα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η λεπτότητα των ινών επηρεάζει τη λεπτότητα και αντοχή των νημάτων ενώ η ωριμότητα την απορρόφηση βαφής. Εξελιξίσεις στον τρόπο μέτρησης των χαρακτηριστικών αυτών με νέα πολυόργανα, επιτρέπουν την αντικειμενική αξιολόγηση των προαναφερομένων ποιοτικών χαρακτηριστικών των ινών όπως επίσης και άλλων χαρακτηριστικών (κόμπων, κομματιών περισπερμίου, ξένων υλών, κ.α) που επηρεάζουν σημαντικά τόσο τη νηματοποιητική διαδικασία όσο και την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Λέξεις κλειδιά: ποιότητα βαμβακιού, μήκος ίνας, ομοιομορφία ίνας, λεπτότητα, ωριμότητα, αντοχή ινών

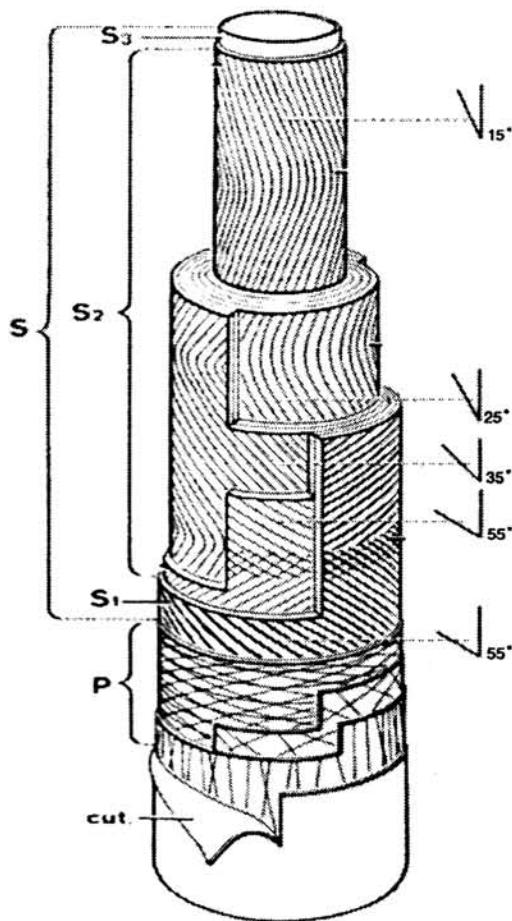
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποιότητα του βαμβακιού καθορίζεται βασικά από γενετικούς παράγοντες (ποικιλία), η τελική της όμως διαμόρφωση είναι αποτέλεσμα των επιδράσεων του περιβάλλοντος, των μεταχειρίσεων στο χωράφι και των συνθηκών συγκομιδής και εκκόκκισης. Ο όρος ποιότητα ωστόσο έχει διαφορετική σημασία και βαρύτητα για κάθε έναν που εμπλέκεται στο κύκλωμα του βαμβακιού. Οι παραγωγοί λόγω του υφιστάμενου καθεστώτος κοινοτικών ενισχύσεων ενδιαφέρονται για μεγιστοποίηση των αποδόσεων και παραβλέπουν την ποιότητα. Οι έμποροι ενδιαφέρονται για το μήκος, το κυτίο που αναλύεται σε εμφάνιση, χρώμα, ξένες ύλες και επίσης για το micropaire, γιατί αυτά τα χαρακτηριστικά καθορίζουν την εμπορική αξία του προϊόντος. Οι κλωστοϋφαντουργοί που επεξεργάζονται την πρώτη ύλη για την παραγωγή νημάτων και υφασμάτων, ενδιαφέρονται για τα χαρακτηριστικά των ινών που επηρεάζουν την κλώση και την ποιότητα του τελικού προϊόντος (νήματα, υφάσματα). Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι το μήκος και η ομοιομορφία του, η λεπτότητα, η ωριμότητα, η αντοχή, η επιμήκυνση, το ποσοστό κοντών ινών, οι κόμποι, το χρώμα και οι ξένες ύλες. Στην παρούσα εργασία ανασκόπησης αναφέρεται ο τρόπος διαμόρφωσης των χαρακτηριστικών αυτών, οι μέθοδοι μέτρησης τους, η σημασία τους για την κλωστοϋφαντουργία καθώς και η επίδραση τους στην ποιότητα του παραγομένου προϊόντος.

Μορφολογία και χημική σύσταση ινών

Η ίνα βαμβακιού αποτελείται από ένα και μοναδικό κύτταρο που προέρχεται από τα επιδερμικά κύτταρα του σπόρου. Η διαφοροποίηση των κυττάρων, για τη μετατροπή τους σε ίνες, αρχίζει με τη γονιμοποίηση του

¹ ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών, Σίνδος, Θεσσαλονίκη, 57400, Τηλ: 2310-796512, Φαξ: 2310-796513, e-mail: ok31944@compulink.gr



Σχήμα 1. Δομή ίνας βαμβακιού Cut: εξωτερικό κηρώδες τμήμα, P: πρωτογενές τοίχωμα, S: δευτερογενές τοίχωμα (Waterkeyn, 1985).

Figure 1. Cotton fiber structure. Cut: cuticle, P: primary wall, S: secondary wall

καθορίζει την κλωσιμότητα των ινών. Σχετικά γονίδια υπάρχουν μόνο στα καλλιεργούμενα είδη βαμβακιού.

Τα επιφανειακά κύτταρα του σπόρου μπορεί επίσης να εξελιχθούν σε ινίδια ή χνούδι (fuzz or linters) με τελείως διαφορετική μορφολογία και συγκεκριμένα μεγαλύτερη διάμετρο, μικρότερο μήκος χωρίς στρίψεις. Η εξέταση τους στο μικροσκόπιο αποκαλύπτει και άλλες διαφορές κυρίως όμως τον ατροφικό τους πυρήνα (Kechagia, 1977, Delange, 1986).

Η ίνα βαμβακιού αποτελείται από τέσσερα μέρη όπως φαίνεται στο σχήμα 1 (Waterkeyn, 1985).

α. Το εξωτερικό τμήμα (cuticle) που αποτελείται από κηρώδη συστατικά, πηκτίνες και λίπη, είναι αδιάβροχο και προστατεύει τα υπόλοιπα τμήματα της ίνας.

β. Το πρωτογενές τοίχωμα (P) με πάχος περίπου 0,2μ (0,0002mm) και βάρος περίπου το 5% του βάρους της ίνας, που αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη, περιέχει όμως και σημαντικές ποσότητες μη κυτταρινούχων συστατικών (Nevell, 1986).

γ. Το δευτερογενές τοίχωμα (S) σχηματίζεται μετά την 25-30^η ημέρα και αποτελείται από αλλεπάλληλα στρώματα καθαρής κυτταρίνης που εναποτίθενται ελικοειδώς στο εσωτερικό της ίνας σχηματίζοντας διάφορες γωνίες με τον κατακόρυφο άξονα, οι οποίες προοδευτικά μικραίνουν.

δ. Το εσωτερικό κενό (lumen) που χρησιμεύει για την κυκλοφορία των χυμών και των θρεπτικών ουσιών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της ίνας και η τελική διάμετρος του ποικίλει ανάλογα με τη πάχυνση της ίνας. Μετά το άνοιγμα των καρυδιών και την εξάτμιση της υγρασίας της ίνας, το βάρος του μειώνεται στο 10% και περιέχει μόνο τα υπολείμματα του πρωτοπλάσματος.

άνθους υπό την επίδραση διαφόρων ορμονών, όπως η γιβερελίνη και η αυξίνη (Kosmidou, 1976) και η διαδικασία αυτή διαρκεί 5-10 ημέρες ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Τα κύτταρα που θα μετατραπούν σε ίνες σχηματίζουν μια προεξοχή στο εξωτερικό τους τοίχωμα στην οποία μεταφέρεται ο πυρήνας τους. Τις επόμενες ημέρες τα κύτταρα που έχουν διαφοροποιηθεί, αυξάνονται με ταχύτερους ρυθμούς και μετά από 3-4 ημέρες, σταματά η αύξηση του πλάτους τους και συνεχίζεται η επιμήκυνση για 20-25 ημέρες, οπότε οι ίνες αποκτούν το τελικό τους μήκος. Το μήκος αυτό μπορεί να είναι 1000-3000 φορές μεγαλύτερο από την διάμετρο και να φτάνει και τα 50 χιλιοστά (Χριστίδης, 1965). Μετά τη φάση της επιμήκυνσης αρχίζει η φάση της δευτερογενούς πάχυνσης κατά την οποία αλλεπάλληλα στρώματα καθαρής κυτταρίνης εναποτίθενται στο εσωτερικό της ίνας δημιουργώντας μια σειρά από ομόκεντρους δακτυλίους (Σχήμα 1). Η φάση αυτή διαρκεί επίσης 25-30 ημέρες ανάλογα με το είδος και την ποικιλία του βαμβακιού και στο διάστημα αυτό διαμορφώνεται και η τελική διάμετρος των ινών. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος έχουν σημαντική επίδραση στην παραπάνω διαδικασία και το πάχος των δακτυλίων εξαρτάται από τη διαδοχή ημέρας-νύχτας και τις θερμοκρασίες που επικρατούν.

Μετά τη δευτερογενή πάχυνση αρχίζει η φάση του ανοίγματος των καρυδιών του βαμβακιού κατά την οποία τα καρπόφυλλα σχίζονται κατά μήκος, οι ίνες εκτίθενται στον αέρα και εξατμίζεται η υγρασία τους. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αλλάζει το σχήμα των ινών και από σφαιρικό να γίνεται πεπλατυσμένο και συγχρόνως να δημιουργούνται σε κανονικές αποστάσεις στρίψεις (convolutions) σε όλο το μήκος των ινών. Η ύπαρξη και η συχνότητα των στρίψεων ελέγχεται από γενετικούς παράγοντες και

Η ίνα του βαμβακιού είναι κατά 95% καθαρή κυτταρίνη και αποτελείται από μόρια β-D γλυκόζης που συγκροτούνται μεταξύ τους με β-1,4 γλυκοζιτικούς δεσμούς. Ο αριθμός και η διάταξη τους ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και το είδος (Wakelyn *et al.*, 1998 and Moharir, 2000).

Μήκος ίνας και ομοιομορφία μήκους

Για πολλά χρόνια η εμπορική και η κλωστική αξία του προϊόντος ήταν συνάρτηση του μήκους των ινών και της κατανομής του, διότι αφ' ενός είναι εύκολο να μετρηθεί ακόμη και χωρίς όργανα και αφ' ετέρου επιδρά τόσο στη διαδικασία κλώσης όσο και στο τελικό προϊόν. Η ρύθμιση των μηχανών κλώσης βασίζεται αποκλειστικά στα χαρακτηριστικά του μήκους, το οποίο επιπλέον καθορίζει τη λεπτότητα (No), την εμφάνιση και την αντοχή του νήματος που θα παραχθεί και κατ' επέκταση την ποιότητα των παραγομένων υφασμάτων (ICAC, 2000).

Το μήκος είναι γενετικό χαρακτηριστικό που ελέγχεται από πολλά γονίδια ωστόσο επηρεάζεται σημαντικά και από παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως τη θερμοκρασία (ημερήσια και νυκτερινή), την εδαφική υγρασία και τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θρέψη του φυτού (Basra and Saha, 1999).

Το μήκος είναι πολύ εμφανές χαρακτηριστικό και δεδομένης της σημασίας του προτάθηκαν κατά καιρούς διάφοροι τρόποι μέτρησης, οι οποίοι χωρίζονται σε εμπορικούς και εργαστηριακούς.

Το μήκος ταξινομού είναι ο παλαιότερος εμπορικός τρόπος μέτρησης του μήκους, που γίνεται με το χέρι και το μάτι, ενώ ένας ενδιάμεσος και πιο αντικειμενικός τρόπος μέτρησης είναι τα διαγράμματα ινών (argay method) (ASTM D-1440-90), που επιτρέπουν τον υπολογισμό του μήκους και διαφόρων παραμέτρων του. Επίσης χρησιμεύουν στη ρύθμιση των μηχανών κλώσης, απαιτούν όμως για να κατασκευαστούν πολύ χρόνο και μεγάλη εμπειρία (Lord, 1961).

Σημαντική εξέλιξη στην αντικειμενική μέτρηση του μήκους των ινών αποτέλεσε η χρήση του ινογράφου, ο οποίος επιτρέπει την ηλεκτρονική απεικόνιση δέσμης ινών και δίνει το μήκος τους για προκαθορισμένες συχνότητες. Συνήθως μετράται το 50% και το ανώτερο 2,5% του πληθυσμού των ινών (ASTM D-1447-89, Chu and Riley, 1997), δηλ. αν μετρηθούν 2000 ίνες το μήκος των 1000 ινών αποτελεί το μήκος 50% και το μήκος των μακρύτερων 50 ινών αποτελεί το μήκος 2,5%.

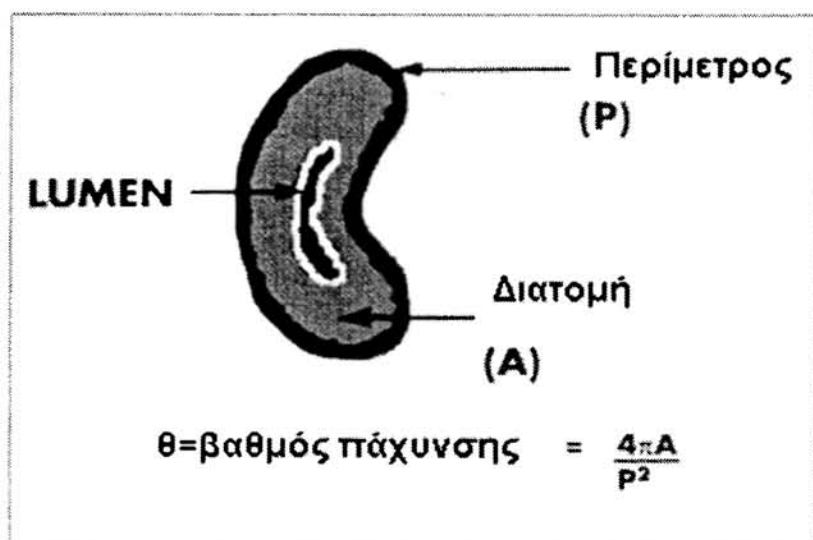
Στην ίδια αρχή στηρίζεται και η μέτρηση του μήκους με το High Volume Instrument (HVI) (ASTM D-4604-95) το οποίο πρωτοχρησιμοποιήθηκε στην Αμερική το 1969 για την ταξινόμηση δεμάτων βαμβακιού. Σήμερα το όργανο αυτό χρησιμοποιείται ευρύτατα για την αξιολόγηση του βαμβακιού και σύμφωνα με τους Kechagia and Xanthopoulos (1996), οι μετρήσεις του, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από γενετιστές για την αποτελεσματική αξιολόγηση νέου γενετικού υλικού.

Σχετικά πρόσφατη εξέλιξη στην εκτίμηση διαφόρων χαρακτηριστικών των ινών είναι η χρήση του Advanced Fiber Information System (AFIS) το οποίο μετρά διάφορες παραμέτρους ποιότητας των ινών (Zellweger Uster, 1995). Στηρίζεται στη μέτρηση των χαρακτηριστικών κάθε ίνας χωριστά και δίνει ένα διάγραμμα ινών από το οποίο υπολογίζονται διάφορες παράμετροι του μήκους. Σημαντικό χαρακτηριστικό που μετράται είναι κυρίως οι κοντές ίνες (short fiber) δηλ. αυτές που το μήκος τους είναι μικρότερο από 12,7 χιλιοστά. Η μέτρηση των κοντών ινών είναι απαραίτητη διότι δημιουργούν προβλήματα στην κλώση και ατέλειες στο νήμα.

Οι Smith and Williams (1995) αναφέρουν υψηλή συσχέτιση ($r^2 > 0,98$) των μετρήσεων μήκους με το HVI και με το AFIS αφ' ενός και με τα διαγράμματα αφετέρου, γεγονός που καθιστά αξιόπιστη την ταχεία και ακριβή αξιολόγηση της ποιότητας βαμβακιού με τη χρησιμοποίηση των πολυοργάνων HVI και AFIS.

Σημαντική παράμετρος του μήκους που χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά του στην κλώση είναι η ομοιομορφία. Η ομοιομορφία του μήκους αναφέρεται στη σχέση του μέσου μήκους προς το ανώτερο μήκος με οποιονδήποτε τρόπο και αν έχει μετρηθεί. Υψηλή ομοιομορφία δε σημαίνει ότι και το συγκεκριμένο βαμβάκι είναι καλύτερο, αυτό εξαρτάται από την τελική χρήση δηλ. σε νήματα πενιέ έχει μεγαλύτερη σημασία το ανώτερο μήκος ενώ σε πιο χαμηλές ποιότητες (καρντέ) η τιμή της ομοιομορφίας έχει μεγαλύτερη σημασία.

Γενικά το μήκος των ινών βαμβακιού είναι ένα από τα χαρακτηριστικά που αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας εδώ και δεκαετίες και οι γνώσεις των κλωστοϋφαντουργιών είναι σε σχετικά καλό επίπεδο ώστε να ρυθμίζουν τις μηχανές κλώσης και να καθορίζουν με ακρίβεια τη λεπτότητα (νούμερο) του νήματος που θα παραχθεί. Η σωστή ρύθμιση των μηχανών κλώσης καθορίζει την ποιότητα του νήματος γιατί ατελής ρύθμιση έχει ως αποτέλεσμα τη διακύμανση στη λεπτότητα του νήματος και οι διαφορές αυτές προκαλούν διχρωμία στο τελικό προϊόν (ICAC, 2000).



Σχήμα 2. Απεικόνιση διατομής της ίνας βαμβακιού (Lord, 1961).
Figure 2. Cross-section of cotton fiber

γενούς τοιχώματος και εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Κάθε παράγοντας που επηρεάζει τη θρέψη του φυτού επιδρά άμεσα στην εναπόθεση κυτταρίνης και στη δημιουργία του δευτερογενούς τοιχώματος. Ξηρασία και χαμηλές θερμοκρασίες επιβραδύνουν την εναπόθεση δευτερογενούς τοιχώματος, ενώ υψηλότερες θερμοκρασίες μέχρι 30-32°C οδηγούν στη δημιουργία παχύτερων τοιχωμάτων εφόσον φυσικά το φυτό έχει στη διάθεση του νερό και τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία (Bradow *et al.*, 1996, Bradow and Bauer, 1997). Ο βαθμός ανάπτυξης του δευτερογενούς τοιχώματος δίνεται με το βαθμό πάχυνσης (θ) (degree of thickening) (Σχήμα 2) (Lord, 1961).

Ο προσδιορισμός και της λεπτότητας και της ωριμότητας είναι πολύ σημαντικός διότι η λεπτότητα της ίνας επηρεάζει άμεσα τη λεπτότητα, την αντοχή και τη γυαλάδα του νήματος, η δε ωριμότητα επηρεάζει την αντοχή, την ομοιομορφία (thin-thick places) και την συμπεριφορά του νήματος στις χημικές διεργασίες (βαφή, μερσερισμός κ.λ.π.). Πολλά από τα προβλήματα της κλωστοϋφαντουργίας προέρχονται από ανάμιξη βαμβακιών με διαφορετική λεπτότητα ή ωριμότητα ή και τα δύο (Williams and Yankey, 1996).

Οι διαφορές ως προς τη λεπτότητα εκφράζονται με διαφορετική ανάκλαση του φωτός και ως προς την ωριμότητα με διαφορετική απορρόφηση στη βαφή, με αποτέλεσμα και στις δύο περιπτώσεις διχρωμία στο νήμα ή το ύφασμα. Η απορρόφηση της βαφής είναι ευθέως ανάλογη με την ανάπτυξη του δευτερογενούς τοιχώματος. Ίνες χωρίς καθόλου δευτερογενή πάχυνση δεν απορροφούν τη βαφή και εμφανίζονται στο ύφασμα σαν λευκές κηλίδες (white specks) (Yankey, 1997).

Οι μέθοδοι εκτίμησης της λεπτότητας και ωριμότητας διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες και αφορούν είτε και τα δύο χαρακτηριστικά μαζί (παλιότερες) ή κάθε ένα ξεχωριστά (νεώτερες).

Η εκτίμηση της λεπτότητας με τις παλιότερες μεθόδους στηρίζεται στη μέτρηση του βάρους της ίνας στη μονάδα μήκους (gravimetric fineness) και της ωριμότητας, στη μικροσκοπική εξέταση των ινών μετά από διόγκωση με 18% NaOH (ASTM D 1442-93). Η κατάταξη των ινών γίνεται είτε με το αγγλικό σύστημα (ώριμες, ανώριμες) είτε με το αμερικανικό σύστημα (ώριμες, μέσης ωριμότητας, ανώριμες). Οι μέθοδοι αυτές απαιτούν πολύ χρόνο για αυτό και χρησιμοποιούνται πλέον ως μέθοδοι αναφοράς για τους έμμεσους τρόπους μέτρησης (Raes and Verscraege, 1981).

Στις έμμεσες μετρήσεις η εκτίμηση διακρίνεται, με βάση: α. τη διαπερατότητα στον αέρα, β. την απορρόφηση βαφής, γ. την οπτική ανάλυση.

Στην διαπερατότητα στον αέρα στηρίζονται τα όργανα micronaire και Fineness and Maturity Tester (FMT). Το micronaire, χρησιμοποιείται ευρύτατα από το 1946 για εκτίμηση της λεπτότητας και ωριμότητας και αντιστοιχεί στην αντίσταση που προβάλλει στη ροή αέρα συγκεκριμένης πίεσης, δείγμα βαμβακιού ορισμένου βάρους, το οποίο πιέζεται σε χώρο σταθερών διαστάσεων (ASTM D 1448-90, Hear, 2000). Στο πολυόργανο HVI μετράται επίσης η τιμή micronaire βάσει της ίδιας αρχής αλλά και στα δύο όργανα για την εκτίμηση της ωριμότητας είναι

Λεπτότητα και ωριμότητα ινών

Η λεπτότητα του βαμβακιού μπορεί να οριστεί είτε ως μάζα ανά μονάδα μήκους της ίνας (gravimetric fineness) είτε ως βιολογική λεπτότητα (biological fineness) που αναφέρεται στις διαστάσεις της ίνας και κυρίως την περίμετρό της. Η μονάδα μέτρησης της λεπτότητας είναι το millitex (mTex) και δηλώνει το βάρος σε mg 1000 μέτρων ινών. Η βιολογική λεπτότητα είναι γενετικό χαρακτηριστικό κάθε ποικιλίας και ορίζεται ως η περίμετρος της διατομής της ίνας με μονάδα μέτρησης τα μm και είναι χαρακτηριστικό που παραμένει σταθερό μέσα στην ποικιλία (Ramey, 1981).

Η ωριμότητα των ινών βαμβακιού αναφέρεται στην ανάπτυξη του δευτερο-

απαραίτητο να είναι γνωστή η βιολογική λεπτότητα. Η μέτρηση του micronaire αποτελεί ένδειξη ωριμότητας μόνο στην ίδια ποικιλία και η ανάμιξη παρτίδων βαμβακιού με το ίδιο micronaire προφυλάσσει από προβλήματα διχρωμίας στο τελικό προϊόν, μόνο όταν είναι γνωστή και η λεπτότητα (Yankey, 1997). Η τιμή micronaire αν και βασίζεται σε έμμεση μέθοδο μέτρησης, έχει πολύ μεγάλη σημασία για την βιομηχανία όπου βρίσκει άμεση πρακτική εφαρμογή και δεν μπόρεσε να αντικατασταθεί από κανέναν άλλο τρόπο μέτρησης.

Μεταγενέστερο όργανο που μετράει χωριστά τη λεπτότητα και ωριμότητα είναι το IIC Shirley Fineness and Maturity Tester (FMT) που στηρίζεται επίσης στη διαπερατότητα του αέρα από μια συγκεκριμένη ποσότητα ινών σε δύο διαφορετικά στάδια συμπίεσης (ASTM D 3818-92). Αρχικά μετράται η πτώση πίεσης σε ροή αέρα 4,0 L/min (P_1) και μετά με ροή αέρα 1,0 L/min (P_H). Η ωριμότητα, η λεπτότητα και η αναλογία ώριμων ινών προσδιορίζονται βάσει εξισώσεων.

Άλλοι τρόποι έμμεσης μέτρησης της ωριμότητας στηρίζονται στην απορρόφηση διαφόρων χρωστικών (ASTM 1464-90) και παρατήρηση του χρώματος ή με τέρστ φυγοκέντρησης, όπου ίνες διαβρέχονται από κάποιο χημικό διάλυμα και η ποσότητα διαλύματος που απορροφούν προσδιορίζεται με φυγοκέντρηση (Smith, 1991). Χρησιμοποιώντας λουτρό κόκκινης και πράσινης χρωστικής, οι ώριμες ίνες βάφονται κόκκινες ενώ οι ανώριμες βάφονται πράσινες (Lord, 1981).

Νεώτεροι τρόποι μέτρησης της λεπτότητας και ωριμότητας, στηρίζονται στην προβολή μέσω μικροσκοπίου των διαστάσεων των ινών και αντίστοιχη μέτρηση τους (Image analysis) (Schneider *et al.*, 2000 και Thibodeux *et al.*, 2000).

Με το AFIS, που αποτελεί τη νεώτερη εξέλιξη στην εκτίμηση των χαρακτηριστικών των ινών βαμβακιού, δίνονται πληροφορίες άμεσες και σχετικά ακριβείς, για τη λεπτότητα και ωριμότητα. Η μέτρηση με το AFIS στηρίζεται στο φως που ανακλά κάθε ίνα και μετρούνται όλες οι διαστάσεις της δηλ. η περίμετρος, η διατομή, η λεπτότητα, η ωριμότητα ενώ συγχρόνως υπολογίζεται και το ποσοστό ανώριμων ινών (Williams and Yankey, 1996, Gordon *et al.*, 1997).

Αντοχή ινών

Η αντοχή των ινών βαμβακιού είναι βασικά γενετικός χαρακτήρας που καθορίζεται από την κρυσταλλικότητα της κυτταρίνης και την δομή της (Hsieh, 1999) επηρεάζεται όμως σε μεγάλο βαθμό από την ωριμότητα (May, 1999) και κατά συνέπεια από το περιβάλλον (Bradow and Johnson, 2001). Συγκεκριμένα οι απόλυτες θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τη δευτερογενή πάχυνση, όσο και η σχέση των θερμοκρασιών ημέρας – νύχτας επηρεάζουν άμεσα την αντοχή.

Η αντοχή των ινών επηρεάζει την αντοχή του νήματος και για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τρόποι μέτρησης της. Τα όργανα Pressley και στελόμετρο (stelometer) στηρίζονται στην αρχή της μέτρησης του βάρους που χρειάζεται για να σπάσει μια δέσμη ινών καθορισμένου μήκους (ASTM D 1445-95). Το βάρος μετρημένο σε lb προς το βάρος των ινών σε mg μας εκφράζει την αντοχή. Η ύπαρξη απόστασης ανάμεσα στις σιαγόνες που κρατούν το δείγμα στο στελόμετρο, μας δίνει επιπλέον την επιμήκυνση της ίνας. Και οι δύο μέθοδοι δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, απαιτούν όμως εμπειρία του χρήστη και είναι χρονοβόρες (Bragg, 2000).

Με το HVI που αποτελεί τη νεώτερη εξέλιξη στον προσδιορισμό της αντοχής, οι μετρήσεις σε g/tex, γίνονται στο ίδιο δείγμα που μετράται το μήκος ενώ συγχρόνως μετράται και η % επιμήκυνση των ινών του βαμβακιού, ιδιότητα που περιγράφει την κλωσιμότητα του βαμβακιού (ASTM D 4604-95). Για τη μέτρηση της αντοχής πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη η ωριμότητα διότι εκτίμηση της αντοχής σε ανώριμες ίνες δίνει λάθος αποτελέσματα που οδηγούν και σε λάθος εκτιμήσεις.

Με το pressley ανιχνεύονται πολύ μικρές διαφορές στην αντοχή και η διακύμανση των τιμών του είναι σχετικά μικρή για αυτό και χρησιμοποιείται από τους γενετιστές (Howel *et al.*, 1995, Xanthopoulos and Kechagia, 1998). Οι τιμές που δίνει όμως το HVI έχουν άμεση συνάρτηση με την αντοχή των παραγόμενων νημάτων και βρίσκει εφαρμογή στη βιομηχανία (ICAC, 2002).

Η επιμήκυνση είναι εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό γιατί είναι επιθυμητός ο άριστος συνδυασμός αντοχής και επιμήκυνσης ώστε να ελέγχεται η συμπεριφορά στην κλώση. Η αντοχή των ινών επηρεάζει την αντοχή του νήματος ενώ η επιμήκυνση τη συμπεριφορά του στην κλώση. Σύμφωνα με τον Bragg (2000), αύξηση στην αντοχή των ινών βαμβακιού κατά 2 g/tex αυξάνει την αντοχή του τελικού νήματος κατά 1 g/tex εφόσον φυσικά

Άλλα χαρακτηριστικά ινών

Άλλες παράμετροι του βαμβακιού με ιδιαίτερη επίδραση στην ποιότητα του τελικού προοόντος είναι τα κομπάκια (peps), τα κομμάτια περισπερμίου (seed coat peps), το χρώμα του βαμβακιού και οι ξένες ύλες.

Τα κομπάκια προέρχονται κυρίως από την ποικιλία και η μη σωστή ρύθμιση των μηχανημάτων κλώσης επιτείνει το πρόβλημα αυτό (Baldwin et al., 1995). Ανώριμες ίνες αυξάνουν τον αριθμό κόμπων (Kechagia and Xanthopoulos, 1998) ενώ ποικιλίες με εύθραστο περισπέρμιο αυξάνουν τον αριθμό των κομματιών περισπερμίου, που δύσκολα απομακρύνονται κατά την κλώση.

Τόσο τα κομπάκια όσο και τα κομμάτια περισπερμίου επηρεάζουν την ομοιομορφία του νήματος (thick-thin places and peps) και είναι ανεπιθύμητα γιατί είναι εμφανή στο τελικό προϊόν (Vershraege and Kechagia, 1992). Ικανοποιητική μέτρηση του αριθμού τόσο των κόμπων όσο και των κομματιών του περισπερμίου μπορεί να γίνει άμεσα με το AFIS (ASTM D 5866-95).

Οι ξένες ύλες, που ανάλογα με το μέγεθος τους χαρακτηρίζονται ως σκόνη ή σκουπίδια, προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο συγκομιδής και σε μικρότερο από την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Ως σκόνη ορίζονται τα σωματίδια με μέγεθος μικρότερο από 500μm, ενώ ως σκουπίδια θεωρούνται τα σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από 500μm. Αποτελούνται συνήθως από κομμάτια φύλλων, καρπόφυλλων ή σπόρων και απομακρύνονται σε μεγάλο βαθμό κατά την εκκόκκιση, η πλήρης απομάκρυνση τους όμως αυξάνει το κόστος επεξεργασίας (Bradow and Davidonis, 2000). Η μέτρηση όλων αυτών των χαρακτηριστικών με το AFIS δίνει εξαιρετικά χρήσιμα στοιχεία στην κλωστούφαντουργία και επιτρέπει την παραγωγή υψηλής ποιότητας τελικού προϊόντος (Davidonis et al., 1995).

Το χρώμα του βαμβακιού είναι συνάρτηση της ποικιλίας και του περιβάλλοντος και επηρεάζει άμεσα την ποιότητα του βαμβακιού. Ο προσδιορισμός του χρώματος στο βαμβάκι γίνεται είτε με το χρωματόμετρο Nickerson-Hunter είτε με το HVI στο οποίο έχει ενσωματωθεί το προηγούμενο χρωματόμετρο. Το χρωματόμετρο δίνει την τιμή λαμπρότητας (βαθμός ανάκλασης, Rd) και την κιτρινάδα (+b) που καθορίζει τη θέση που τέμνει ο άξονας της λαμπρότητας τον άξονα κίτρινου-μπλέ (yellowness-greyness).

Τα βαμβάκια τύπου Upland όταν είναι ώριμα έχουν υψηλή λαμπρότητα δηλ. τιμές $Rd > 77$, παρατεταμένη όμως παραμονή στο χωράφι (weathering) και βροχές μειώνουν την τιμή λαμπρότητας που μπορεί να πέσει στο 60-65. Συγκομιδή βαμβακιού με υψηλή υγρασία δίνει βαμβάκι γκρι με τιμή $+b < 7,8$ ενώ αποθήκευση υγρού βαμβακιού έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μικροοργανισμών που προκαλούν «άναμμα» του βαμβακιού και αλλοίωση του χρώματος του, που γίνεται κίτρινο με τιμή $+b > 10$, έως και κόκκινο. Εντομολογικές προσβολές προκαλούν κηλίδες στο βαμβάκι διαφορετικής διαβάθμισης (Bradow and Davidonis, 2000).

Μη ελεγχόμενη ανάμιξη βαμβακιών με τιμές Rd και +b που απέχουν σημαντικά μεταξύ τους, δημιουργεί διαφορές στην απόχρωση των τελικών προϊόντων τόσο πριν όσο και μετά τη βαφή, τη χαρακτηριστική διχρωμία. Διχρωμία μπορεί επίσης να εμφανιστεί στο τελικό προϊόν μόνο μετά τη βαφή και τότε οφείλεται σε διαφορές στις τιμές micronaire (Perkins et al., 1984).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας είναι το πρώτο βήμα για την παραγωγή υψηλής ποιότητας βαμβακιού. Η γενετική σύνθεση της ποικιλίας και η φυσιολογική λειτουργία της ανάπτυξης των ινών καθορίζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ινών, προτού ακόμη ανοίξει το καρύδι. Η τελική διαμόρφωση των χαρακτηριστικών των ινών είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης μεταξύ ποικιλίας και περιβάλλοντος. Όταν το καρύδι ανοίγει, το βαμβάκι έχει την υψηλότερη ποιότητα που δεν επιδέχεται περαιτέρω βελτίωση, αντίθετα διαδικασίες όπως η συγκομιδή και η εκκόκκιση μπορούν να την υποβαθμίσουν δραματικά.

Η συστηματική μελέτη και η γνώση της αλληλεπίδρασης των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την ποιότητα, θα συμβάλει στην παραγωγή προϊόντων κλωστούφαντουργίας υψηλής ποιότητας και επομένως αύξηση της αξίας χρήσης τους.

Επιπλέον οι εξελίξεις στην αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των ινών με τη χρήση νέων τεχνολογιών και οργάνων όπως το HVI και το AFIS επιτρέπουν την ταχεία και αντικειμενική αξιολόγηση του συνόλου σχεδόν των ποιοτικών χαρακτηριστικών και συνεπώς την καλύτερη αξιοποίηση του προϊόντος και την αύξηση της εμπορικότητας του αξίας.

Cotton fiber quality characteristics affecting the quality of the final product**E.I.Tsaliki¹, U.E. Kechagia¹****ABSTRACT**

In the present paper, cotton fiber quality characteristics with high significance for the textile industry, are extensively analyzed. Fiber initiation and evolution as well as factors affecting the procedure are designating the quality of the final product. Cotton fibers are outgrowths of the epidermal cells of cotton ovule that differentiate after fertilization followed by elongation, secondary wall thickening and maturation. Cotton fiber quality characteristics are determined by inherent factors while their final expression is the result of climatic conditions, field treatments as well as harvesting and ginning practices. Fiber characters such as length, perimeter and strength depend mainly on the variety, nevertheless interaction with environment is of equal importance. Fiber strength is directly linked to internal fiber structure. The micronaire is the result of variety – environment interaction, while maturity is affected mainly by the latter. Fiber fineness is directly affecting yarn fineness and strength while fiber maturity the dye absorption. Recent developments in the measurement of the above characteristics permit their objective evaluation as well as the evaluation of additional characteristics such as neps, seed coat neps and foreign matter, with significant importance on spinning process and final yarn quality.

Key words: cotton fiber quality, fiber length and uniformity, fiber fineness and maturity, fiber strength

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ASTM D 1440-90. Standard test method for length and length distribution of cotton fibers (array method). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.357-362.
- ASTM D 1442-93. Standard method for maturity of cotton fibers (sodium hydroxide swelling and polarized light procedures). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.366-371.
- ASTM D 1445-95. Standard test method for breaking strength and elongation of cotton fibers (flat bundle method). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.372-379.
- ASTM D 1447-89. Standard test method for length and length uniformity of cotton fibers by fibrograph measurement. Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.380-384.
- ASTM D 1448-90. Standard method for micronaire reading of cotton fibers. Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.385-387.
- ASTM D 1464-90. Standard test method for differential dyeing behavior of cotton. Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp. 388-389.
- ASTM D 3818-92. Standard method for linear density and maturity index of cotton fibers (IIC- Shirley Fineness/ Maturity Tester). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.02.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp. 127-130.
- ASTM D 4604-95. Standard test methods for measurement of cotton fibers by High Volume Instruments (HVI) (Motion control fiber information system) Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.02.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp. 451- 461.
- ASTM D 5866-95. Standard test method for neps in cotton fibers (AFIS-N Instrument). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.02.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp. 883-884.
- Baldwin, J.C., Qaud M. and Schleth A.C. 1995. AFIS seed coat nep measurement. In: D.A. Richter and J.

¹ NAGREF, Cotton and Industrial Plants Institute, 57400 Sindos, Thessaloniki, Greece, e-mail: ok31944@compulink.gr

- Armour (eds) Proceedings of Beltwide Cotton conference. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 1250-1253.
- Basra, A.S. and Saha S. 1999. Growth regulation of cotton fibers. In: A.S. Basra (ed) Cotton fibers: Developmental biology, quality improvement and textile processing. Haworth Press Inc. New York. pp. 47-63.
- Bradow J.M., Sassenrath-Cole, C.F., Hinojosa, O. and Wartelle L.H. 1996. Cotton fiber physical and physiological maturity variation in response to genotype and environment. In: Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council. Memphis, TN. Vol. 2. pp. 1251-1254.
- Bradow J.M. and Bauer P.J. 1997. How variety and weather determine yarn properties and dye uptake. In: D.A. Richter (ed) Proceedings of Beltwide Cotton conference. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 560-564.
- Bradow, J.M. and Davidonis G.H. 2000. Quantitation of fiber quality and the cotton production-processing interface: a physiologist's perspective. *Journal of Cotton Science*. 4, 34-64.
- Bradow, J.M. and Johnson, R.M. 2001. Variation in fiber micronaire, strength and length. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 1250-1251.
- Bragg, C.K. 2000. An overview of fibre strength measurements. Proceedings of 25th International Cotton Conference, Bremen. pp. 129-140.
- Chu, Y.T. and Riley, Jr. C.R. 1997. New interpretation of the fibrograph. *Textile Research Journal*. 67(12), 897-901.
- Davidonis, G., Webb, J., May, S. and Hinojosa, O. 1995. Monitoring fiber quality during the ginning process using AFIS. In: D.A. Richter and J. Armour (eds) Proceedings of Beltwide Cotton conference. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 1237-1239.
- Delanghe, E.A.L. 1986. Lint development. In: J.R. Mauney and J. McD Stewart (eds). Cotton physiology. The Cotton Foundation. Memphis, USA. pp. 325-349.
- Gordon S.T., Montalvo jr. J.G., Faught S.E. and Grimball R.T. 1997. Theoretical and experimental profiles of fiber fineness and maturity using the Shirley Micromat and the Zellweger Uster Advanced Fiber Information System Module. *Textile Research Journal*. 67(8), 545-555.
- Heap S.A. 2000. The meaning of micronaire. Proceedings of International Cotton Conference, Bremen. pp.97-113.
- Howel, D.S. Taylor, R.A. and May O.L. 1995. Variability in fiber strength among cotton varieties as estimated by different instruments. In: D.A. Richter and J. Armour (eds) Proceedings of Beltwide Cotton conference. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 483.
- Hsieh, Y.L., 1999. Structural development of cotton fibers and linkages to fiber quality. In: A.S. Basra (ed) Cotton fibers: Developmental biology, quality improvement and textile processing. Haworth Press Inc. New York. pp. 137-165.
- International Cotton Advisory Committee (ICAC). 2000. Fiber length: Achievements and new challenges. Technical Information Section. Vol XVIII (2) pp.3-7.
- International Cotton Advisory Committee (ICAC). 2002. Fiber strength. Technical Information Section. Vol XX (1) pp.13-17.
- Kechagia, U. 1977. Cotton fiber technological characteristics are predetermined by cytological events at anthesis. Doctoral dissertation. State University, Gent Belgium.
- Kechagia, U. and Xanthopoulos, F. 1996. Selection efficiency by HVI and traditional instruments in segregating generations. Proceedings of International committee on cotton testing methods. Bremen. Germany. pp. 1-2.
- Kechagia, U. and Xanthopoulos, F. 1998. Factors affecting neps, dust, trash and total impurities in cotton. Proceedings of International Committee on cotton testing methods, Bremen, Germany. pp. 143-146.
- Kosmidou-Dimitropoulou, K. 1976. Physiological identification of cotton fiber technological characteristics: hormonal action in fiber-initiation and development. Doctoral dissertation. State University, Gent Belgium.
- Lord, E. 1961. The characteristics of raw cotton. In: A.F.W. Coulson M. Tordoff, (eds) Manual of Cotton Spinning. The Textile Institute, Butterworths. Manchester and London.

- Lord, E. 1981. The origin and assessment of cotton fibre maturity. International Institute for Cotton. 2nd edition.
- May, O.L. 1999. Genetic variation in fiber quality. In: A.S. Basra (ed) Cotton fibers: Developmental biology, quality improvement and textile processing. Haworth Press Inc. New York. pp. 183-229.
- Moharir, A.V. 2000. Development and structure-property relations in native cotton fibres. In: V.K. Kothari (ed). Textile Fibres: Development and Innovations. IAFL Publications, India. pp. 680-735.
- Nevell T.P. 1986. Cellulose - its structure and properties. In: C. Preston (ed). The dyeing of cellulose fibres. Dyer's Company Publications Trust. pp. 1-55. W. Yorkshire, UK. pp 1-55.
- Perkins H.H., Ethridge, D.E. and Bragg C.K. 1984. Fiber. In: R.J. Kohel and C.F. Lewis (eds). Cotton. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 437-510.
- Raes G.A.T.J. and Verschraege, L. 1981. A consideration of the real maturity of cotton fibres. Journal of the Textile Institute. 72(5) 191-200.
- Ramey Jr. H.H. 1981. The meaning and assessment of cotton fibre fineness. International Institute of Cotton. UK.
- Scheider T., Rettig D. and Kermann W. 2000. Improving a maturity testing device by the means of an Image Analysis Reference System. Proceedings of Beltwide Cotton Conferences. pp.745-748.
- Smith, B. 1991. A review of the relationship of cotton maturity and dyeability. Textile Research Journal. 137-145.
- Smith, H.R. and Williams, P. 1995. A comparison of AFIS length measurements with other length test instruments on USDA staple standards. In: D.A. Richter and J. Armour (eds) Proceedings of Beltwide Cotton Conferences. National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 1243-1245.
- Thibodeaux D.P., Rajasekaran K., Montalvo jr J.G. and Von Hoven T. 2000. The status of cotton maturity measurements in the new millennium. Proceedings of International Cotton Conference, Bremen. pp.115-128.
- Verschraege, L. and Kechagia U. 1992. Fibre Impurities. In: Proceedings of 2nd consultation meeting of Inter-Regional cooperative research network on cotton. Thessaloniki, Greece. pp. 179-191.
- Wakelyn, P.J., Bertoniere, N.R., Frenceh, A.D., Zeronian, S.H. Nevell, T.P., Thibodeaux, D.P., Blanchard, E.J., Calamari, T.A., Triplett, B.A., Bragg, C.K., Welch, C.M., Timpa, J.D., Goynes, Jr., W.R., Franklin, W.E., Reinhardt, R.M. and Vigo T.L. 1998. Cotton fibers. In: M. Lewin and E.M. Pearce (eds) Handbook of fiber chemistry. Marcel Dekker Inc. pp. 579-705.
- Waterkeyn, L. 1985. Light microscopy of the cotton fibre. In: International Institute of Cotton. Cotton fibres: Their development and properties. International Institute for Cotton, Manchester, UK. pp. 17-20.
- Williams, G.F., Yankey. J.M. 1996. New developments in single fiber fineness & maturity measurements. In: D.J. Herber (Ed) Proceedings of Beltwide Cotton Conferences. National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 1284-1288.
- Xanthopoulos, F. and Kechagia, U. 1998. Selection efficiency for cotton fiber quality in segregating material by different instruments. In: F.M. Gillham (ed) Proceedings of World Cotton Research Conference -2. pp. 169-172.
- Χριστίδης Β. 1965, Το βαμβάκι.
- Yankey, J.M. 1997. The solutions for controlling fabric barre'. In: Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 738-742.
- Zellweger Uster. 1995. Fiber Testing Training Manual. Technical Encyclopedia.