

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 12 - ISSUE I - No 2/2001

ISSN 1105-9478

2/2001

ΤΟΜΟΣ 12
ΣΕΙΡΑ I

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 12 - ISSUE I - No 2/2001

ISSN 1105-9478

2/2001

**ΤΟΜΟΣ 12
ΣΕΙΡΑ Ι**

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ**

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

- Eleftheria Vounouki,
Olga Iakovidou* Young farmer's installation in agriculture. A case study of Pentalofos (Thessaloniki area) 44 - 56
- K. Bladenopoulos,
G. Theoulakis, D. Gogas,
M. Irakli, E. Kartitsi, I. Efstathiou,
Ch. Karamaligas, Th. Adamidis* Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties for grain yield and quality characteristics in various locations 57 - 65
- M. Stefanaki – Nikiforaki* Qualitative and quantitative evaluation of the flora elements in vineyards in the island of Crete 66 -72
- Helen Papoutsis-Costopoulou,
Ch. Caramaligas,
E. Kartitsi, E. Ligos* Productivity, earliness and seed size of new bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties, at four sites 73 - 82
- G. K. Spanomitsios,
G. Paraskevopoulou-Parousi* Strawberry transpiration: comparison of measurements with the output of two mathematical estimation methods 83 - 93
- Irene Tzouramani, Konstadinos Mattas* Efficient investment strategies in Peloponnesus greenhouse enterprises 94 - 101
- Asimakis Psychoudakis,
Eleni Sapidou* Agricultural Land Use in the Environmentally sensitive area of Lake Vegoritis 102 - 112

REVIEW ARTICLES

- Theofylaktos I. Mayropoulos* Saving irrigation water in scarcity of water conditions 113 - 126
- C.P. Pappas, E.C. Pappa* Brief history of the Greek cheese. 127 - 140
- J. T. Tsialtas* Quantification of symbiotic N₂ fixation by plants using ¹⁵N natural abundance ($\delta^{15}\text{N}$) 141 - 152

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>Ελευθερία Βουνούκη, Όλγα Ιακωβίδου</i>	Η εγκατάσταση των νέων στη γεωργία: Η περίπτωση του Πενταλόφου Ν. Θεσ/νίκης	44 - 56
<i>Κ.Μπλαδενόπουλος, Γ.Θεουλάκης, Δ.Γκόγκας, Μ.Ηρακλή, Ε.Καρτίτση, Ι.Ευσταθίου, Χ.Καραμαλίγκας, Θ.Αδαμίδης</i>	Διατοπική αξιολόγηση ως προς την απόδοση σεκαρπό καιποιοτικά γνωρίσματα σε ποικιλίες κριθαριού (<i>Hordeum vulgare</i> L)	57 - 65
<i>Μ. Νικηφοράκη – Στεφανάκη</i>	Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων σε αμπελοφυτείες της νήσου Κρήτης	66 - 72
<i>Ελένη Παπουτσή-Κωστοπούλου, Χαρ. Καραμαλίγκας , Ευαγγελία Καρτίτση, Ευαγ. Λίγκος</i>	Παραγωγικότητα, πρωιμότητα και μέγεθος σπόρου νέων νάνων ποικιλιών κοινού φασολιού (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), σε τέσσερις τοποθεσίες	73 -82
<i>Γ. Κ. Σπανομήτσιος, Γ. Παρασκευοπούλου-Παρούση</i>	Διαπνοή Φράουλας: Σύγκριση των μετρήσεων με τις υπολογισμένες τιμές διαπνοής από την εφαρμογή δύο μαθηματικών μεθόδων	83 - 93
<i>Ειρήνη Τζουραμάνη, Κων/νος Μάττας</i>	Αποτελεσματική επενδυτική στρατηγική στις θερμοκηπιακές επιχειρήσεις της Πελοποννήσου	94 - 101
<i>Ασημάκης. Ψυχουδάκης, Ελένη Σαπαλίδου</i>	Αναδιάρθρωση των καλλιεργειών στην οικολογικά ευαίσθητη περιοχή της λίμνης Βεγορίτιδας (Εφαρμογή Multiobjective και Goal Programming)	102 - 112

ΑΡΘΡΟ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

<i>Θ. Ι. Μαυρόπουλος</i>	Εξοικονόμηση νερού για άρδευση σε συνθήκες λειψυδρίας	113 - 126
<i>Χριστ. Π. Παππάς, Ελ. Χρ. Παππά</i>	Συνοπτική ιστορία του ελληνικού τυριού	127 - 140
<i>Ιωάννης Θ. Τσιάλτας</i>	Προσδιορισμός της συμβιωτικής αζωτοδέσμευσης των φυτών με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$)	141 - 152

Η εγκατάσταση των νέων στη γεωργία: Η περίπτωση του Πενταλόφου Ν. Θεσ/νίκης

Ελευθερία Βουνούκη¹, Όλγα Ιακωβίδου²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σημερινή κατάσταση στη γεωργία χαρακτηρίζεται από μια βαθιά κρίση, γεγονός που μεταφράζεται μεταξύ άλλων και στην απροθυμία των νέων να ασχοληθούν με το γεωργικό επάγγελμα. Η εγκατάσταση των νέων σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις εξαρτάται από το κράτος, τη γεωργική οικογένεια και τον νέο εν δυνάμει γεωργό.

Τα αποτελέσματα της επιτόπιας έρευνας στην κοινότητα Πενταλόφου του Ν. Θεσ/νίκης, έδειξαν πως η κοινότητα αυτή διαθέτει όλα τα χαρακτηριστικά που προϋποθέτουν τη δυναμική ανάπτυξή της στον γεωργοκτηνοτροφικό τομέα. Η αναπαραγωγή των γεωργοκτηνοτροφικών της εκμεταλλεύσεων, παρά τις ιδιαιτερότητες που αντιμετωπίζει, πραγματοποιείται χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα, ενώ η εγκατάσταση των νέων αγροτών εγγράφεται στο σύγχρονο μοντέλο της οικογενειακής συνέχειας. Οι νέοι αγρότες της περιοχής φαίνεται να επωφελούνται επαρκώς των κοινοτικών προγραμμάτων που αφορούν τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των γεωργικών διαρθρώσεων, χωρίς όμως αυτά να αποτελούν και τον καθοριστικό παράγοντα για την εγκατάστασή τους.

Λέξεις Κλειδιά: Εγκατάσταση στη γεωργία, Νέοι γεωργοί, Διαδοχή, Οικογενειακή γεωργική εκμετάλλευση, Πεντάλοφος Ν. Θεσσαλονίκης,

Εισαγωγή

Η εξέλιξη του γεωργικού τομέα θα πρέπει να αναλυθεί μέσα σε ένα γενικότερο πλαίσιο καθώς εξαρτάται από δύο φαινόμενα που δρουν αντίθετα. Το πρώτο αναφέρεται στη διαπίστωση μιας κρίσης στη γεωργία, η οποία μεταφράζεται με τη μείωση των γεωργικών εισοδημάτων και με την επιδείνωση των συνθηκών μεταβίβασης των εκμεταλλεύσεων. Το δεύτερο αναφέρεται στη γενικότερη οικονομική κρίση που επηρεάζει τα μη γεωργικά εισοδήματα, μειώνει τις δυνατότητες εύρεσης εργασίας στο μη αγροτικό χώρο και τείνει να επιβραδύνει την εξαφάνιση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων (Laurent, 1992).

Στην περίπτωση της Ελλάδας, η εγκατάσταση στη γεωργία καθορίζεται από τη δυσκαμψία, την ετερογένεια και τον εύθραυστο χαρακτήρα των γεωργικών δομών της χώρας (Δαμιανάκος, 1999), τη δυσχερή δημογραφική κατάσταση του αγροτικού πληθυσμού, με τη συνεχή μείωση της συμμετοχής των νεαρής ηλικίας ατόμων στον οικονομικά ενεργό γεωργικό πληθυσμό (INRA, 1990., Καζακόπουλος, 1996) και τη συνθετότητα και ιδιαιτερότητα των κοινωνικο-οικονομικών σχέσεων που χαρακτηρίζουν τον ελληνικό αγροτικό χώρο (Ανανίκας κ.ά, 1984). Στα χαρακτηριστικά αυτά προστίθεται και η συσσώρευση της αγωνίας και της αγανάκτησης που δημιούργησε στον γεωργό η εμπειρία του από το γεωργικό επάγγελμα, αλλά και ο τρόπος ζωής στο χωριό, γεγονός που έχει συμβάλλει αποφασιστικά στην απογοήτευσή του από το γεωργικό επάγγελμα και στην αρνητική προδιάθεσή του προς αυτό, ως επαγγελματική λύση για ένα τουλάχιστον από τα παιδιά του. Οι νέοι από την πλευρά τους εμφανίζονται απρόθυμοι να εγκατασταθούν στην ύπαιθρο και να ασχοληθούν με τη γεωργία (Ανανίκας κ.α, 1984, Δαουτόπουλος κ.α, 1989).

Τα πολύ χαμηλά ποσοστά των εισερχόμενων στο γεωργικό επάγγελμα νέων και η απροθυμία τους αυτή, σύμφωνα με εκτιμήσεις του Υπουργείου Γεωργίας (1998), αποδίδονται:

- σε οικονομικούς λόγους, συνδεδεμένους κυρίως με το υψηλό κόστος εγκατάστασης (υψηλή αξία γης -

¹ Υπότροφος του ΙΚΥ, Υποψήφια Διδάκτορας Πανεπιστημίου Paris X - Nanterre

² Αν. Καθηγήτρια Τμήματος Γεωπονίας ΑΠΘ

Διεύθυνση: ΑΠΘ / Τμήμα Γεωπονίας / ΤΘ 246 / 54006 / Θεσ/νίκη, email: olg@agro.auth.gr, Τηλ.: 998813

πάγιου εξοπλισμού - απόκτησης κατοικίας κλπ), τις φορολογικές επιβαρύνσεις και τις δυσκολίες πρόσβασης στην αγορά χρήματος.

- σε ελλείψεις – προβλήματα προερχόμενα από την *αγροτική πολιτική*, συνδεδεμένα με την αποσπασματικότητα των μέτρων που έχουν ληφθεί έως σήμερα, τα οποία δεν απέδωσαν τα αναμενόμενα, καθώς δε δημιουργούσαν προϋποθέσεις δημιουργίας βιώσιμων εκμεταλλεύσεων και δεν έπαιρναν υπόψη τους τον παράγοντα 'άνθρωπος' και τις ανάγκες του, με την αντιφατικότητα ορισμένων κοινοτικών ρυθμίσεων, όπως οι ποσοτώσεις- τομεακοί περιορισμοί που δημιουργούν αρνητικό κλίμα για την εγκατάσταση των νέων αγροτών και με την ανεπάρκεια της κατάλληλης επαγγελματικής κατάρτισης-ενημέρωσης.

Η πολιτεία σήμερα, στην προσπάθειά της να αναστρέψει την κατάσταση αυτή, προβλέπει μέτρα και κίνητρα, κυρίως οικονομικά, για την ενθάρρυνση της επιχειρηματικής εγκατάστασης νέων στις αγροτικές περιοχές και ιδίως σε αυτές που κινδυνεύουν από κοινωνική αποδιάρθρωση.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση του φαινομένου της εγκατάστασης των νέων στη γεωργία και των παραγόντων που επηρεάζουν την απόφασή τους να επιλέξουν το γεωργικό επάγγελμα.

Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στις διαφορετικές περιπτώσεις εγκατάστασης νέων γεωργών καθώς επίσης και στους φορείς οι οποίοι επηρεάζουν, με τον τρόπο τους, τη λήψη της απόφασης για εγκατάσταση στη γεωργία. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα επιτόπιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε στον Πεντάλοφο του νομού Θεσσαλονίκης το 1996.

Η εγκατάσταση των νέων στη γεωργία

Η εγκατάσταση των νέων γεωργών κατέχει πρωταρχικό ρόλο στην εξέλιξη του γεωργικού τομέα, καθώς καθορίζει την ανανέωση και την περαιτέρω ανάπτυξή του. Η εγκατάσταση αυτή παίζει επίσης ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην επαγγελματική σταδιοδρομία και τη μετέπειτα πορεία των ανθρώπων αυτών, καθώς σηματοδοτεί την ανάληψη των πρώτων επαγγελματικών και οικονομικών ευθυνών τους.

Σε γενικές γραμμές μια εγκατάσταση σε γεωργική εκμετάλλευση εγγράφεται σε μια από τις ακόλουθες τέσσερις περιπτώσεις (INRA, 1990., Vounouki, 1996):

1. Οικογενειακή συνέχεια ή αναπαραγωγή των διαδόχων. Είναι η κλασική περίπτωση που συναντάται κατά πλειοψηφία στον Ελλαδικό χώρο. Σε αυτήν την περίπτωση ο νέος διάδοχος της εκμετάλλευσης είναι αγροτικής καταγωγής και η όλη διαδικασία της αναπαραγωγής της γεωργικής εκμετάλλευσης διαδραματίζεται μέσα στο οικογενειακό πλαίσιο (INRA, 1990). Μέσα από μηχανισμούς που ιστορικά έχουν διαμορφωθεί και νομικά κατοχυρωθεί, οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις μεταβιβάζονται από γενεά σε γενεά στα πλαίσια της ευρύτερης οικογένειας, διασφαλίζοντας την ακεραιότητα και τη συνέχεια του οικογενειακού τύπου γεωργίας (Καζακόπουλος, 1996). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι κατά την αναπαραγωγή μιας γεωργικής εκμετάλλευσης στο πλαίσιο της οικογενειακής συνέχειας υπεισέρχονται δύο βασικά στοιχεία. Το πρώτο αναφέρεται στη μεταφορά της διαχείρισής της από τη μια γενιά στην επόμενη ή μέσα στην ίδια γενιά και χαρακτηρίζεται ως διαδοχή και το δεύτερο στη μεταβίβαση του κάθε είδους κεφαλαίου της εκμετάλλευσης που αποδίδεται με τον όρο κληρονομιά (Ανανίκας κ.α, 1984).

Ανάλογα με το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται ανάμεσα στη διαδοχή και την κληρονομιά διακρίνουμε τις ακόλουθες κατηγορίες γεωργών (INRA, 1990):

α. τους γεωργούς που δεν μεταβιβάζουν ούτε τη διαχείριση αλλά ούτε και τα περιουσιακά στοιχεία της εκμετάλλευσής τους μέχρι το θάνατό τους, οπότε διαδοχή και κληρονομιά πραγματοποιούνται ταυτόχρονα μετά το θάνατο τους,

β. τους γεωργούς που μεταβιβάζουν τη διαχείριση της εκμετάλλευσής τους στους διαδόχους τους με τη συνταξιοδότησή τους, όχι όμως και τα περιουσιακά στοιχεία της γεωργικής τους εκμετάλλευσης και

γ. τους γεωργούς που μεταβιβάζουν τη διαχείριση και τα περιουσιακά στοιχεία της εκμετάλλευσής τους στην περίοδο ανάμεσα στη συνταξιοδότηση και το θάνατό τους.

2. Εγκαταστάσεις «επιστροφής». Η κατηγορία αυτή εγκατάστασης σε γεωργική εκμετάλλευση συναντάται συνήθως σε περιπτώσεις όπου προηγείται της γεωργικής εγκατάστασης μια λιγότερο ή περισσότερο μακριά περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας ασκείται μια άλλη δραστηριότητα μη γεωργικής φύσης. Η επαγγελματική αυτή «επιστροφή», συνήθως απόμων που προέρχονται από αγροτικές οικογένειες, μπορεί να συντελείται

έπειτα από μια περίοδο μετανάστευσης ή μισθωτής οικονομικής δραστηριότητας σε κάποια περιοχή συχνά πέραν του τόπου καταγωγής.

3. Εγκαταστάσεις «εξωοικογενειακού» πλαισίου. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι νέοι αγρότες που δεν προέρχονται από γεωργικές οικογένειες και αποτελεί πραγματικά μια μειοψηφία στον Ελλαδικό χώρο. Οι νέοι της κατηγορίας αυτής θα πρέπει να αντιμετωπίσουν εκτός των άλλων και το μειονέκτημα του αυξημένου κόστους της ανάληψης της γεωργικής εκμετάλλευσης, καθώς σε αυτή την περίπτωση δεν υφίσταται ο δωρεάν ή χαμηλού κόστους «πυρήνας εκκίνησης», που αποτελεί η πατρική γεωργική εκμετάλλευση.

Οι γεωργικές εγκαταστάσεις «επιστροφής» και «εξωοικογενειακού πλαισίου», πραγματοποιούνται συνήθως από τολμηρά άτομα που εισάγουν καινοτομίες και διαθέτουν σημαντικούς οικονομικούς πόρους, συσσωρευμένους ίσως από άλλες οικονομικές δραστηριότητες, και τα οποία προτίθενται να καταφύγουν πολλές φορές σε δανεισμό προκειμένου να πραγματοποιήσουν κάποιο σχέδιο εκμετάλλευσης μακράς διάρκειας. Οι δύο τελευταίοι τύποι εγκατάστασης εξαρτώνται ισχυρά από την εξέλιξη της εξωγεωργικής αγοράς εργασίας και από τη συμπεριφορά των μεταναστών μετά την επιστροφή τους (INRA, 1990).

4. Εγκαταστάσεις με σκοπό άλλο, πέραν της παραγωγής. Σε αυτή την τέταρτη κατηγορία ανήκει μια ολόκληρη σειρά διαφορετικών περιπτώσεων: εγκαταστάσεις συνταξιούχων, συνήθως σε εκμεταλλεύσεις πολύ μικρού μεγέθους, εγκαταστάσεις σε εκμεταλλεύσεις για λόγους αναψυχής κλπ. Οι εκμεταλλεύσεις που αντιστοιχούν σε αυτή την κατηγορία καταλαμβάνουν μεν ένα μέρος των γεωργικών γαιών, παραμένουν όμως στο περιθώριο της ανάπτυξης. (Laurent, 1992).

Σε κάθε μια από τις προηγούμενες κατηγορίες, οι νέοι γεωργοί μπορούν να ακολουθήσουν μια σειρά επιλογών, οι οποίες αναφέρονται στην απασχόληση και στη μελλοντική εξέλιξη της εκμετάλλευσής τους.

Σε ότι αφορά την απασχόληση, οι νέοι μπορούν να επιλέξουν είτε την πλήρη απασχόληση, είτε τη μερική, αναπτύσσοντας και άλλες παράλληλες οικονομικές δραστηριότητες. Η γεωργική εργασία ήταν σπάνια η μόνη δραστηριότητα ή η μόνη πηγή εισοδήματος της αγροτικής ελληνικής οικογένειας (Beouroulos and Damianakos, 1997) ενώ η πολυαπασχόληση των αγροτών στην Ελλάδα αποτελούσε και εξακολουθεί να αποτελεί, ένα αρκετά εκτεταμένο φαινόμενο, με πολλές μορφές και διαφορετικά αποτελέσματα (Ζακοπούλου, 1999). Γενικά είναι πιο αναπτυγμένη σε απομακρυσμένες περιοχές με εκτατικές, παραδοσιακές εκμεταλλεύσεις (Moissidis and Duquenne, 1997), όπου αποτελούσε συχνά τη λύση σε καταστάσεις που δεν επέτρεπαν σε ορισμένους γεωργούς να καλύψουν τις βιοτικές τους ανάγκες ή να εξασφαλίσουν τη διαδοχή τους (Lamarque, 1984). Παρατηρείται όμως και σε περιαιστικές ή τουριστικές περιοχές, όπου οι γεωργοί εκμεταλλεύονται εναλλακτικές ευκαιρίες εργασίας που τους προσφέρει το αστικό κέντρο ή η τουριστικά αναπτυγμένη περιοχή (Τσάρτας, 1991).

Σε ότι αφορά τη μελλοντική εξέλιξη της εκμετάλλευσης, ο νέος αγρότης μπορεί να ακολουθήσει δύο διαφορετικούς δρόμους. Ο πρώτος αναφέρεται σε ένα μοντέλο **παραδοσιακό**, το οποίο εκφράζεται με την υιοθέτηση της ίδιας ακριβώς άσκησης της γεωργίας με τον προκάτοχό του αλλάζοντας ελάχιστα ή καθόλου τις συνθήκες και τους όρους της παραγωγής. Οι νέοι της κατηγορίας αυτής κάθε άλλο παρά θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως καινοτόμοι και φορείς εκσυγχρονισμού. Ο δεύτερος ακολουθεί ένα μοντέλο εκμετάλλευσης περισσότερο **σύγχρονο**, με την υιοθέτηση ενός διαφορετικού τρόπου αντιμετώπισης της γεωργίας από εκείνο του προκατόχου του. Στόχος του είναι η μεγέθυνση της γεωργικής εκμετάλλευσης, με αγορά ή ενοικίαση πρόσθετων γεωργικών εκτάσεων, η οποία συνοδεύεται και από άλλες επενδύσεις, και η εξειδίκευση της παραγωγής, ή η διαφοροποίηση αυτής. Στην περίπτωση αυτή, ο νέος διάδοχος στην ουσία προκαλεί μια ρήξη, μια αλλαγή στο σύστημα και τις συνθήκες παραγωγής που έχει κληρονομήσει από τον προκατόχό του.

Φορείς που καθορίζουν την εγκατάσταση των νέων στη γεωργία

Το κρίσιμο ζήτημα της εγκατάστασης των νέων στη γεωργία αναλύεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα. Σε κάθε επίπεδο καθοριστικό ρόλο παίζει ένας φορέας που επηρεάζει τη λήψη της τελικής απόφασης ενός νέου για εγκατάσταση στη γεωργία. Οι φορείς αυτοί έχουν, πολλές φορές, διαφορετικούς στόχους και στρατηγικές που συχνά δεν είναι συμβατές μεταξύ τους, αλλά μπορεί να είναι είτε συμπληρωματικές, είτε ανταγωνιστικές.

Α. Το γενικότερο επίπεδο ορίζεται από το ισχύον πολιτικό και θεσμικό πλαίσιο που καθορίζεται από την Κοινή Ευρωπαϊκή αλλά και την εθνική πολιτική, καθώς και από τις ακολουθούμενες πολιτικές των γεωργικών

συνεταιρισμών και συνδικάτων, που αναφέρονται στη γεωργία σαν σύνολο και σε κάθε τομέα παραγωγής ειδικότερα.

Το κράτος εμφανίζεται ως ο εκφραστής των στόχων της κοινοτικής, αλλά και της εθνικής πολιτικής, όσον αφορά το ειδικό ζήτημα της ηλικιακής «αναγέννησης» της ελληνικής γεωργίας. Ο συνδυασμός των δύο πολιτικών τείνει να καθορίσει και τη θέση της γεωργίας μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της εθνικής και κοινοτικής οικονομίας, καθορίζοντας τη σχέση της με τους άλλους οικονομικούς τομείς.

Ανάμεσα στα κυριότερα μέσα που χρησιμοποιεί το κράτος προκειμένου να επιτύχει τους στόχους που πρεσβεύει είναι και οι επιδοτήσεις και οι γενικότερες οικονομικές ενισχύσεις που παρέχει στους γεωργούς.

Στοχεύοντας λοιπόν στην ανανέωση του γεωργικού πληθυσμού, αλλά και στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής γεωργίας (κοινό στόχο τόσο του ελληνικού κράτους όσο και της ευρωπαϊκής κοινότητας), ψηφίστηκε ο νόμος 2520/1997, που ήρθε να συμπληρώσει και να διευκρινίσει τον κοινοτικό κανονισμό 950/97, και περιλαμβάνει τα κίνητρα και τις οικονομικές ενισχύσεις για την εγκατάσταση των νέων αγροτών στη γεωργία. Ειδικότερα στο νόμο προβλέπονται ειδικά φορολογικά μέτρα για τους νέους αγρότες, αφορολόγητα ποσά στη φορολογία κληρονομιών, δωρεών και γονικών παροχών και στη μεταβίβαση ακινήτων καθώς και πρόσθετα κίνητρα, κυρίως οικονομικά, όπως το πριμ πρώτης εγκατάστασης, δανειακές διευκολύνσεις, ενισχύσεις για επενδύσεις στη γεωργία, χορήγηση ποσοστώσεων κ.α.

Η μέχρι το 1997 εφαρμογή άλλων μέτρων για την εγκατάσταση των νέων στη γεωργία έδειξε την αυξητική αλλά ωστόσο μη ικανοποιητική πορεία του αριθμού των συμμετεχόντων. Πράγματι, σύμφωνα με στοιχεία της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (1998) ο αριθμός των δικαιούχων του πριμ πρώτης εγκατάστασης στην Ελλάδα το 1989 ήταν 335 άτομα, το 1992 ήταν 494 άτομα και το 1997 ανήλθε στα 2974. Εξάλλου, ο αριθμός των νέων αγροτών που επωφελήθηκαν των κανονισμών 797/85 και 2328/91 (άρθρο 10 και 11), από 168 άτομα που ήταν το 1989, ανήλθε στα 344 το 1992 για να φτάσει τα 1082 άτομα το 1997.

Οι λόγοι που οδήγησαν σε αυτή τη χαμηλή συμμετοχή των νέων σε εθνικό επίπεδο στα προγράμματα του κανονισμού 797/85 (και αργότερα του 2328/91) αναφέρονται στην αδυναμία τους να ικανοποιήσουν τους απαιτούμενους όρους συμμετοχής των νέων (ίδια συμμετοχή, πλήρης απασχόληση στη γεωργία, ελάχιστος αριθμός Μ.Α.Ε). (INRA, 1990).

Επιπλέον, η άκρως γραφειοκρατική οργάνωση του διοικητικού συστήματος των υπεύθυνων υπηρεσιών δε βοήθησε στη σωστή και έγκαιρη διάχυση των σχετικών με τα προγράμματα πληροφοριών, δυσχεραίνοντας περαιτέρω τη συμμετοχή των γεωργών σε αυτά.

Όσον αφορά δε το πριμ πρώτης εγκατάστασης, το ύψος του ήταν σε τέτοια επίπεδα ώστε αυτό να μην αποτελεί λόγο προσέλκυσης νέων ατόμων στο γεωργικό επάγγελμα. (INRA, 1990).

Β. Ο ρόλος της γεωργικής οικογένειας είναι πολύ σημαντικός καθώς η ελληνική γεωργία χαρακτηρίζεται κατά κύριο λόγο από γεωργικές εκμεταλλεύσεις οικογενειακής μορφής. (Κασίμης και Παπαδόπουλος, 1999). Στις εκμεταλλεύσεις αυτές η οικογένεια θεωρείται άρρηκτα συνδεδεμένη με την εκμετάλλευση και παραμένουν η βάση οποιασδήποτε κοινωνικοοικονομικής ανάλυσης.

Η εγκατάσταση των νέων στη γεωργία στηρίζεται, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, στην πατρική περιουσία. Ειδικότερα, η γεωργική γη, που παραμένει ένας από τους δαπανηρότερους παραγωγικούς συντελεστές, συνεχίζει να μεταβιβάζεται από τους γονείς στα παιδιά. Έτσι, ένας νέος γεωργός που προέρχεται από γεωργική οικογένεια διαθέτει εξ αρχής ένα ουσιαστικό πλεονέκτημα, την κατοχή γης, σε σχέση με άλλους νέους που, καθώς δεν προέρχονται από γεωργικές οικογένειες, θα πρέπει να διαθέσουν ένα σημαντικό κεφάλαιο για την απόκτηση της απαραίτητης γεωργικής γης ή υπόκεινται σε σημαντικές οικονομικές επιβαρύνσεις προκειμένου να τη νοικιάσουν.

Η γεωργική οικογένεια προκειμένου να εξασφαλίσει την αναπαραγωγή της γεωργικής εκμετάλλευσης ακολουθεί κάποιες στρατηγικές ανάλογα και με τη φάση του οικογενειακού της κύκλου, προσπαθώντας να μεγιστοποιήσει τα συμφέροντά της, λαμβάνοντας πάντα υπόψη της τις επικρατούσες συνθήκες σε τοπικό και γενικότερο επίπεδο. Η υιοθετούμενη οικογενειακή στρατηγική υπακούει σε επιταγές άλλες φορές κοινωνικής και άλλες φορές οικονομικής φύσης.

Η ύπαρξη ενός διαδόχου της γεωργικής οικογενειακής εκμετάλλευσης πέραν από την αναπαραγωγή της τελευταίας και της πατρικής περιουσίας, εγγυάται συχνά και την αναπαραγωγή της ίδιας της γεωργικής οικογένειας, γι' αυτό κι αποκτά ιδιαίτερη σημασία για την τελευταία. Ταυτόχρονα, η ανύπαρκτη ή πολύ

χαμηλή γεωργική σύνταξη, σε συνδυασμό με τις γενικότερες οικονομικές συνθήκες που κυριαρχούν στον ελληνικό χώρο, οδηγούν συχνά το παιδί που αναλαμβάνει τη γεωργική οικογενειακή εκμετάλλευση, να αναλαμβάνει επίσης και τη φροντίδα των γονιών του, από τη στιγμή που θα φτάσουν σε μια προχωρημένη ηλικία μέχρι τη στιγμή του θανάτου τους. Το γεγονός αυτό καθιστά τους γονείς των γεωργών ιδιαίτερα προσεκτικούς στο ζήτημα της επιλογής του διαδόχου της εκμετάλλευσης (Vounouki, 1996).

Κάποιες γεωργικές οικογένειες ακολουθούν στρατηγικές που ωθούν όλα ή κάποια από τα παιδιά τους προς την ανώτατη εκπαίδευση είτε για να πετύχουν κάποια κοινωνική ανέλιξη ή καταξίωση, βοηθώντας τα να ξεφύγουν από τη σκληρή γεωργική ζωή (Segalin, 1981), είτε γιατί ο γεωργικός κλήρος είναι περιορισμένος και δεν επιτρέπει την ενασχόληση με τη γεωργία περισσότερων του ενός παιδιών.

Ο αποκλεισμός κάποιου παιδιού από την πατρική γεωργική περιουσία μπορεί να πραγματοποιηθεί και με άλλους τρόπους, πέραν της μόρφωσης, όπως για παράδειγμα με το γάμο, όπου σε ορισμένες περιπτώσεις, η κόρη παραιτείται των απαιτήσεων της από την πατρική περιουσία μετά την καταβολή κάποιας προίκα.

Η πατρική λοιπόν εξουσία είναι προφανώς ιδιαίτερα σημαντική όσον αφορά τη λήψη της τελικής απόφασης του νέου προκειμένου να εγκατασταθεί στη γεωργία. Συχνά όμως παρατηρείται ιδιαίτερα έντονη επιρροή των γονιών και μετά την εγκατάσταση του νέου ως αρχηγού της γεωργικής εκμετάλλευσης στις αποφάσεις της καθημερινής διαχείρισης αυτής. Το τελευταίο εμφανίζεται ως φυσικό επακόλουθο του γεγονότος ότι πολλές φορές οι ηλικιωμένοι γονείς συνεχίζουν να εργάζονται στη γεωργική εκμετάλλευση, ως συμβοηθούσα μέλη, συχνά μέχρι πολύ προχωρημένη ηλικία (INRA, 1990, Vounouki, 1996).

Η διαμόρφωση της ακολουθούμενης οικογενειακής στρατηγικής επηρεάζεται ισχυρά και από την **τοπική κοινωνία**, την κοινωνική θέση της οικογένειας μέσα σε αυτήν, τις επικρατούσες παραδόσεις και έθιμα, κλπ. (Ανανίκας, κ.α, 1984).

Τέλος, η **γεωργική εκμετάλλευση** στην οποία πρόκειται να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση του νέου συμβάλλει σημαντικά στη λήψη της απόφασής του, καθώς καθορίζει τις συνθήκες και το φόρτο εργασίας του, τα εισοδήματα και την κοινωνική αντιμετώπιση και αναγνώριση του νέου από την τοπική κοινωνία (Ανανίκας κ.α, 1984).

Γ. Σε ένα **τρίτο επίπεδο**, η εγκατάσταση ενός νέου σε μια γεωργική εκμετάλλευση εξαρτάται από τον ίδιο, ο οποίος άλλωστε αποτελεί και τον εκφραστή όλων των προηγούμενων επιδράσεων και επιρροών. Η επιλογή του γεωργικού επαγγέλματος από το νέο εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων όπως τα προσωπικά του χαρακτηριστικά (η ηλικία, το φύλο του, το μορφωτικό του επίπεδο κλπ.), οι επιδιώξεις του, οι πεποιθήσεις του κλπ.

Το γεωργικό επάγγελμα θεωρείται ως ένα κατεξοχήν ανδρικό επάγγελμα. Οι κοπέλες, λόγω μεγαλύτερης ευαισθησίας στην έλλειψη παροχών και υπηρεσιών (σχολεία, καταστήματα κλπ.) ή και εξαιτίας του μεγαλύτερου κινδύνου απομόνωσης που διατρέχουν και των γενικότερων κοινωνικών περιορισμών που τους επιβάλλονται στην κλειστή επαρχιακή κοινωνία, εκφράζουν πάντα μια ισχυρότερη επιθυμία να εγκαταλείψουν τον αγροτικό χώρο και να μετακινηθούν προς τις πόλεις, σε σχέση πάντα με τους αντίστοιχους νέους (Galland, Lambert, 1992).

Η έλλειψη αυτή ενδιαφέροντος από την πλευρά των νεαρών γυναικών στο να παραμείνουν στο χωριό οδηγεί συχνά τους νέους άνδρες του χωριού στο να αδυνατούν να βρουν σύζυγο (Ιακωβίδου κ.α, 1999). Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται ιδιαίτερα συχνά στις ορεινές και μειονεκτικές περιοχές και επιδεινώνει περαιτέρω την ήδη δύσκολη εγκατάσταση των νέων γεωργών σε αυτές τις περιοχές.

Το μορφωτικό επίπεδο του νέου παίζει επίσης έναν πολύ καθοριστικό ρόλο. Το ποσοστό των εργαζομένων στη γεωργία, οι οποίοι δεν έχουν τελειώσει το γυμνάσιο, είναι περισσότερο αυξημένο σε σχέση με το ποσοστό των εργαζομένων σε άλλους τομείς της οικονομίας. Το γεγονός αυτό περιορίζει τις δυνατότητες των νέων γεωργών να βρουν μια άλλη επαγγελματική δραστηριότητα εκτός γεωργίας. (OCDE, 1994).

Οι κοινοτικοί κανονισμοί και οι ελληνικές υπουργικές αποφάσεις εφαρμογής τους δεν επιβάλλουν την ύπαρξη ενός κατώτατου επιπέδου επαγγελματικής εκπαίδευσης ως απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση ενός νέου γεωργού, παρά μόνο την παρακολούθηση επιμορφωτικών σεμιναρίων στα ΚΕΓΕ διάρκειας 300 ωρών.

Το πρόβλημα της επαγγελματικής κινητικότητας και της επαγγελματικής εισόδου σε άλλες οικονομικές δραστηριότητες εμφανίζεται ακόμα πιο οξύμενο για τους νέους γεωργούς καθώς αυτοί ζουν διεσπαρμένοι

γεωγραφικά. Σε αυτή την περίπτωση η απουσία και το υψηλό κόστος της διάχυσης των πληροφοριών δεν τους επιτρέπει να έχουν πλήρη και έγκαιρη ενημέρωση για τις δυνατότητες και τις προσφορές εργασίας σε άλλες γεωγραφικές περιοχές. (OCDE, 1994). Επιπλέον, τα υψηλά ποσοστά ανεργίας στους περισσότερους από τους τομείς της οικονομίας περιορίζουν ακόμα περισσότερο την προοπτική εύρεσης μιας άλλης, μη γεωργικής απασχόλησης.

Τέλος, μια σειρά άλλων λόγων επηρεάζουν τη λήψη της απόφασης του νέου που πρόκειται πιθανά να ασχοληθεί με τη γεωργία, όπως η κοινωνική θέση και εικόνα που αποκτά ως γεωργός, ο βαθμός της σύνδεσής του με την τοπική κοινωνία λόγω καταγωγής κλπ.

Η αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του τρόπου ζωής στον αγροτικό και στον αστικό χώρο, επηρεάζει επίσης ισχυρά την απόφαση του νέου που σκέφτεται να ασχοληθεί με τη γεωργία. Είναι αλήθεια πως στις μέρες μας παρατηρείται μια εκτεταμένη ταύτιση των δύο τρόπων ζωής -στον αγροτικό και στον αστικό χώρο- καθώς οδηγούμαστε σε μια ομογενοποίηση μέσα στη γενικότερη διαδικασία εκσυγχρονισμού. Ο βαθμός όμως της ταύτισης αυτής εξαρτάται πάντα από τη μεταξύ των δύο χώρων απόσταση, το βαθμό των ευκολιών επικοινωνίας ανάμεσά τους κλπ.

Η περίπτωση του Πενταλόφου¹

Αναλύοντας το πολύπλοκο ζήτημα της εγκατάστασης των νέων στη γεωργία και προκειμένου να εξετάσουμε τους όρους και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες συντελείται αυτή, επιλέξαμε μια κοινότητα της κεντρικής Μακεδονίας, τον Πεντάλοφο του νομού Θεσσαλονίκης. Η αναπαραγωγή της γεωργίας στην παραπάνω κοινότητα αποτελεί παράδειγμα αναπαραγωγής μιας γεωργίας σύγχρονης και ανταγωνιστικής, καθώς ο Πεντάλοφος αποτελεί το πιο σημαντικό κέντρο εκτροφής γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων σε ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο.

Τα χαρακτηριστικά της κοινότητας που καθιστούν τη μελέτη της ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η σχετική γειννιάσή της με το αστικό κέντρο της Θεσσαλονίκης (60 km), το μέσο πληθυσμιακό μέγεθος της, το οποίο ανέρχεται σε 1563 κατοίκους το 1991 και η απασχόληση της πλειοψηφίας των κατοίκων της στον πρωτογενή τομέα (Αικατερινιάδου κ.α 1995).

Στην κοινότητα Πενταλόφου, την εποχή που πραγματοποιήθηκε η έρευνα, υπήρχαν 236 γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Από αυτές 196 ήταν μικτής κατεύθυνσης (φυτικής και ζωικής), ενώ οι 40 ήταν καθαρά φυτικής κατεύθυνσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπήρχαν αμειγώς κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις.

Η κτηνοτροφία είναι ο κυρίαρχος κλάδος του πρωτογενή τομέα στην περιοχή και στρέφεται κυρίως προς την εντατικής μορφής εκτροφή γαλακτοπαραγωγικών βελτιωμένων αγελάδων (6600 αγελάδες στο σύνολο των 188 αγελαδοτροφικών εκμεταλλεύσεων της κοινότητας, για το 1993). Αξίζει να σημειωθεί πως η ετήσια παραγωγή γάλακτος της κοινότητας ανέρχονταν στους 18.050 τόνους για το 1993, ενώ το αντίστοιχο νούμερο για το 1971 έφτανε μόλις στους 1.063 τόνους.

Παράλληλα, ένας πιο περιορισμένος αριθμός ατόμων ασχολείται με την εκτροφή αιγοπροβάτων, που όμως ως εκμετάλλευση παραμένει στην εκτατική, παραδοσιακή της μορφή (για το 1994 αντιστοιχούσαν 2.018 πρόβατα σε σύνολο 9 προβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων και 1.301 αίγες σε σύνολο 4 αιγοπροβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων). Τέλος, υπάρχουν 4 οργανωμένα πτηνοτροφεία στην κοινότητα, στα οποία το σύνολο των εκτρεφόμενων πτηνών ανέρχεται σε 75.000.

Κατά την περίοδο 1991-93, λειτούργησε επίσης στην περιοχή κοινοτικό πρόγραμμα δημιουργίας «κτηνοτροφικού πάρκου» που σκοπό είχε τη μεταφορά των κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων έξω από τα όρια του οικισμού, για λόγους κυρίως υγιεινής, καθώς τα κτηνοτροφικά απόβλητα δημιουργούσαν οξύ πρόβλημα δυσοσμίας και μόλυνσης. Ταυτόχρονα όμως δόθηκε η δυνατότητα στους κτηνοτρόφους που συμμετείχαν στο πρόγραμμα να βελτιώσουν και να εκμηχανίσουν περαιτέρω τις κτηνοτροφικές τους εγκαταστάσεις.

Όσον αφορά τη γεωργική γη αυτή καλλιεργείται ως επί το πλείστον με σκληρό σιτάρι (11.300 στρέμματα), ενώ σε μικρότερα ποσοστά βρίσκουμε μαλακό σιτάρι (500 στρέμματα), κριθάρι (1.700 στρέμματα), βρώμη (200 στρέμματα) και μηδική (150 στρέμματα).

Τέλος, στην κοινότητα αυτή ένας μεγάλος αριθμός νέων ατόμων ηγούνται γεωργικών εκμεταλλεύσεων.

¹ Τα στοιχεία της έρευνας αποτελούν μέρος της μεταπτυχιακής εργασίας της *Vounouki* (1996).

Το 1995, στο σύνολο των 236 εκμεταλλεύσεων της κοινότητας οι 71, ποσοστό 30%, ανήκαν σε νέους γεωργούς.

Από τα προαναφερθέντα συμπεραίνουμε πως ο Πεντάλοφος διαθέτει τα χαρακτηριστικά εκείνα που αποτελούν προϋπόθεση για τη δυναμική μελλοντική του ανάπτυξη.

Η μεθοδολογία της έρευνας

Η μέθοδος προσέγγισης που υιοθετήθηκε για την ανάλυση ήταν ποσοτικού αλλά και ποιοτικού χαρακτήρα, καθώς χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο σε συνδυασμό με ημικατευθυνόμενες συνεντεύξεις με τους νέους γεωργούς της κοινότητας.

Απευθυνθήκαμε σε νέους γεωργούς, αρχηγούς γεωργικών εκμεταλλεύσεων, ηλικίας από 18 ως 45 ετών. Η επιλογή αυτή έγινε προκειμένου να συμπεριληφθεί στο δείγμα το σύνολο των ατόμων που είχαν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν στο πρώτο, σχετικό με την πρώτη εγκατάσταση στη γεωργία, κοινοτικό πρόγραμμα (797/85), που ουσιαστικά τέθηκε σε εφαρμογή το 1989. Το πρόγραμμα αυτό έθετε ως ανώτατο όριο ηλικίας τα 40 χρόνια. Συνεπώς, τα πρώτα άτομα που πιθανά συμμετείχαν στο πρόγραμμα αυτό ήταν 45 ετών το 1995, χρόνο που πραγματοποιήθηκε η έρευνα.

Το χρησιμοποιούμενο ερωτηματολόγιο αποτελείτο κυρίως από κλειστές ερωτήσεις και από μια σειρά από ανοιχτές. Οι ερωτήσεις αυτές ήταν οργανωμένες σε τρεις κατηγορίες.

Η πρώτη περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικές με τα ατομικά χαρακτηριστικά του νέου αρχηγού της εκμετάλλευσης και τα χαρακτηριστικά της οικογένειάς του (ηλικίες, μόρφωση, καταγωγή, προηγούμενα επαγγέλματα κλπ.). Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονταν ερωτήσεις που αναφέρονταν στα τεχνικοοικονομικά στοιχεία της γεωργικής εκμετάλλευσης, καθώς και στις διαδικασίες εγκατάστασης και διαδοχής του νέου γεωργού (παραγωγικές κατευθύνσεις, πραγματοποιούμενες επενδύσεις κλπ.) Τέλος, στην τρίτη κατηγορία, οι ερωτήσεις στόχευαν στη διευκρίνιση των στάσεων και πεποιθήσεων των νέων γεωργών, απέναντι τόσο στα κοινοτικά μέτρα και προγράμματα, όσο και απέναντι στο γεωργικό επάγγελμα και τη γεωργία σαν σύνολο.

Για την επιλογή των νέων του δείγματος εφαρμόσαμε την ενστρωματωμένη τυχαία δειγματοληψία της άριστης κατανομής κατά Neyman. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο το σύνολο των νέων γεωργών της κοινότητας (= 71 άτομα) κατατάχτηκε σε τρία στρώματα ανάλογα με τις ηλικίες τους και υπολογίστηκε το δείγμα, το οποίο ανήλθε σε 13 άτομα. Το μέγεθος αυτό προσαυξήθηκε κατά 20% για λόγους ασφαλείας, φτάνοντας τελικά στα 16 άτομα.

Τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν από τα άτομα του δείγματος με προσωπικές συνεντεύξεις το καλοκαίρι του 1995. Στα στοιχεία που προέκυψαν μετά την κωδικοποίηση των ερωτήσεων εφαρμόσαμε την περιγραφική στατιστική ανάλυση με τη χρησιμοποίηση περιγραφικών στατιστικών μέτρων όπως οι απόλυτες και σχετικές συχνότητες. Για τον υπολογισμό αυτών των μέτρων χρησιμοποιήθηκε το « Στατιστικό Πακέτο για τις Κοινωνικές Επιστήμες » (SPSS/PC+) σε προσωπικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έγιναν ακόμη 4 ημικατευθυνόμενες συνεντεύξεις με 4 νέους αγρότες του Πεντάλοφου, 3 άνδρες και μία γυναίκα, προκειμένου να διασαφηνίσουμε και να κατανοήσουμε σε βάθος τις στάσεις των αγροτών σε θέματα που αφορούν την εγκατάστασή τους στη γεωργία.

Αποτελέσματα της έρευνας

Τα χαρακτηριστικά των νέων γεωργών

Το δείγμα μας αποτελείται από 16 άτομα, 14 άντρες και 2 γυναίκες², με μέση ηλικία τα 34,25 χρόνια. Από το σύνολο των 16 νέων αγροτών οι 8 τελείωσαν το δημοτικό σχολείο, οι 2 το γυμνάσιο, οι 3 το λύκειο και οι 3 ήταν πτυχιούχοι των ΤΕΙ. Είναι χαρακτηριστικό ότι το υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο έχουν οι νέοι ηλικίας μικρότερης των 30 ετών, γεγονός που δείχνει την τάση των μικρότερης ηλικίας νέων για μεγαλύτερης διάρκειας σπουδών, σε σχέση με τις μεγαλύτερες ηλικίες. Όλα τα μέλη του δείγματός μας έχουν παρακολουθήσει επιμορφωτικά σεμινάρια στα Κέντρα Επαγγελματικής Γεωργικής Εκπαίδευσης, απαραίτητη προϋπόθεση για ένταξή τους στους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

² Στις 71 εκμεταλλεύσεις νέων αγροτών υπήρχαν μόλις 8 γυναίκες αρχηγοί της εκμετάλλευσης.

Από τα στοιχεία της έρευνας διαπιστώνουμε ότι στη διαδοχή και ταυτόχρονα στην κληρονομήση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, ανεξάρτητα ηλικίας, διάδοχος είναι ένα από τα αγόρια της οικογένειας και όχι από τα κορίτσια, εκτός και αν η οικογένεια έχει μόνο κορίτσια. Στην περίπτωση που αρχηγός της γεωργικής εκμετάλλευσης είναι γυναίκα, η αρχηγία είναι τυπική, μια και η πραγματική διαχείριση της εκμετάλλευσης ασκείται από τον σύζυγο ή στην καλύτερη περίπτωση και από τους δύο.

Από συνέντευξη που πραγματοποιήσαμε με μια νέα αγρότισσα ηλικίας 39 ετών, η οποία ήταν το μοναδικό παιδί της οικογένειας, διαπιστώσαμε ότι αυτή διαδέχτηκε και κληρονόμησε τη γεωργική εκμετάλλευση από τον πατέρα της, μετά το θάνατό του, πριν ακόμα παντρευτεί και συνέχισε να εμφανίζεται ως αρχηγός της και μετά το γάμο της, μια και ο σύζυγός της ήταν ελεύθερος επαγγελματίας. Ωστόσο η ουσιαστική διαχείριση της εκμετάλλευσης δεν ασκείται από την ίδια αλλά από το σύζυγό της, παρά το γεγονός ότι ο τελευταίος εμφανίζεται ως συμβοηθούν μέλος της εκμετάλλευσης.

Οι 12 από τους 16 αρχηγούς γεωργικών εκμεταλλεύσεων είναι παντρεμένοι και οι 10 από αυτούς έχουν από 1 έως 3 παιδιά, ηλικίας 2,5-20 ετών. Οι περισσότεροι από αυτούς κατοικούν με την γυναίκα και τα παιδιά τους σε ιδιόκτητες, ανεξάρτητες από τις πατρογονικές κατοικίες, οι οποίες διαθέτουν όλες τις ανέσεις της σύγχρονης κατοικίας (ψυγείο, πλυντήριο, έγχρωμη τηλεόραση κ.α). Την εποχή της έρευνας τα 14 από τα 16 άτομα δεν είχαν τους γονείς τους υπό την προστασία τους, ωστόσο δήλωσαν ότι όταν οι γονείς τους φθάσουν σε προχωρημένη ηλικία θα αναλάβουν τη φροντίδα τους. Όσοι δεν είναι παντρεμένοι, κατοικούν με τους γονείς τους.

Το μέσο μέγεθος της οικογένειας ανέρχεται στα 3,63 άτομα, με μέγιστο τα 7 άτομα και ελάχιστο τα 2.

Η ηλικία εγκατάστασης των νέων στη γεωργία κυμαίνεται από 18 έως 31 χρόνια. Τα 10 από τα 16 άτομα έγιναν αρχηγοί των εκμεταλλεύσεών τους σε ηλικία 22 έως 26 χρόνων. Τα άτομα με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο εγκαταστάθηκαν σε μεγαλύτερη ηλικία από τα υπόλοιπα.

Το σύνολο των ερωτηθέντων νέων παραγωγών προέρχεται από αγροτικές οικογένειες και εγκαταστάθηκε είτε στις εκμεταλλεύσεις των γονιών τους, είτε σε αυτές των πεθερικών τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι σχεδόν όλοι υπήρξαν συμβοηθούντα μέλη στην γεωργική εκμετάλλευση των γονιών τους, από την παιδική τους ηλικία, και κατά συνέπεια γνώριζαν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του γεωργικού επαγγέλματος.

Μόνον οι 4 από το σύνολο των 16 δήλωσαν ότι εγκαταστάθηκαν στη γεωργία επειδή αγαπούσαν το επάγγελμα και ήθελαν να παραμείνουν στο χωριό. 4 εγκαταστάθηκαν για να επωφεληθούν των επιδοτήσεων και οικονομικών ενισχύσεων που παρέχονται από το κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ 8 δήλωσαν ότι η εγκατάστασή τους δεν ήταν αποτέλεσμα ελεύθερης επιλογής, αλλά άλλων συγκυριών που συνδέονταν με την αδυναμία τους να συνεχίσουν τις σπουδές τους ή να βρουν μια άλλη δουλειά. Το γεγονός της γειννιάσης του Πενταλόφου με τη Θεσσαλονίκη, το καλό οδικό δίκτυο, αλλά και η ήδη υπάρχουσα υποδομή της γεωργίας στο χωριό, λειτούργησαν θετικά προς την κατεύθυνση της εγκατάστασης.

Τα χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης

Το σύνολο των ερωτηθέντων παραγωγών, εκτός δυο περιπτώσεων, εγκαταστάθηκε σε εκμεταλλεύσεις γεωργοκτηνοτροφικής κατεύθυνσης. Από τους 16 νέους του δείγματός μας μόνο οι 5 διατήρησαν στα ίδια επίπεδα το μέγεθος της εκμετάλλευσής τους με αυτό που κληρονόμησαν από τους γονείς τους. Οι υπόλοιποι 11 αύξησαν το μέγεθος των εκμεταλλεύσεων τους, στο χρονικό διάστημα μεταξύ της εποχής της εγκατάστασής τους και σε αυτή της διεξαγωγής της έρευνας (11,25 χρόνια κατά μέσο όρο). Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το μέγεθος της καλλιεργούμενης γης ανά εκμετάλλευση πέρασε από τα 38,3 στα 93,6 στρέμματα κατά μέσο όρο³ από τα οποία 28,6 στρέμματα ήταν ιδιόκτητα, 43,8 στρέμματα νοικιασμένα και τα υπόλοιπα 21,2 τους είχαν παραχωρηθεί από άλλα μέλη της οικογένειας με μόνη υποχρέωση την καλλιέργειά τους.

Το ζωικό κεφάλαιο από τις 24,2 έφτασε στις 67,5 ζωικές μονάδες ανά εκμετάλλευση, αύξηση της τάξης του 178,9%, με ελάχιστο τις 27 και μέγιστο τις 167 ζωικές μονάδες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι νέοι αγρότες αντικατέστησαν τις εγχώριες φυλές των αγελάδων με βελτιωμένες φυλές από την Ολλανδία και την Ουγγαρία, ενώ οι φυλές των αιγοπροβάτων παρέμειναν εγχώριες αλλά βελτιώθηκαν γενετικά.

³ η αύξηση αναφέρεται στο σύνολο της ενοικιαζόμενης και της ιδιόκτητης γης

Παρότι το σύνολο των παραγωγών αύξησε το μέγεθος της εκμετάλλευσής του, καθένας από αυτούς ακολούθησε μια διαφορετική στρατηγική μεγέθυνσης, δίνοντας έμφαση είτε στην αύξηση του ζωικού, είτε στην αύξηση του φυτικού κεφαλαίου.

Η σημαντικότερη αύξηση που παρατηρήθηκε στην κτηνοτροφία των γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων είναι συνδεδεμένη μεταξύ άλλων με την ανάπτυξη μεγάλων βιομηχανιών στην περιοχή (ΑΓΝΟ, ΜΕΒΓΑΛ, NESTLE, ΑΛΠΙΝΟ κλπ.). Οι βιομηχανίες αυτές συνετέλεσαν στη σταθεροποίηση της ζήτησης του γάλακτος και των διακυμάνσεων της τιμής αυτού.

Το σύστημα των ποσοτώσεων φαίνεται να αποτελεί ανασχετικό παράγοντα της περαιτέρω ανάπτυξης της κτηνοτροφίας αλλά και της εγκατάστασης νέων αγροτών σε αυτόν τον κλάδο. Εξάλλου, οι κτηνοτρόφοι της περιοχής υποστηρίζουν ότι το σύστημα αυτό βοηθά τους μεγάλους κτηνοτρόφους να γίνουν μεγαλύτεροι και τους μικρούς να εξαφανισθούν. Υποστηρίζουν επίσης τον ελλιπή ρόλο που έπαιξαν οι Διευθύνσεις Γεωργίας στην ενημέρωσή τους σε σχέση με το σύστημα των ποσοτώσεων.

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι νέοι γεωργοί του Πενταλόφου κατά την άσκηση του επαγγέλματός τους, οδηγούν τους 8 από αυτούς στην απόφαση να μην παροτρύνουν τα παιδιά τους να ασχοληθούν με τη γεωργία. Μόνο 5 γεωργοί επιθυμούν ένα από τα παιδιά τους να γίνει γεωργός και οι υπόλοιποι δεν έχουν αποφασίσει ακόμη. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αρχηγοί των μεγάλων γεωργοκτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, δεν αντιμετωπίζουν τη γεωργία σαν ένα τομέα που θα προσέφερε ικανοποιητική επαγγελματική αποκατάσταση στα παιδιά τους, λόγω των ιδιαιτεροτήτων που επικρατούν στο γεωργικό επάγγελμα.

Όσον αφορά την εξέλιξη της φυτικής παραγωγικής κατεύθυνσης της εκμετάλλευσής, παρατηρείται μια αναλογία ανάμεσα σε αυτήν και στις κοινοτικές επιδοτήσεις υποστήριξης των προϊόντων. Στις επιδοτήσεις αυτές οφείλεται για παράδειγμα η σημαντική αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων σκληρού σιταριού και η μείωση αυτών του μαλακού. Παρατηρείται επίσης μια άμεση σχέση της κατεύθυνσης της φυτικής παραγωγής της εκμετάλλευσής με την εξέλιξη κτηνοτροφικής κατεύθυνσης. Έτσι αν και η σύνθεση των σιτηρεσίων των εκτρεφόμενων ζώων βασίζεται συχνότερα σε συμπυκνωμένες ζωοτροφές, που προέρχονται από το εμπόριο, η φυτική παραγωγή της εκμετάλλευσής προσανατολίζεται προς την ικανοποίηση των διατροφικών απαιτήσεων των ζώων.

Η απαιτούμενη από τους κλάδους παραγωγής εργασία, εκφρασμένη σε μονάδες ανθρώπινης εργασία (Μ.Α.Ε), αυξήθηκε από 2,62 μονάδες, κατά μέσο όρο ανά εκμετάλλευση την εποχή της εγκατάστασης των νέων, στις 2,68. Η μικρή αύξηση της απαιτούμενης εργασίας σε σχέση με τη σημαντική αύξηση του μεγέθους των εκμεταλλεύσεων, αποδίδεται κατά κύριο λόγο στην εκμηχάνισή τους. Η εργασία στην εκμετάλλευση εξασφαλίζεται συνήθως από άτομα της οικογένειας - σύζυγος, γονείς και πεθερικά - κυρίως από τους άνδρες, και πολύ σπάνια από τα παιδιά. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι η οικογενειακή εργασία αντιπροσωπεύει 2,2 μονάδες από το σύνολο των 2,68.

Από το σύνολο των 16 νέων αγροτών μόνο 1 είναι πολυαπασχολούμενος. Οι υπόλοιποι 15 απασχολούνται αποκλειστικά στη γεωργία, γεγονός που το αποδίδουν στο ικανοποιητικό εισόδημα που επιτυγχάνουν από την εκμετάλλευσή τους, λόγω του μεγάλου μεγέθους της, στις αυξημένες απαιτήσεις σε εργασία που έχει η κτηνοτροφία σε καθημερινή βάση, γεγονός που δεν τους αφήνει ελεύθερο χρόνο να ασχοληθούν και με άλλες δραστηριότητες.

Ωστόσο, 11 νέοι γεωργοί εκφράζουν την επιθυμία εξωγεωργικής απασχόλησής τους, κυρίως στον τουρισμό και στο εμπόριο. Αξίζει να σημειωθεί ότι 8 από αυτούς, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι νεαρής ηλικίας, ανήκουν στην κατηγορία των γεωργών που το μέγεθος της καλλιεργούμενης γεωργικής έκτασης είναι μικρότερο των 90 στρεμμάτων και ο αριθμός των εκτρεφόμενων ζώων, εκφρασμένων σε ζωικές μονάδες, μικρότερος των 75.

Διαδικασίες εγκατάστασης στη γεωργία

Οι γονείς εξακολουθούν να επηρεάζουν τη λήψη των αποφάσεων που αφορούν τη γεωργική εκμετάλλευση, ενώ ο ρόλος τους στη λήψη της τελικής απόφασης του νέου που σκέφτεται να εγκατασταθεί κρίνεται ως εξαιρετικά σημαντικός. Σημαντική είναι η μαρτυρία ενός νέου ο οποίος ανέφερε ότι άρχισε να εργάζεται στην οικογενειακή γεωργική εκμετάλλευση μόλις τελείωσε τις στρατιωτικές του υποχρεώσεις, ως συμβοηθούν μέλος. Το 1991, με τη δημιουργία του κτηνοτροφικού πάρκου στην περιοχή, ο πατέρας, ο οποίος είχε ήδη

συμμετάσχει στον κανονισμό 797/85 προκειμένου να εκσυγχρονίσει την εκμετάλλευσή του, αποφάσισε να μεταβιβάσει τη γεωργική του εκμετάλλευση στα δύο αγόρια του, προκειμένου αυτά να επωφεληθούν των οικονομικών ενισχύσεων που προέβλεπε η δημιουργία του κτηνοτροφικού πάρκου. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι τα δύο παιδιά εμφανίζονται ως αρχηγοί της γεωργικής εκμετάλλευσης, δεν μπορούν να λάβουν απόλυτα ελεύθερα τις αποφάσεις που αφορούν τη διαχείρισή της, καθότι ο πατέρας έχει πάντα τον τελευταίο λόγο.

Από το σύνολο των 16 γεωργών οι 15 πραγματοποίησαν επενδύσεις στην εκμετάλλευσή, με κύρια κατεύθυνση την κτηνοτροφία. Οι επενδύσεις αυτές αφορούσαν κυρίως τον εκσυγχρονισμό και την εκμηχάνιση της κτηνοτροφίας (αγορά βελτιωμένων φυλών, αμελκτικών μηχανών κ.α) αλλά και τη δημιουργία της κατάλληλης υποδομής. Οι επενδύσεις αυτές μπόρεσαν να πραγματοποιηθούν χάρη στα *κοινοτικά προγράμματα* τα οποία αποτελούν μια από τις απολύτως αναγκαίες συνθήκες για την αναβάθμιση της αποτελεσματικότητας των αγροτικών εκμεταλλεύσεων της εν λόγω περιοχής. Συγκεκριμένα, από το σύνολο των 16 αγροτών του δείγματος μας οι 10 εντάχθηκαν στον κανονισμό 2328/91 (άρθρο 11) και έκαναν επενδύσεις κυρίως στην κτηνοτροφία και ειδικότερα στην αγορά μηχανολογικού εξοπλισμού, στην αναβάθμιση του γενετικού υλικού της εκμετάλλευσης, αλλά και σε έργα υποδομής (στάβλους, αποχετεύσεις κλπ.). Αντίθετα, το άρθρο 10 του ίδιου κανονισμού, το οποίο αφορά το *πριμ* πρώτης εγκατάστασης στη γεωργία, δεν φαίνεται να αξιοποιήθηκε ιδιαίτερα από τους νέους αγρότες μια και μόνο δύο από αυτούς επωφελήθηκαν αυτού για την εγκατάστασή τους στη γεωργία.. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε κυρίως στην ελλιπή πληροφόρηση που είχαν από το Υπουργείο Γεωργίας.

4 από τους νέους του δείγματός μας, αξιοποιώντας τη δημιουργία του κτηνοτροφικού πάρκου στην περιοχή, μετέφεραν τις εκμεταλλεύσεις τους σε νέες, σύγχρονες και δυναμικές εγκαταστάσεις, και είναι αυτοί που πραγματοποίησαν τις μεγαλύτερες επενδύσεις.

Αυτό που πρέπει να επισημάνουμε είναι ότι οι νέοι αγρότες του δείγματός μας υποστηρίζουν πως τα *κοινοτικά προγράμματα*, παρά τις δυσκολίες εφαρμογής που παρουσιάζουν - οι οποίες αποδίδονται κατά κύριο λόγο στην ελλιπή πληροφόρηση που τους παρέχεται από τις διευθύνσεις του Υπουργείου Γεωργίας, καθώς επίσης και στη διαδικασία που προβλέπεται για ένταξή τους στους σχετικούς κανονισμούς - διευκολύνουν την εγκατάσταση των νέων στη γεωργία και συμβάλλουν στην καλή λειτουργία των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Υποστηρίζουν επιπλέον ότι εάν η γεωργία και η κτηνοτροφία στην Ελλάδα έχουν κάποιο μέλλον, αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη συνέχιση της οικονομικής τους στήριξης. Χωρίς τη στήριξη αυτή, καταδικάζονται σε μαρασμό.

Ικανοποίηση των νέων από την εγκατάστασή τους στη γεωργία

Από το σύνολο των 16 νέων αγροτών που εγκαταστάθηκαν στη γεωργία οι 12 δεν ήταν ικανοποιημένοι από το επάγγελμα του γεωργού. Η μη ικανοποίησή τους αποδίδεται από τους ίδιους στο σχετικά χαμηλό και αβέβαιο εισόδημα που πετυχαίνουν σε σχέση με την εργασία που απαιτείται για τη λειτουργία της εκμετάλλευσης, αλλά και στην έλλειψη κοινωνικής καταξίωσης του γεωργικού επαγγέλματος, στις ιδιαιτερότητές του και στα προβλήματα οργάνωσης και εμπορίας που αντιμετωπίζουν. Αξίζει να σημειωθεί πως οι γεωργοί με τις μεγαλύτερες γεωργικές εκμεταλλεύσεις εμφανίζονται να είναι οι λιγότερο ικανοποιημένοι από το γεωργικό επάγγελμα, παρά το γεγονός ότι, σύμφωνα με την άποψη των μελών του δείγματός μας, στην κλειστή κοινωνία του χωριού, η κοινωνική καταξίωση του γεωργικού επαγγέλματος και των γεωργών προσδιορίζεται από το μεγάλο μέγεθος της γεωργικής εκμετάλλευσης, την εκμηχάνισή της, το υψηλό εισόδημα και τον εμφανή τρόπο με τον οποίο οι γεωργοί «ξοδεύουν τα λεφτά τους».

Παρ' όλα αυτά, οι 9 από τους 16 νέους γεωργούς, οι περισσότεροι από τους οποίους ανήκουν στην κλάση ηλικιών από 22-38 ετών, θα επέλεγαν και πάλι το ίδιο επάγγελμα, εάν καλούνταν να επιλέξουν εκ νέου το επάγγελμά τους. Από τους υπόλοιπους 7, οι 6 θα προτιμούσαν την απασχόλησή τους στο δημόσιο τομέα, γιατί βρίσκουν ότι είναι πιο εύκολο και δεν ενέχει κινδύνους.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε πως η τελική απόφαση εγκατάστασης των νέων στη γεωργία επηρεάζεται αποφασιστικά από τρεις φορείς καθέννας από τους οποίους δρα σε ένα διαφορετικό επίπεδο. Από την περίπτωση της κοινότητας του Πενταλόφου, φαίνεται ότι η εγκατάσταση των νέων στη γεωργία είναι

υπόθεση του κράτους, της γεωργικής οικογένειας και κυρίως του πατέρα-αρχηγού της εκμετάλλευσης και του ίδιου του νέου ο οποίος προτίθεται να εγκατασταθεί στη γεωργία.

Το κράτος ως εκφραστής των στόχων της ελληνικής και ευρωπαϊκής αγροτικής πολιτικής με τις οικονομικές ενισχύσεις που παρέχει, μέσω κυρίως των κοινοτικών κανονισμών, καθορίζει την απόφαση των νέων για εγκατάσταση. Τα προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αξιοποιήθηκαν περισσότερο ήταν αυτά που απέβλεπαν στον εκσυγχρονισμό της κτηνοτροφικής κατεύθυνσης της εκμετάλλευσης και στη στήριξη των κλάδων της φυτικής παραγωγής. Τα προγράμματα όμως που αφορούσαν στην εγκατάσταση των νέων στη γεωργία, έτσι όπως εφαρμόζονται από την ελληνική πολιτεία, φαίνεται να μην αξιοποιήθηκαν επαρκώς από τους νέους του Πεντάλοφου μέχρι το 1997, γεγονός που αποδίδεται από τους ίδιους κυρίως στην ελλιπή ενημέρωση που είχαν από τους αρμόδιους φορείς, στη γραφειοκρατική οργάνωση των φορέων αυτών και στο χαμηλό ύψος του πριμ πρώτης εγκατάστασης. Από τις αναλύσεις διαφαίνεται ότι οι γεωργοί δεν έχουν αντιληφθεί το ρόλο των επιδοτήσεων, οι οποίες δεν είναι παρά προσωρινά μέτρα ενίσχυσης των γεωργών για τις απαιτούμενες δομικές αλλαγές και εκσυγχρονισμό των γεωργικών τους εκμεταλλεύσεων. Η εφαρμογή των προγραμμάτων χωρίς ενημέρωση για τη φιλοσοφία και τους στόχους τους είναι η κυριότερη αιτία δημιουργίας ψευδών και λαθεμένων εντυπώσεων.

Η εγκατάσταση των νέων αγροτών στον Πεντάλοφο εγγράφεται στην περίπτωση της οικογενειακής συνέχειας ή αναπαραγωγής των διαδόχων, με υιοθέτηση του σύγχρονου μοντέλου εκμετάλλευσης και της επιχειρηματικής αντιμετώπισης της διαχείρισής της, γεγονός που εκφράζεται με την αύξηση του μεγέθους και τον εκσυγχρονισμό των εκμεταλλεύσεων. Η εγκατάσταση αυτή φαίνεται να είναι το αποτέλεσμα σειράς παραγόντων που αφορούν και τον ίδιο το νέο αγρότη, όπως είναι τα προσωπικά του χαρακτηριστικά, οι επιδιώξεις και πεποιθήσεις του σχετικά με το γεωργικό επάγγελμα, αλλά και η αδυναμία εξεύρεσης μιας εργασίας εκτός του πρωτογενή τομέα.

Από την πλευρά της γεωργικής οικογένειας κύριο ρόλο στη λήψη της απόφασης του νέου να εγκατασταθεί στη γεωργία παίζει ο πατέρας-αρχηγός της εκμετάλλευσης, ο οποίος και μετά τη μεταβίβαση της εκμετάλλευσης στους διαδόχους του, φαίνεται να εξακολουθεί να κατέχει καθοριστικό ρόλο στη διοίκηση και διαχείρισή της.

Σήμερα, η αναπαραγωγή των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στον Πεντάλοφο φαίνεται να μην παρουσιάζει ιδιαίτερο πρόβλημα. Η κατάσταση όμως αυτή φαίνεται ιδιαίτερα δύσκολο να διατηρηθεί στο μέλλον καθώς η κοινοτική πολιτική επιβάλλει όλο και στενότερα, κάθε χρόνο, περιθώρια στην εντατικοποίηση της γεωργίας και στην παραπέρα αύξηση της παραγωγής γάλακτος (σύστημα ποσοτώσεων), θέτοντας έτσι πρόβλημα όχι μόνο στην ανάπτυξη, αλλά και, σε ορισμένες περιπτώσεις, στην επιβίωση των γεωργοκτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, καθώς επίσης και στην είσοδο νέων ατόμων στον κλάδο.

Young farmer's installation in agriculture. A case study of Pentalofos (Thessaloniki area)

Eleftheria Vounouki¹, Olga Iakovidou²

SUMMARY

The actual situation in agriculture has been characterised by a deep crisis, that is translated among others to the unwillingness of young people to deal with agriculture.

The young farmers' installation depends on the State, on the agricultural family and on the eventual young farmer.

The on spot results of the research the commune of Pentalofos in the department of Thessaloniki showed that it disposes all these characteristics that presuppose its dynamic development in the agricultural sector. The reproduction of the agricultural farms is accomplished without any special problem and the young farmers'

¹ *Phd Candidate, Paris X- Nanterre*

² *Assoc. Professor, School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki*

installation follows the modern model of the family reproduction. The young farmers of the region take advantage sufficiently of the European programmes that concern the improvement of the farms' structure efficiency. But, these programs don't consist the most decisive factor to their installation.

Key words: Installation to agriculture, Young farmer, Succession, Family farm, Pentalofos, department of Thessaloniki.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αικατερινιάδου, Σ., Δημητριάδου, Κ., Διαμαντόπουλος, Σ., Κουτσού, Σ., Παπαθεοδώρου, Κ. - *Τ.Α.Π αναπτυξιακού συνδέσμου «Εχέδωρος»*. - Θεσσαλονίκη : Σπ, 1995.
- Ανανίκας, Α., Δαουτόπουλος, Γ., Ιακωβίδου, Ο., Κλαυδιανού- Παπαδάκη, Α., Σιάρδος, Γ. - *Το πρόβλημα της διαδοχής στην ελληνική γεωργία* - Αθήνα: Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών. Θέματα Προγραμματισμού 5, 1984.
- Βερούλος, Ν., Damianakos S. - *Grèce : « Le cache-cache entre la modernité et la tradition »* (pp. 175-232), in Jollivet, M. «Vers un rural postindustriel. Rural et environnement dans huit pays européens». - Collection «Environnement». - L'Harmattan. - 1997, p.371.
- Commission des Communautés Européennes D.G.VI. - Agriculture, Bruxelles, 1998.
- Δαουτόπουλος, Γ., Θεοφίλου, Μ., Ανανίκας, Α. - *Η νεολαία της υπαίθρου. Ζωή - Στόχοι - Προβληματισμοί. Αποτελέσματα έρευνας*. - Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ, 1989.
- Δαμανάκος Σ. - *Το δυσέυρετο μοντέλο της ελληνικής γεωργίας στο Κασίμης, Χ., Λουλούδης, Α., Η Ελληνική αγροτική κοινωνία στο τέλος του εικοστού αιώνα*. - ΕΚΚΕ- Πλέθρον, 1999, σσ. 55-84.
- Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. - *Κανονισμός (ΕΟΚ) ν 797/85 του συμβουλίου της 12ης Μαρτίου 1985, Αριθ. L93/1*. - Λουξεμβούργο, 30/3/85.
- Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. - *Κανονισμός (ΕΟΚ) ν 2328/91 του συμβουλίου της 15ης Ιουλίου 1991, Αριθ. L218/1*. - Λουξεμβούργο, 6/8/91.
- Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. - *Κανονισμός (ΕΟΚ) ν 2079/92 του συμβουλίου της 30ης Ιουνίου 1992, Αριθ. L251/91*. - Λουξεμβούργο, 30/7/92.
- Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. - *Κανονισμός (ΕΕ) ν. 950/97 του συμβουλίου της 20ης Μάιου 1997, Αριθμ. L142/1*. - Λουξεμβούργο, 2/6/97.
- Ζακοπούλου, Ε. - *Πολυαπασχολούμενοι και Γεωργία: προς μια νέα αντίληψη ενός πολυδιάστατου φαινομένου στο Κασίμης, Χ., Λουλούδης, Α., Η Ελληνική αγροτική κοινωνία στο τέλος του εικοστού αιώνα* - ΕΚΚΕ- Πλέθρον, 1999, σσ. 115-147.
- Galland, O., Lambert, Y. - *Les Jeunes Ruraux*. - Paris : L'Harmattan, 1992.
- Jollivet, M.; Eizner, N. - *L'Europe et ses campagnes*. - Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris, 1996.
- Ιακωβίδου, Ο, Βόλτσου, Α, Χριστοφόρου Β., - *Οι νέοι αγρότες και ο γάμος. Πρότυπα, Αντιλήψεις και Πρακτικές*. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, τ.98-99, 1999, σσ. 199-220.
- Institut National de la Recherche Agronomique, Dijon. - *La transmission des exploitations agricoles et l'installation des agriculteurs dans la CEE, monographies nationales : Grèce*. - Dijon : INRA, 1990. - DG VI A5 N°D 01953.
- Institut National de la Recherche Agronomique, Dijon. *Rapport de Synthèse. La transmission des exploitations agricoles et l'installation des agriculteurs dans la CEE*. - Dijon : INRA, 1991.
- Καζακόπουλος, Α. - *Όψεις της Γαιοκτησίας και διαδοχής στην Ελλάδα - Ιρλανδία και ο ρόλος του κράτους στο Παπαγεωργίου, Κ., Μαραβέγιας, Ν., Σολδάτος, Π., Κράτος και Αγροτικός χώρος*. Εισηγήσεις 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Αγροτικής Οικονομίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωργικής Οικονομίας, Εκδόσεις Παπαζήση, 1996, σσ.468-478.
- Κασίμης, Χ., Παπαδόπουλος, Α. Γ. - *Η διατήρηση της οικογενειακής γεωργίας και η καπιταλιστική ανάπτυξη της γεωργίας στην Ελλάδα: Μια κριτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στο Κασίμης, Χ., Λουλούδης, Α., Η Ελληνική αγροτική κοινωνία στο τέλος του εικοστού αιώνα* - ΕΚΚΕ- Πλέθρον, 1999, σσ. 85-114.
- Lamarche, H. - *La pluriactivité agricole : une solution pour les agriculteurs marginalisés?* dans l'ASSOCIATION DES RURALISTES FRANÇAIS, La pluriactivité dans les familles agricoles, A.R.F, Editions, 1984, pp.

195-202.

Laurent, C. - *A la recherche de la déprise agricole* - Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA, n 17. - INRA : août 1992, pp. 5-26.

Moissidis, A., Duquenne, M-N. - *Peri- Urban Rural Areas in Greece: The case of Attica* in: Sociologia Ruralis, Volume 37, Number 2, Special Issue: Rural Greece: Fragile Structures and New Realities, August 1997.

Organisation de Cooperation et de Developpement Economique, Paris. - *Réforme de la politique agricole, nouvelles orientations : le rôle des paiements directes au revenu.* - Paris : OCDE, 1994.

Segalin, M. - *Sociologie de la famille.* - Paris : Armand Colin, 1981.

Τσάτσας, Π.- *Έρευνα για τα κοινωνικά χαρακτηριστικά της απασχόλησης. Μελέτη III Τουρισμός και αγροτική πολυδραστηριότητα.* - Αθήνα : ΕΚΚΕ, 1991.

Vounouki, E.- *L'installation des jeunes agriculteurs en Grèce: Le cas de la commune de Pentalofos.* - Master of Science IAMM Montpellier-France, 1996.

Υπουργείο Γεωργίας, Κίνητρα για τους νέους αγρότες.- Αθήνα, 1998.

Διατοπική αξιολόγηση ως προς την απόδοση σε καρπό και ποιοτικά γνωρίσματα σε ποικιλίες κριθαριού (*Hordeum vulgare* L)

Κ.Μπλαδενόπουλος¹, Γ.Θεουλάκης¹, Δ.Γκόγκας¹, Μ.Ηρακλή¹, Ε.Καρτίτση²,
Ι.Ευσταθίου³, Χ.Καραμαλίγκας⁴ και Θ.Αδαμίδης¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δέκα ποικιλίες κριθαριού που δημιουργήθηκαν στο Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης, αξιολογήθηκαν σε οκτώ περιοχές της Ελλάδος (αγροκτήματα Σταθμών Γεωργικής Έρευνας) και για τρεις συνεχείς καλλιεργητικές περιόδους (1992/93, 1993/94 και 1994/95). Μελετήθηκαν η απόδοση σε καρπό, το βάρος 1000 κόκκων, το ποσοστό των κόκκων με πάχος $\geq 2,5\text{mm}$ και η περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη. Μελετήθηκε επίσης η διατοπική και διαχρονική σταθερότητα των ποικιλιών αυτών ως προς την απόδοση και τα ποιοτικά γνωρίσματα από την οποία προέκυψαν σημαντικά στοιχεία που αφορούν την προσαρμοστικότητα αυτών των ποικιλιών. Οι ποικιλίες Γ-015785 (Κως), Γ-016162, Γ-016171 και Γ-015701 έδειξαν να υπερέχουν στην απόδοση σε καρπό από τις άλλες ποικιλίες καθώς και από τους μάρτυρες, ενώ οι ποικιλίες Γ-015616, Γ-016251 (Κύπρος) και η Γ-016252 είχαν υψηλό βάρος και διαμέτρημα κόκκου αλλά και υψηλή περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη. Παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης, βάρους και πάχους κόκκων και αρνητική μεταξύ πρωτεΐνης και των τριών άλλων χαρακτηριστικών. Οι περιοχές Σερρών, Βαρδατών, Παλαμά και Αγίου Μάμαντα, έχουν τις καλύτερες προϋποθέσεις για καλλιέργεια κριθαριού ζυθοποιίας. Ένα αξιοσημείωτο εύρημα αυτής της εργασίας είναι ότι το κριθάρι έδειξε ότι είναι καλλιέργεια με μεγαλύτερη σταθερότητα σε αποδόσεις αλλά και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά στη χώρα μας σε σχέση με άλλα χειμερινά σιτηρά.

Λέξεις Κλειδιά: Κριθάρι, απόδοση σε καρπό, ποιοτικά χαρακτηριστικά, προσαρμοστικότητα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από γενετική άποψη η απόδοση σε καρπό είναι ποσοτικό γνώρισμα, δηλαδή ελέγχεται από το σύνολο των γονιδίων του φυτού που δρουν σε όλη την πορεία ανάπτυξής του και η δράση τους επηρεάζεται από το περιβάλλον (Hockett και Nilan, 1985). Οι Rasmusson και Cannell (1970) απέδειξαν ότι περιβαλλοντικοί, καθώς επίσης και γενετικοί παράγοντες, μπορεί να είναι υπεύθυνοι για θετικούς φαινοτυπικούς συσχετισμούς.

Η μελέτη της προσαρμοστικότητας των ποικιλιών καθώς και η ικανότητά τους να αντιμετωπίζουν τις βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις δίνει τη δυνατότητα στον βελτιωτή να αξιολογήσει το δυναμικό της απόδοσης. Μία ποικιλία κριθαριού είναι επιτυχημένη όταν αποδίδει ικανοποιητικά κάτω από διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες σε διαφορετικές περιοχές. Οι Finlay και Wilkinson (1963) μέτρησαν την προσαρμοστικότητα χρησιμοποιώντας τη γραμμική συμμεταβολή κάθε καλλιεργούμενης ποικιλίας στη μέση απόδοση κάθε περιοχής και καλλιεργητικής περιόδου. Η επιλογή για ευρεία προσαρμοστικότητα, μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα με διεύρυνση του δικτύου πειραματισμού στον χώρο και τον χρόνο (St. Pierre κ.α. 1967).

Σε ξηροθερμικό μεσογειακό περιβάλλον, ο Hadjichristodoulou (1990), αναφέρει ότι η υψηλή απόδοση συσχετίζεται θετικά με το βαθμό αξιοποίησης των ευνοϊκών συνθηκών. Επίσης, υψηλή απόδοση μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και κάτω από τις ασταθείς συνθήκες των ξηρικών περιοχών, με τη γενετική βελτίωση ορισμένων χαρακτηριστικών.

¹ ΕΘΙΑΓΕ - Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης

² ΕΘΙΑΓΕ - Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Σερρών

³ ΕΘΙΑΓΕ - Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Βαρδατών

⁴ ΕΘΙΑΓΕ - Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Παλαμά

Το πάχος του κόκκου (διαμέτρημα) υπολογίζεται με το ποσοστό % των κόκκων με διάμετρο $\geq 2,5$ mm. Ο Παπαστεφάνου, (1979) αναφέρει ότι το πάχος του κόκκου, είναι ένα χαρακτηριστικό ιδιαίτερα επιθυμητό στο κριθάρι ζυθοποιίας γιατί οι χονδροί κόκκοι είναι ένα κριτήριο υψηλής ζυθοποιητικής ικανότητας και δίνουν μεγαλύτερο ποσοστό βύνης. Σε ποσοστό κόκκων διαμέτρου $\geq 2,5$ mm άνω του 80% η απόδοση σε βύνη είναι καλή και συμφέρουσα, ενώ σε μικρότερο ποσοστό οι απώλειες σε σχετικό βάρος είναι μεγαλύτερες. Η πρωτεΐνη επίσης θεωρείται από πολλούς ότι αποτελεί τον πρώτο παράγοντα καθορισμού της ποιότητας κριθαριού (Newman κ.α., 1981). Από το πρωτεϊνικό περιεχόμενο μιας ποικιλίας κριθαριού εξαρτάται η αξία της ως ζωοτροφής, καθώς και η ποιότητα της βύνης στη ζυθοποιία. Η μελέτη της συσχέτισης της πρωτεΐνης του καρπού με την απόδοση σε καρπό αναφέρεται συνήθως ως αρνητική στο κριθάρι, σιτάρι, βρώμη, καλαμπόκι και σόργο (Frey, 1979).

Το βάρος 1000 κόκκων και το ποσοστό κόκκων με μέγεθος μεγαλύτερο από 2,5 mm βρέθηκαν αρνητικά συσχετισμένα με την πρωτεΐνη και θετικά μεταξύ των (Θεουλάκης κ.α., 1992, Μπλαδενόπουλος, 1997).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν, ποικιλίες κριθαριού που δημιουργήθηκαν με το βελτιωτικό πρόγραμμα κριθαριού του Ινστιτούτου Σιτηρών και δοκιμάστηκαν σε προκαταρκτικά διατοπικά πειράματα, να αξιολογηθούν σε ένα τελικό στάδιο πειραματισμού για σταθερότητα αποδόσεων και ποιοτικών χαρακτηριστικών.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Δέκα ποικιλίες κριθαριού του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης, αξιολογήθηκαν σε οκτώ περιοχές της Ελλάδος για τρεις συνεχείς καλλιεργητικές περιόδους (1992/93, 1993/94 και 1994/95). Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες ήταν η Georgie (ΥΓ-7331) και η Carina (ΥΓ-5889), δύο ποικιλίες που για 10 χρόνια ήταν μάρτυρες σε πειραματικούς κριθαριού του Ινστιτούτου Σιτηρών. Τα πειράματα έγιναν στους περιφερειακούς σταθμούς Γεωργικής Έρευνας Σερρών, Ξάνθης, Βαρδατών, Πτολεμαΐδος, Παλαμά και Αγίου Μάμαντα καθώς και στα αγροκτήματα του Ινστιτούτου Σιτηρών στη Θέρμη και τη Νέα Ζωή. Το πειραματικό σχέδιο ήταν τυχαίοποιημένες πλήρεις ομάδες, με τέσσερις επαναλήψεις. Τα πειραματικά τεμάχια αποτελούνταν από 7 γραμμές μήκους 4 μέτρων και απόσταση μεταξύ τους 25 cm.

Μελετήθηκαν η απόδοση σε καρπό, το βάρος κόκκων (βάρος 1000 κόκκων), το ποσοστό των κόκκων με πάχος $\geq 2,5$ mm και η περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη. Για το προσδιορισμό του ποσοστού % κόκκων με διάμετρο μεγαλύτερη από 2,5 mm, χρησιμοποιήθηκε το κόσκινο Glasblaserel des Instituts fur Garungsgewerbe. Το ολικό άζωτο μετρήθηκε στο εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας του Ινστιτούτου Σιτηρών με την κλασική μέθοδο προσδιορισμού Kjeldahl. Η περιεκτικότητα % σε πρωτεΐνη των κόκκων υπολογίστηκε από την περιεκτικότητα τους σε άζωτο με το συντελεστή 6,25.

Όλα τα πειραματικά δεδομένα αναλύθηκαν με τη μέθοδο της συμμεταβολής, όπως αυτή περιγράφεται από τους Γκόγκας (1988) και Gogas (1996). Η μέθοδος αυτή αποτελεί συνδυασμό των μεθόδων που προτάθηκαν από τους Finlay και Wilkinson (1963), Eberhart και Russel (1966) και Johnson κ.α. (1968). Σύμφωνα με την ανάλυση αυτή ο μέσος όρος κάθε πειραματικού στον οποίο συμμετέχει η ποικιλία, ή ο μέσος όρος ενός μάρτυρα, χρησιμοποιούνται σαν ανεξάρτητες και ο μέσος όρος της ποικιλίας σε κάθε ένα πειραματικό σαν εξαρτημένη μεταβλητή.

Για την ανάλυση της προσαρμοστικότητας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Finlay και Wilkinson (1963) που συνίσταται στην καταμέτρηση της συνολικής επίδρασης του περιβάλλοντος χωρίς τον προσδιορισμό των ειδικών παραγόντων που συνθέτουν την συνολική επίδραση.

Για τη στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκαν οι συνήθεις μέθοδοι διατοπικής και διαχρονικής ανάλυσης τυχαίοποιημένων πλήρων ομάδων, με επαναλήψεις. Οι συγκρίσεις μέσω όρων έγιναν με το κριτήριο Duncan (Steel και Torrie, 1960).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν, φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ετών, των περιοχών, των ποικιλιών καθώς και στις αλληλεπιδράσεις αυτών (Πίν. Ι).

Πίνακας I. Ανάλυση παραλλακτικότητας χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν
Table I. Analysis of variance of studied characteristics.

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	Μέσα τετράγωνα			
		Απόδοση σε καρπό	Βάρος 1000 κόκκων	Ποσοστό % κόκκων $\geq 2,5$ mm	Πρωτεΐνη % κόκκου
Έτη	2	1085061,7**	2643,33**	47764,2**	271,52**
Τοποθεσίες	7	1717717,6**	1486,69**	31925,6**	490,92**
Έτη x Τοποθεσίες	14	212645,0**	439,92**	12028,0**	105,83**
Απόδοση	11	22399,3**	705,53**	9549,6**	13,53**
Έτη x Απόδοση	22	7920,7**	36,377**	1055,4**	1,341**
Τοποθεσίες x Απόδοση	77	6421,3**	21,686**	386,98**	2,123**
Έτη x Τοποθεσίες x Απόδοση	154	6011,5**	17,311**	170,74**	1,734**
Σφάλμα	792	2090,167	0,330	2,147	0,021
CV %		10,64	1.48	2,27	1,05

** Στατιστικές διαφορές για $p \leq 0.01$

Οι στατιστικές παράμετροι (εύρος τιμών, μέσος όρος, διακύμανση, τυπική απόκλιση και τυπικό σφάλμα) για τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν δείχνουν ότι οι τιμές όλων των χαρακτηριστικών ακολουθούν κανονική κατανομή (Πίν. II).

Πίνακας II. Στατιστικοί παράμετροι των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν
Table II. Statistical parameters of studied characteristics.

Χαρακτήρες	Απόκλιση τιμών	Μέσοι όροι	Διακύμανση	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Απόδοση	100-840	429,81	18527,25	136,15	4,010
B.X.K.	23,5-52,00	38,82	30,917	5,56	0,164
Πάχος κόκκου	6,3-97,70	64,55	585,18	24,19	0,713
Πρωτεΐνη %	8,14-19,84	13,78	5,289	2,30	0,068

Οι μέσοι όροι για απόδοση σε καρπό, βάρος 1000 κόκκων, ποσοστό κόκκων με πάχος $\geq 2,5$ mm και πρωτεΐνη του κόκκου των ποικιλιών κριθαριού στις οκτώ περιοχές και στα τρία έτη πειραματισμού δίνονται τον πίνακα III. Οι ποικιλίες Γ-015785, Γ-016162, Γ-016171 και Γ-015701 έδειξαν υπεροχή στην απόδοση σε καρπό. Οι ποικιλίες Γ-015616, Γ-016252 και Γ-016251, έδειξαν να έχουν μεγάλο βάρος κόκκου, μεγάλο διαμέτρημα αλλά και υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης.

Στον πίνακα IV δίδονται οι μέσοι όροι ανά περιοχή για τα τέσσερα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν. Μεγαλύτερες αποδόσεις έδωσαν οι περιοχές της Νέας Ζωής, Αγίου Μάμαντα και Βαρδατών. Οι περιοχές Σερρών και Βαρδατών, Παλαμά και Αγίου Μάμαντα, έδειξαν υψηλό διαμέτρημα και βάρος κόκκου και χαμηλό ποσοστό πρωτεΐνης, προϋποθέσεις κατάλληλες για καλλιέργεια κριθαριού ζυθοποιίας. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τον Θεουλάκη κ.α. (1992).

Οι μέσοι όροι απόδοσης σε καρπό των 12 ποικιλιών κριθαριού κατά περιοχή στα τρία έτη πειραματισμού δίνονται στον πίνακα V. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι ποικιλίες Γ-016162, Γ-016171 και Γ-015701 μαζί με τον μάρτυρα ΥΓ-5889 (Carina) έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα στις πιο ψυχρές περιοχές (Πτολεμαΐδα και Ξάνθη).

Στους επόμενους πίνακες VI, VII, VIII και IX δίδονται η μέση απόδοση και οι μέσες τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ποικιλιών κριθαριού που εξετάστηκαν, καθώς και οι συντελεστές συσχετισμού b_1 , b_2 και b_3 , έναντι του γενικού μέσου όρου και των δύο μαρτύρων. Επίσης δίδονται οι συντελεστές συσχέτισης των συσχετισμών, οι σταθεροί όροι, τα τυπικά σφάλματα, και οι τιμές των αντίστοιχων T- κριτηρίων για την ακριβέστερη εικόνα της γραμμικής συσχετισμού κάθε ποικιλίας σε κάθε γνώρισμα.

Πίνακας III. Μέσοι όροι των τριών ετών σε οκτώ περιοχές 12 ποικιλιών κριθαριού στην απόδοση και διάφορα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του κόκκου.**Table III.** Mean values for grain yield and some kernel characteristics of 12 barley varieties over three years and eight locations.

α/α	Ποικιλίες	Απόδοση kg/στρεμ	Βάρος 1000 κόκκων g	Ποσοστό % κόκκων $\geq 2,5$ mm	Πρωτεΐνη κόκκου %
1	Γ-015616	412 d	44,1 a	83,6 a	14,70 a
2	Γ-015700	420 cd	36,3 i	61,3 f	14,01 c
3	Γ-015701	446 ab	38,2 e	61,8 e	13,69 f
4	Γ-015785	451 a	38,0 e	59,4 g	13,44 i
5	Γ-015793	426 cd	37,6 f	55,7 j	13,63 g
6	Γ-016162	447 ab	36,8 h	55,0 k	13,75 e
7	Γ-016171	446 ab	38,2 e	58,8 h	13,43 i
8	Γ-016184	432 bc	37,2 g	57,4 i	13,34 j
9	Γ-016251	418 cd	42,7 b	78,2 c	13,95 d
10	Γ-016252	410 d	42,3 c	79,4 b	14,12 b
11	ΥΓ-5889	432 bc	38,6 d	64,6 d	13,57 h
12	ΥΓ-7331	412 d	35,8 j	59,3 g	13,69 f
	LSD0,05	12,9	0,16	0,41	0,041
	LSD0,01	17,0	0,21	0,54	0,054

Μέσοι όροι κατά εξεταζόμενο χαρακτήρα με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά για $p \leq 0.01$

Πίνακας IV. Μέσοι όροι των μελετηθέντων χαρακτηριστικών 12 ποικιλιών κριθαριού σε κάθε περιοχή.**Table IV.** Mean values of studied characteristics of 12 varieties at each location.

α/α	Περιοχές	Απόδοση kg/στρεμ	Βάρος 1000 κόκκων g	Ποσοστό % κόκκων $\geq 2,5$ mm	Πρωτεΐνη κόκκου %
1	Θέρμη	478 c	38,5 e	58,0 f	14,35 c
2	A.Μάμας	537 b	38,9 d	60,8 e	13,43 e
3	Παλαμάς	242 h	38,1 f	73,3 c	11,92 h
4	Σέρρες	441 e	44,0 a	85,9 a	12,08 g
5	Πτολεμαΐδα	316 g	36,2 g	53,6 g	16,88 a
6	Ξάνθη	384 f	33,3 h	39,4 h	15,94 b
7	Βαρδάτες	457 d	41,2 b	79,0 b	12,14 f
8	Νέα Ζωή	574 a	40,3 c	66,4 d	13,48 d
	LSD0,05	10,5	0,13	0,34	0,034
	LSD0,01	13,9	0,17	0,44	0,044

Μέσοι όροι κατά εξεταζόμενο χαρακτήρα με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά για $p \leq 0.01$

Σύμφωνα με τους Finlay και Wilkinson (1963) συντελεστής συµμεταβολής κοντά στην τιμή 1,00 δείχνει σταθερότητα απόδοσης και όταν συνοδεύεται από υψηλό μέσο όρο απόδοσης σημαίνει, ότι μία ποικιλία δείχνει σταθερότητα σε υψηλές αποδόσεις, ενώ αντίθετα όταν συνοδεύεται με χαμηλό μέσο όρο απόδοσης δείχνει χαμηλή σταθερότητα αποδόσεων. Συντελεστής συµμεταβολής με τιμή μεγαλύτερη από 1,00 με υψηλό μέσο όρο απόδοσης, σημαίνει ότι μία ποικιλία δείχνει να έχει ευαισθησία σε περιβαλλοντικές αλλαγές (χαμηλή σταθερότητα) αλλά και ότι έχει ειδική προσαρμοστικότητα σε ευνοϊκά για υψηλές αποδόσεις περιβάλλοντα. Αντίθετα όταν ο συντελεστής συµμεταβολής είναι μικρότερος της τιμής 1,00 με υψηλό μέσο όρο απόδοσης, σημαίνει ότι μία ποικιλία δείχνει ανθεκτικότητα σε περιβαλλοντικές αλλαγές (υψηλή σταθερότητα) αλλά και ότι έχει ειδική προσαρμοστικότητα σε περιβάλλοντα χαμηλών αποδόσεων.

Με βάση τις παραπάνω ενδείξεις, οι υψηλοαποδοτικότερες ποικιλίες (Πίν. VI) Γ-015785, Γ-016162, Γ-

Πίνακας V. Μέσοι όροι απόδοσης σε καρπό ανά περιοχή 12 ποικιλιών κριθαριού στα τρία έτη πειραματισμού.
Table V. Mean values of grain yield at each location of 12 barley varieties over the three years of experimentation.

α/α	Ποικιλίες	Θέρμη	Α.Μάμας	Παλαμάς	Σέρρες	Πτολεμαΐδα	Ξάνθη	Βαρδάτες	Ν.Ζωή
1	Γ-015616	446,2	571,6	219,4	326,0	328,0	385,8	467,6	553,0
2	Γ-015700	480,8	527,4	272,2	421,6	284,4	366,0	457,4	553,6
3	Γ-015701	492,8	514,8	254,8	501,4	357,0	400,4	452,4	599,2
4	Γ-015785	503,8	551,6	244,4	486,2	315,4	396,8	476,4	638,4
5	Γ-015793	481,4	508,8	248,6	435,8	310,6	373,8	477,2	573,8
6	Γ-016162	501,2	545,8	257,6	485,4	326,2	391,0	467,0	603,2
7	Γ-016171	486,8	541,8	251,6	464,6	327,6	420,8	486,2	593,6
8	Γ-016184	490,2	510,6	271,2	481,0	315,6	369,4	443,6	577,6
9	Γ-016251	460,6	552,8	238,0	435,2	292,4	378,2	449,2	540,6
10	Γ-016252	455,4	561,6	226,6	381,8	302,0	376,8	453,6	528,6
11	ΥΓ-5889	497,4	519,4	240,6	451,0	333,4	395,8	441,8	583,8
12	ΥΓ-7331	447,0	537,4	256,6	425,8	303,2	359,8	422,0	546,2
	M.O.	478,6	537,0	242,2	441,4	316,4	384,6	457,8	574,2
	LSD 0,05	14,42	15,92	10,13	14,12	12,36	13,61	14,22	17,06
	LSD0,01	18,94	20,21	13,22	18,83	16,01	17,06	18,70	21,32

016171 και Γ-015701 ανάλογα με τις τιμές του συντελεστή συμμεταβολής b (b1 με τον γενικό μέσο όρο, b2 με τον μάρτυρα Carina και b3 με τον μάρτυρα Georgie), μπορούν ενδεικτικά να καταταγούν ως εξής :

Γ-015785 (Κως), ειδική προσαρμοστική ικανότητα σε ευνοϊκά περιβάλλοντα.

Γ-015701, γενική προσαρμοστική ικανότητα.

Γ-016171, γενική προσαρμοστική ικανότητα με έμφαση σε ευνοϊκά περιβάλλοντα.

Γ-016162, γενική προσαρμοστική ικανότητα με έμφαση σε ευνοϊκά περιβάλλοντα.

Η διατοπική επιλογή μετά την F5 γενεά που εφαρμόζεται στο πρόγραμμα κριθαριού, όπως παρουσιάζεται από την συμπεριφορά των παραπάνω ποικιλιών, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη δημιουργία ποικιλιών με ευρεία προσαρμοστικότητα γεγονός με το οποίο συμφωνούν και άλλοι ερευνητές (St. Pierre κ.α. 1967).

Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά οι ποικιλίες Γ-015616, Γ-016252 και Γ-016251, έδειξαν μεγάλο βάρος κόκκου, μεγάλο διαμέτρημα αλλά και υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης. Σύμφωνα με τους πίνακες VII, VIII και IX :

Η ποικιλία Γ-015616 έδειξε γενική προσαρμοστική ικανότητα για βάρος κόκκου, ειδική προσαρμοστική ικανότητα σε μη ευνοϊκές περιοχές για διαμέτρημα και γενική προσαρμοστική ικανότητα σε ποσοστό πρωτεΐνης % του κόκκου.

Η ποικιλία Γ-016251 (Κως) έδειξε ειδική προσαρμοστική ικανότητα σε μη ευνοϊκές περιοχές για βάρος κόκκου, γενική προσαρμοστική ικανότητα σε μη ευνοϊκές περιοχές για διαμέτρημα και γενική προσαρμοστική ικανότητα σε ποσοστό πρωτεΐνης % του κόκκου.

Η ποικιλία Γ-016252 έδειξε ειδική προσαρμοστική ικανότητα σε βάρος και διαμέτρημα κόκκου και γενική προσαρμοστική ικανότητα σε ποσοστό πρωτεΐνης % του κόκκου.

Από τις συσχετίσεις μεταξύ των τεσσάρων χαρακτηριστικών βρέθηκε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης, βάρους και πάχους κόκκων και αρνητική μεταξύ πρωτεΐνης και των τριών άλλων χαρακτηριστικών (Πιν. X). Το ποσοστό % της πρωτεΐνης, μειώθηκε με την αύξηση του πάχους του κόκκου λόγω αύξησης του αμύλου. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από άλλους ερευνητές στην χώρα μας (Θεουλιάκη κ.α.1992 και Μπλαδενόπουλος, 1997).

Σε μια γενικότερη μελέτη των ανωτέρω πινάκων και σε σύγκριση με τα αποτελέσματα των Γκόγκας (1988) και Gogas (1996) που αναφέρονται στο τριτικάλε και στο μαλακό σιτάρι, φαίνεται ότι το κριθάρι είναι η πιο προσαρμοσμένη καλλιέργεια χειμερινών σιτηρών στην χώρα μας (οι συντελεστές συμμεταβολής είναι πιο κοντά στη μονάδα), συμφωνώντας με τους Φασούλα και Σενλόγλου (1966).

Πίνακας VI. Συστατικά της ευθύγραμμης συμμεταβολής της απόδοσης σε κατό. Table VI. The linear regression components of grain yield.

Ποικιλία	Απόδοση	b1	b2	b3	r1	r2	r3	a1	a2	a3	Τυπικό σφάλμα b1	Τυπικό σφάλμα b2	Τυπικό σφάλμα b3	t1	t2	t3
Γ-015616	412	0,994	1,079	1,022	0,898**	0,920**	0,926**	-89,81	-162,77	-136,09	0,199	0,199	0,171	4,997	4,997	5,995
Γ-015700	420	0,934	1,006	0,952	0,967**	0,982**	0,987**	80,18	29,92	56,36	0,101	0,101	0,063	9,277	9,277	15,227
Γ-015701	446	0,950	0,965	0,930	0,983**	0,941**	0,964**	201,26	270,87	259,36	0,073	0,073	0,105	12,978	12,978	8,845
Γ-015785	451	1,161	1,217	1,160	0,992**	0,981**	0,993**	-253,94	-248,46	-234,80	0,061	0,061	0,055	18,963	18,963	21,071
Γ-015793	426	0,978	1,022	0,984	0,984**	0,970**	0,992**	15,57	25,62	16,76	0,072	0,072	0,050	13,486	13,486	19,815
Γ-016162	447	1,047	1,102	1,047	0,992**	0,984**	0,994**	-30,37	-33,02	-14,14	0,054	0,054	0,046	19,472	19,472	22,628
Γ-016171	446	1,10	1,058	1,015	0,988**	0,975**	0,994**	45,95	53,73	51,36	0,065	0,065	0,044	15,443	15,443	22,894
Γ-016184	432	0,942	0,988	0,939	0,982**	0,972**	0,980**	122,72	125,56	144,70	0,074	0,074	0,077	12,677	12,677	12,140
Γ-016251	418	0,988	1,069	1,006	0,971**	0,991**	0,991**	-45,64	-110,12	-70,50	0,100	0,100	0,055	9,923	9,923	18,380

Πίνακας VII. Συστατικά της ευθύγραμμης συμμεταβολής του βάρους 1000 κόκκων. Table VII. The linear regression components of 1000 kernels weight.

Ποικιλία	Βάρος 1000 κόκκων	b1	b2	b3	r1	r2	r3	a1	a2	a3	Τυπικό σφάλμα b1	Τυπικό σφάλμα b2	Τυπικό σφάλμα b3	t1	t2	t3
Γ-015616	44,1	1,177	1,083	1,023	0,777*	0,930**	0,920**	-1,26	5,36	4,45	0,389	0,175	0,178	3,026	6,191	5,753
Γ-015700	36,3	1,182	1,058	1,009	0,882**	0,958**	0,957**	-9,29	-1,62	-2,89	0,334	0,130	0,125	3,538	8,151	8,068
Γ-015701	38,1	1,151	0,991	1,018	0,802**	0,899**	0,967**	-6,25	2,63	-1,36	0,350	0,198	0,110	3,291	5,015	9,241
Γ-015785	38,0	1,421	1,347	1,319	0,763**	0,941**	0,965**	-16,78	-10,19	-13,12	0,491	0,198	0,147	2,895	6,794	8,986
Γ-015793	37,6	1,330	1,303	1,243	0,753*	0,959**	0,958**	-13,68	-9,07	-10,62	0,475	0,157	0,151	2,799	8,309	8,207
Γ-016162	36,8	1,244	0,982	0,978	0,900**	0,923**	0,963**	-11,15	1,67	-1,10	0,246	0,167	0,111	5,051	5,896	8,787
Γ-016171	38,2	1,185	0,979	1,016	0,803**	0,863**	0,938**	-7,48	3,15	-1,20	0,358	0,233	0,153	3,306	4,194	6,654
Γ-016184	37,2	1,177	1,078	1,067	0,782*	0,932**	0,966**	-8,19	-1,41	-4,18	0,383	0,171	0,117	3,076	6,298	9,127
Γ-016251	42,7	0,946	0,605	0,651	0,819**	0,680*	0,767*	6,23	21,07	17,47	0,271	0,266	0,222	3,494	2,274	2,930
Γ-016252	42,3	1,275	1,163	1,075	0,838**	0,994**	0,963**	-6,82	11,01	0,62	0,339	0,051	0,123	3,762	22,855	8,751

*, ** Στατιστική σημαντικότητα για $p \leq 0,05$ και $p \leq 0,01$ αντίστοιχα.

Πίνακας VIII. Συστατικά της ευθύγραμμης συμμεταβολής του ποσοστού κόκκων με πάχος >2,5 mm.

Ποικιλία	Πάχος κόκκων >2,5mm	b1	b2	b3	r1	r2	r3	a1	a2	a3	Τυπικό σφάλμα b1	Τυπικό σφάλμα b2	Τυπικό σφάλμα b3	t1	t2	t3
Γ-015616	83,6	0,430	0,541	0,537	0,800**	0,855**	0,836**	55,75	51,44	48,91	0,132	0,134	0,144	3,265	4,038	3,726
Γ-015700	61,3	0,885	1,056	1,151	0,869**	0,881**	0,946**	4,06	-1,36	-13,00	0,205	0,232	0,161	4,310	4,556	7,166
Γ-015701	61,8	0,895	1,027	1,112	0,934**	0,911**	0,972**	4,02	0,89	-9,94	0,140	0,190	0,110	6,386	5,399	10,089
Γ-015785	59,4	0,951	1,096	1,198	0,927**	0,907**	0,978**	-2,04	-5,56	-17,91	0,157	0,208	0,104	6,066	5,279	11,530
Γ-015793	55,6	0,750	0,958	1,004	0,867**	0,940**	0,971**	7,12	-1,20	-9,17	0,176	0,142	0,101	4,259	6,735	9,951
Γ-016162	55,0	0,777	1,050	1,074	0,832**	0,954**	0,962**	4,78	-7,27	-14,28	0,212	0,134	0,124	3,671	7,822	8,633
Γ-016171	58,8	0,896	1,036	1,143	0,917**	0,900**	0,979**	0,88	-2,64	-14,98	0,160	0,205	0,098	5,613	5,044	11,693
Γ-016184	57,4	0,894	0,986	1,090	0,948**	0,889**	0,968**	-0,41	-1,14	-12,97	0,122	0,208	0,115	7,319	4,745	9,437
Γ-016251	78,2	0,726	0,814	0,867	0,929**	0,886**	0,929**	31,31	29,89	22,26	0,118	0,174	0,141	6,154	4,672	6,163
Γ-016252	79,4	0,583	0,719	0,729	0,880**	0,922**	0,921**	41,72	36,76	32,38	0,128	0,124	0,126	4,540	5,812	5,781

** Στατιστική σημαντικότητα για $p \leq 0,01$

Πίνακας IX. Συστατικά της ευθύγραμμης συμμεταβολής της πρωτεΐνης % του κόκκου.

Table IX. The linear regression components of grain protein content %.

Ποικιλία	Πρωτεΐνη %	b1	b2	b3	r1	r2	r3	a1	a2	a3	Τυπικό σφάλμα b1	Τυπικό σφάλμα b2	Τυπικό σφάλμα b3	t1	t2	t3
Γ-015616	14,70	0,832	0,961	0,926	0,940**	0,927**	0,945**	3,41	1,55	1,94	0,124	0,158	0,131	6,728	6,074	7,060
Γ-015700	14,05	0,927	1,074	1,026	0,987**	0,978**	0,987**	1,48	-0,65	-0,08	0,061	0,094	0,068	15,168	11,458	15,049
Γ-015701	13,68	0,856	0,979	0,947	0,981**	0,959**	0,980**	2,07	0,29	0,65	0,069	0,119	0,079	12,485	8,242	11,999
Γ-015785	13,44	0,957	1,107	1,060	0,996**	0,983**	0,996**	0,45	-1,71	-1,17	0,037	0,083	0,041	25,733	13,304	25,879
Γ-015793	13,63	0,997	1,182	1,121	0,961**	0,973**	0,976**	0,10	-2,55	-1,81	0,117	0,114	0,103	8,501	10,361	10,905
Γ-016162	13,75	0,925	1,070	1,026	0,982**	0,970**	0,984**	1,19	-0,90	-0,39	0,072	0,109	0,077	12,767	9,855	13,356
Γ-016171	13,43	1,013	1,196	1,134	0,983**	0,991**	0,993**	-0,32	-2,94	-2,18	0,077	0,066	0,056	13,086	18,170	20,291
Γ-016184	13,34	0,760	0,897	0,848	0,969**	0,978**	0,977**	3,03	1,06	1,66	0,079	0,079	0,076	9,602	11,363	11,124
Γ-016251	13,95	0,821	1,000	0,940	0,931**	0,968**	0,962**	2,81	0,26	1,00	0,132	0,106	0,109	6,223	9,468	8,598
Γ-016252	14,11	0,828	0,985	0,933	0,963**	0,978**	0,980**	2,88	0,64	1,26	0,094	0,085	0,078	8,809	11,585	12,013

** Στατιστική σημαντικότητα για $p \leq 0,01$

Πίνακας X. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μελετηθέντων χαρακτηριστικών.

Table X. Correlation coefficients between the studied characteristics.

α/α	1. Απόδοση σε καρπό	2. Βάρος 1000 κόκκων	3. Ποσοστό % κόκκων $\geq 2,5$ mm	4. Πρωτεΐνη κόκκου %
1	1	0,237**	0,160**	-0,290**
2		1	0,846**	-0,481**
3			1	-0,560**

n = 1152

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι :

Μεγαλύτερες αποδόσεις έδωσαν οι περιοχές της Νέας Ζωής, Αγίου Μάμαντα και Βαρδατών, ενώ οι περιοχές Σερρών και Βαρδατών, Παλαμά και Αγίου Μάμαντα, έδειξαν να έχουν τις καλύτερες προϋποθέσεις για καλλιέργεια κριθαριού βυνοποιίας.

Υπάρχει σαφώς θετική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης, βάρους και πάχους κόκκων και αρνητική μεταξύ πρωτεΐνης και των τριών άλλων χαρακτηριστικών.

Οι ποικιλίες Γ-015616, Γ-016252 και Γ-016251(Κύπρος), έδειξαν μεγάλο βάρος κόκκου, μεγάλο διάμετρο αλλά και υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης με υπεροχή σημαντική έναντι των μαρτύρων.

Οι ποικιλίες Γ-015785(Κως), Γ-016162, Γ-016171 και Γ-015701 υπερέιχαν ως προς την απόδοση από τις άλλες καθώς και από τους μάρτυρες.

Το κριθάρι έδειξε ότι είναι για τη χώρα μας η καλλιέργεια χειμερινών σιτηρών με την σταθερότερη συμπεριφορά σε αποδόσεις αλλά και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L) varieties for grain yield and quality characteristics in various locations

K. Bladenopoulos¹, G. Theoulakis¹, D.Gogas¹, M. Irakli¹, E. Kartitsi², I. Efstathiou³, Ch. Karamaligas⁴ and Th. Adamidis¹

ABSTRACT

Ten barley varieties derived from the barley breeding program of the Cereal Institute of Thessaloniki were evaluated in eight locations (farms of eight agricultural stations) of Greece for three successive growing seasons (1992/93, 1993/94 and 1994/95). Grain yield, grain weight, kernel plumpness (percentage of kernels with size greater than 2.5 mm) and grain protein concentration were measured. The stability of grain yield and the other characteristics for each variety across locations and years were also studied. The varieties Γ-015785 (Kos), Γ-016162, Γ-016171 and Γ-015701 showed the greater grain yield and exceeded all the other varieties and checks included, while the varieties Γ-016251 (Cyprus) and Γ-016252 exhibited high kernel weight and plumpness but also high level of grain protein content. Grain yield generally was significantly correlated with grain weight and kernel plumpness, while the above three characteristics correlated negatively with grain protein content. The locations Serres, Bardates, Palama and Saint Mama were found to be places suitable for malting barley varieties. A special result from this work was that barley seems to be the most adaptable winter cereal in our country compared to bread wheat and triticale where similar studies were conducted.

Key words : Barley, grain yield, quality characteristics, adaptability.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Eberhart S.A. and W.A. Russel. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sc. 6: 36-40.

¹ NAGREF - Cereal Institute of Thessaloniki

² NAGREF - Agricultural Experimental Station of Serres

³ NAGREF - Agricultural Experimental Station of Bardates

⁴ NAGREF - Agricultural Experimental Station of Palama

- Finlay K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding programme. *Austr. Agric. Res.* 14 : 472-754.
- Frey K.J. 1979. Proteins of oats. *Z. Pflanzenzucht.* 78 : 185-215.
- Γκόγκας Δ.Μ. 1988. Συμβολή στη μελέτη της προσαρμοστικότητας του τριτικάλε (X *Triticosecale* Wittmack) στην Ελλάδα. 2^ο Επιστημονικό Συνέδριο στη Γενετική και Βελτίωση Φυτών, Θεσσαλονίκη, 1988. Πρακτικά, σελ.: 25-31.
- Gogas D.M. 1996. Quantitative and qualitative components of eleven Greek Triticale cultivars X *Triticosecale* Wittmack) compared to cv. "Vergina" (*T. aestivum* L. em. Thell). *Triticale today and tomorrow*. H. Guedes Pinto et al (eds). 1996. Kluwer Academic Publishers. pp. 709-718.
- Hadjichristodoulou A. 1990. Breeding barley for consistency of performance in unstable environments. Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture and natural resources. Technical bulletin 119, Nicosia Cyprus, September 1990.
- Hockett E.A. and R.A. Nillan. 1985. Genetics of barley. (Ed. D.C. Rasmusson) p190-216. *Agron. Monograph* 26. ASA-CSSA-SSSA Madison, WI 53711-USA.
- Θεουλάκης Ν., Ε. Θεουλάκη, Σ. Παπαστεφάνου, Κ. Μπλαδενόπουλος, Ε.Τσιβοπούλου, Ε. Λαζάρου, Θ. Αδαμίδης και Ι. Ευσταθίου. 1992. Επίδραση της λίπανσης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού (*H. vulgare*). 4ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο, Έδεσσα. Πρακτικά, Τόμος Α σελ : 247-256.
- Jonson V.A., S.E Shaffer and W. Schmidt. 1968. Regression analysis of general adaptation in hard red winter wheat. *Crop Sci.* 8: 187-191.
- Μπλαδενόπουλος Κ. Β. 1997. Μελέτη φυσιολογικών και αγροκομικών χαρακτήρων που σχετίζονται με την απόδοση και την ποιότητα του κριθαριού (*Hordeum Vulgare* L.). Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., σελίδες 94.
- Newman C.W., A.M. El-Negomy and R.F. Eslick. 1981. Factors affecting the feed quality of barley. 4th International Barley Genetics Symposium : 299-304.
- Παπαστεφάνου Σ. 1979. Χημικοτεχνική έρευνα κριθής. Εισηγήσεις σε θέματα σιτηρών. Φεβρ. 1979. Δελτίο Ινστ. Σιτηρών.
- Rasmusson D.C. and R.Q. Cannell. 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop. Sci.* 10 : 51-54.
- Steel R. and J. Torrie. 1960. Principles and procedures of Statistics. A Biometrical approach.
- St-Pierre C.A., H.R. Klinck and F.M. Gauthier. 1967. Early generation selection under different environments as it influences adaptation in barley. *Can. J. Plant Sci.* 47 : 507-517.
- Φασούλας Α. και Ν. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. σελ. 125-130. Θεσσαλονίκη.

Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων σε αμπελοφυτείες της νήσου Κρήτης

Μ. Νικηφοράκη - Στεφανάκη*

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η αυτοφυής χλωρίδα σε αμπελοφυτείες της νήσου Κρήτης. Οι προσδιορισμένες ταξινομικές μονάδες μαζί με τα χαρακτηριστικά τους καταγράφονται σε κατάλογο με σκοπό την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης της αυτοφυούς χλωρίδας στη δεδομένη καλλιέργεια και την ανάλυσή της από συστηματική άποψη. Η ανάλυση αφορούσε τις συστηματικές και ταξινομικές μονάδες των φυτών, την κατανομή τους κατά οικογένειες, γένη, είδη, υποείδη και ποικιλίες, τις οικολογικές μορφές ανάπτυξης, τη μελέτη των αυξητικών μορφών και τον καθορισμό του βιοφάσματος.

Από την ανάλυση του φυτικού υλικού που προσδιορίστηκε διαπιστώθηκε ότι: α) το προσδιορισμένο φυτικό υλικό ανέρχεται σε 114 ταξινομικές μονάδες και κατανέμεται σε 32 οικογένειες, 86 γένη, 84 είδη, 29 υποείδη και 1 ποικιλία, β) τα δικότυλα φυτά συμμετέχουν στη σύνθεση της χλωρίδας της καλλιέργειας σε υψηλό ποσοστό, γ) η οικογένεια *Compositae* αντιπροσωπεύεται από τον υψηλότερο αριθμό ταξινομικών μονάδων ακολουθούμενη από τις οικογένειες *Leguminosae* και *Gramineae*, δ) το είδος που εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα στο σύνολο των φυτοληψιών είναι το *Convolvulus arvensis*, ε) η υπεροχή των μονοετών φυτών και η αφθονία των πολυετών είναι αποτέλεσμα της εποχής συλλογής των φυτικού υλικού και του είδους της καλλιέργειας, στ) η κυριαρχία των θερόφυτων και η σχετικά υψηλή αντιπροσώπευση των ημικρυπτόφυτων σχετίζεται με την υψομετρική διαφορά των φυτοληψιών και ζ) ο μεσογειακός χλωριδικός χαρακτήρας των αμπελοφυτειών συνταυτίζεται με την υψηλή συμμετοχή των ομάδων που έχουν κέντρο εξάπλωσης την ευρύτερη περιοχή του μεσογειακού χώρου.

Λέξεις κλειδιά: ταυτοποίηση, ανάλυση, χλωρίδα, αμπελοφυτείες, Κρήτη

Εισαγωγή

Είναι γνωστό ότι η γνώση της χλωρίδας ενός τόπου συγκεντρώνει το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών γιατί η ταυτοποίηση των φυτών είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Φυτικά είδη που αυτοφύονται σε περιοχές ή χώρους που δεν επιθυμούμε να αναπτυχθούν ονομάζονται «ζιζάνια». Στις φυτοκοινωνίες ζιζανίων παρατηρούνται συνεχείς και γρήγορες αλλαγές, οι οποίες προκαλούνται από φυσικούς και άλλους παράγοντες (τοπογραφικούς, εδαφοκλιματικούς, κατεργασία εδάφους, λίπανση, άρδευση, αμειψιοπορά, ζιζανιοκτονία κ.ά.). Για τη σωστή αντιμετώπιση των ζιζανίων απαραίτητη προϋπόθεση είναι η γνώση του βιολογικού κύκλου και η οικολογία του ζιζανίου. Στις εργασίες του Πεσεξίδη (1981) και Γκατζιάνια (1986) υπάρχουν σχετικά στοιχεία. Ο Ζαγανιάρης (1939) αναφέρει 494 φυτικά taxa παραθέτοντας στοιχεία συστηματικής και φυτοκοινωνιολογίας. Επίσης ο Μαλακατές (1939), ο Σαλάπας (1971), ο Δαμανάκης (1979, 1983, 1984), ο Γιαννοπολίτης (1982) κ.ά. έχουν δημοσιεύσει σχετικές εργασίες. Οι μελέτες που αφορούν την καταγραφή της αυτοφυούς χλωρίδας στις διάφορες καλλιέργειες είναι ιδιαίτερα περιορισμένες Στεφανάκη-Νικηφοράκη (2000).

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η καταγραφή της αυτοφυούς χλωρίδας σε αμπελοφυτείες της νήσου Κρήτης και η ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων από συστηματική άποψη.

Υλικά και μέθοδοι

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από διάφορες περιοχές της Κρήτης και ειδικότερα από τοποθεσίες του Καστελίου Πεδιάδας, της Σητείας, των Απλαδιανών Μυλοποτάμου, των Χανίων (δύο φυτοληψίες) και του Πύργου Μονεφατσίου Μεσσαράς. Συνολικά έγιναν έξι φυτοληψίες κατά την περίοδο Απριλίου - Μαΐου. Η

* Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής

έκταση της φυτοληψίας ήταν 500 τ.μ. Το υψόμετρο των φυτοληπτικών επιφανειών κυμαινόταν από 20 μέχρι 500 μέτρα. Η συλλογή του φυτικού υλικού έγινε με την κλασική μέθοδο συλλογής – ξήρανσης φυτικών δειγμάτων. Η ταξινόμηση του φυτικού υλικού έγινε βάση των δεδομένων της Flora Europaea (1964-1980), αλλά και άλλων κλασικών συγγραμμάτων (Baillon 1891, Boissier 1867-1884, Γεννάδιος 1959, Davis 1965-1982, Διαπούλης 1939-1949, Halacsy 1901-1909, Hayek 1927-1933, Καββάδας 1956-1964, Rechinger 1943, Sibthorp & Smith 1806-1813, κ.ά.).

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων από συστηματική άποψη και υπολογίστηκε η εκατοστιαία αναλογία τους.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Το σύνολο των φυτικών μονάδων που συλλέχθηκαν και προσδιορίστηκαν με τα χαρακτηριστικά τους αναφέρεται στον κατάλογο που ακολουθεί.

Κατάλογος φυτών

Pteridophyta

Equisetaceae, *Equisetum hyemale* L., P., Grhiz., Circumbor.

E. ramosissimus Desf., P., Grhiz., Circumbor.

Hypolepidaceae, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn in Decken, P., Grhiz., Cosmopol.

Spermatophyta Angiospermae

I. Dicotyledones

Urticaceae, *Parietaria diffusa* Mert. & Koch in Rohling, P., Hscap., Euri.-Medit.-Macar.

P. cretica L., A., Thrept., Steno.-Medit.-or.

Polygonaceae, *Polygonum aviculare* L., A., Thrept., Cosmopol.

Rumex pulcher L. subsp. *anodontus* (Hausskn.) Rech. fil., P., Hscap., Hell.

Chenopodiaceae, *Chenopodium opulifolium* Lschrader ex Koch. & Ziz., A., Thscap., Paleotemper.

Caryophyllaceae, *Cerastium illyricum* Ard. subsp. *comatum* (Desv.) P.D. Sell & Whitehead, A., Thscap., Aeg.

C. glomeratum Thurill., A., Thscap., Euri.-Medit. d. Cosmopol.

Silene vulgaris (Moench.) Garcke subsp. *angustifolia* (Miller) Hayek, P., Hscap., E. Medit.

S. gallica L., A., Thscap., Euri.-Medit. d. Subcosmopol

S. noctura L. subsp. *noctura*, A., Thscap., S. Medit.-Macar.

Ranunculaceae, *Ranunculus muricatus* L., A., Thscap., Euri.-Medit.

Berberidaceae, *Leontice leontopetalum* L., P., Grhiz., Ball.- Hell.-Aeg.

Papaveraceae, *Papaver commutatum* Fischer & Meyer, A., Thcaesp., Hell.-(w)As.

P. hybridum L., A., Thscap., Medit.-Tur., Archeophyto

Cruciferae-Brassicaceae, *Capsella bursa pastoris* (L.) Medicus, A., Thscap., Cosmopol.

Sinapis arvensis L., A., Thscap., Steno.-Medit.

S. alba L. subsp. *alba*, A., Thscap., E. Medit.

Hirschfeldia incana Lagreze-Fossat., A., Thscap., Medit.-Macar.

Rosaceae, *Rubus ulmifolius* Schott., P., NPhscand., Euri.-Medit.

Leguminosae, *Astragalus hamosus* L., A., Thscap., Medit.-Tur.

Psoralea bituminosa L., P., Hscap., Euri.-Medit.

Vicia sativa L. subsp. *amphicarpa* (Dorthes) Acherson & Greabner, A., Thscap., Steno.-Medit.

V. sativa L. subsp. *sativa*, A., Thscap., Medit.-Tur. d. Subcosmopol

V. lutea L. subsp. *lutea*, A., Thscap., Euri.-Medit.

V. bithynica (L.) L., A., Thscap., Euri.-Medit.

Melilotus indica (L.) All., A., Thscap., Medit.-Tur. d. Subcosmopol.

Medicago littoralis Rohle ex Loisel., A., Thscap., Euri.-Medit.

M. polymorpha L., A., Thscap., Euri.-Medit. d. Subcosmopol.

- Trifolium nigrescens* Vis., A., Thscap., Euri.-Medit.
T. camperstre Schreber in Strum., A., Thscap., (w) Paleotemper.
T. stellatum L., A., Thscap., Euri.-Medit.
T. pratense L. var. *sativum* Strum., P., Hscap., Eurosib. d. Subcosmopol.
Lotus angustissimus L., A., Thscap., Euri.-Medit.
Tetragonolopus purpureus Moench., A., Thscap., Steno.-Medit.
Securigera securidaca (L.) Degen & Dorfler, A., Thscap., Euri.-Medit.
Scorpiurus muricatus L., A., Thscap., Euri.-Medit.
- Oxalidaceae**, *Oxalis pes-caprae* L., P., Gbulb. (sub) Af.
- Geraniaceae**, *Geranium pusillum* L., A., Thscap., Euras.
G. dissectum L., A., Thscap., Euras. d. Subcosmopol.
G. robertianum L., A., Thscap., Subcosmopol.
- Linaceae**, *Linum bienne* Miller, B., Hscap., Euri.-Medit.-Subatl.
L. strictum L. subsp. *strictum*, A., Thscap., Steno.-Medit.
- Euphorbiaceae**, *Euphorbia helioscopia* L., A., Thscap., Cosmopol.
- Malvaceae**, *Malva sylvestris* L., P., Hscap., Eurosib. d. Subcosmopol.
M. parviflora L., A., Thscap., Euri.-Medit.
- Hypericaceae-Guttiferae**, *Hypericum perforatum* L., P., Hscap., Paleotemper. d. Subcosmopol.
H. triquetrifolium Turra., P., Hscap., Steno.-Medit.- or.
- Umbelliferae-Apiaceae**, *Eryngium campestre* L., P., Hscap., Euri.-Medit.
Torilis nodosa (L.) Gaertner., A., Thscap., Euri.-Medit.-Tur.
Daucus carota L. subsp. *maximus* (Desf.) Ball., B., Hscap., Euri.-Medit.
- Primulaceae**, *Anagallis arvensis* L., A., Thcaesp., Euri.-Medit. d. Subcosmopol.
- Rubiaceae**, *Galium aparine* L., A., Thscap., Euras.
- Convolvulaceae**, *Cuscuta palaestina* Boiss., A., Thpar., SE.-Medit.
C. epithymum (L.) L. subsp. *epithymum* σε *Medicago polymorpha* L., A. Thpar., Euras. (Temper)
Convolvulus arvensis L., P., Grhiz., Paleotemper. d. Cosmopol.
C. althaeoides L. subsp. *althaeoides*, P., Hscand., Steno-Medit.
- Boraginaceae**, *Heliotropium hirsutissimum* Grauer, A., Thscap., Hell.-Aeg.
Anchusa undulata L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho, P., Hscap., Steno-Medit.
Cynoglossum creticum Miller, B., Hscap., Euri.-Medit.
- Labiatae-Lamiaceae**, *Sideritis curvidens* Stapf., A., Thscap., Medit.
Lamium amplexicaule L. subsp. *amplexicaule*, A., Thscap., Paleotemper.
Glechoma hirsute Walst. & Kit., P., Hscap., S.E. Euri.
Calamintha cretica (L.) Lam., P., Hscap., Hell.
Micromeria nervosa (Desf.) Benth., P., Chsuff., S. Medit.
Salvia triloba L., Fr. Chsuffr. N. Medit.
- Orobanchaceae**, *Orobanche ramosa* L. subsp. *ramosa*, A., Thpar., Paleotemper.
- Plantaginaceae**, *Plantago afra* L., A., Thscap., Steno-Medit.
- Dipsacaceae**, *Scabiosa sicula* L., A., Thscap., E. Medit.
- Compositae**, *Gnaphalium luteo-album* L., A., Thscap., Subcosmopol.
Helichrysum heldreichii Boiss., P., Chsuffr., Hell.
Phagnalon graecum Boiss. & Heldr., P., Chsuffr., NE. Medit.
Dittrichia viscosa (L.) W. Greuter subsp. *viscosa*, B., Hscap., Euri.-Medit.
Pallenis spinosa (L.) Cass. subsp. *spinosa*, A., Thscap., Euri.-Medit.
Chrysanthemum segetum L., A., Thscap., Steno-Medit.-Tur. d. Euri.-Medit.
Ch. coronarium L., A., Thscap., Steno-Medit.
Senecio vulgaris L., A., Thscap., Euri.-Medit. d. Cosmopol.
Calendula arvensis L., A., Thscap., Euri.-Medit.
Cardopatum corymbosum (L.) Pers., P., Hscap., NE. Medit.

Carduus acicularis Bertol., A., Thscap., N. Medit.
Cirsium creticum (Lam.) D' Urv. subsp. *creticum*, B., Thscap., N.E. Medit.
C. leucocephalum Spr., P., Thscap., Aeg.
Notobasis syriaca (L.) Cass., A., Thscap., Steno-Medit.
Urospermum picroides (L.) Scop., A., Thscap., Euri.-Medit.
Hypochoeris radicata L., P., Hros Eur-caucas
Tragopogon porrifolius L. subsp. *porrifolius*, B., Hscap., Euri.-Medit.
Sonchus asper (L.) Hill. subsp. *asper*, A., Thscap., Euras. d. Subcosmopol.
S. oleraceus L., A., Thscap., Euras. d. Subcosmopol.
S. arvensis L., P., Hscap., Erosibir. d. Subcosmopol.
Lactuca serriola L., B., Hscap., Euri.-Medit. - S. Sibir.
Taraxacum megalorhizon (Forsk.) Hand.-Mazz., P., Hros Euri.-Medit.
Chondrilla juncea L., P., Hscap., Euri.-Medit.-S. Sibir (Subpentic.)
Crepis vesicaria L. subsp. *vesicaria*, A., Thscap., Submedit.-Subatl.

II. Monocotyledones

Liliaceae, *Muscari comosum* (L.) Miller., P., Gbulb., Euri.-Medit.
Allium ampeloprasum L., P., Gbulb., Euri.-Medit.
Iridaceae, *Gladiolus italicus* Miller, P., Gbulb., Euri.-Medit.
Gramineae-Poaceae, *Lolium perenne* L., P., Hcaesp., Euras. d. Circumbor.
L. rigidum Gaudin subsp. *rigidum*, A., Thscap., Paleosubtrop.,
Vulpia ciliata Dumort. subsp. *ciliata*, A., Thcaesp., Euri.-Medit.
Desmazeria rigida (L.) Tutin & E.F. Warburg subsp. *rigida*, A., Thscap., Euri.-Medit.
Cynosurus echinatus L., A., Thscap., Euri.-Medit.
Bromus madritensis L., A., Thscap., Euri.-Medit.
B. alopecuros Poirlet subsp. *caroli-henrici* (W. Creuter) P. M. Sm., A., Thscap., Hell. (ενδημικό)
Brachypodium distachyon (L.) Beauv., A., Thscap., Steno-Medit.-Tur.
Avena barbata Pott. ex Link. In Schrader, A., Thscap., Euri.-Medit.-Tur.
A. sativa L. subsp. *macrantha* (Hackel) Rocha Alfonso, A., Thscap., Euri.-Medit.-Tur.
Lophochloa cristata (L.) Hyl., A., Thcaesp., Paleotemper. e. Subtrop. d. Subcosmopol.
Phleum graecum Boiss. & Heldr. subsp. *graecum*, A., Thscap., Steno-Medit.-or.
Cynodon dactylon (L.) Pers., P., Grhiz., Paleotemper. (Thermocosmopol.)
Sorghum halepense (L.) Pers., P., Grhiz. Thermocosmopol.
Araceae, *Arum italicum* Miller. subsp. *byzantinum* (Blume) Nyman, P., Grhiz., Steno-Medit.
Arisarum vulgare Terg.-Tozz. subsp. *vulgare*, P., Grhiz., Steno.-Medit.

Ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων. Ο αριθμός των ταξινομικών μονάδων της χλωρίδας κατά τη χρονική περίοδο της συλλογής των φυτικών δειγμάτων ανερχόταν σε 114 taxa, από τα οποία τα 81 % ήταν δικότυλα (92 είδη, υποείδη και μια ποικιλία), 17 % μονοκότυλα (19 είδη και υποείδη), και 2 % περιδόφυτα (3 είδη). Η σημαντική υπεροχή των δικότυλων έναντι των μονοκότυλων φανερώσει κατά το δυνατόν μια εξισορροποιημένη χλωρίδα. Συνολικά προσδιορίστηκαν 32 οικογένειες. Η πλουσιότερη σε γένη και ταξινομικές μονάδες είναι η οικογένεια *Compositae*, η οποία αντιπροσωπεύεται από 24 ταξινομικές μονάδες (21 %). Από τις υπόλοιπες, η οικογένεια *Leguminosae* και *Gramineae* εμφανίζουν μεγάλο ποσοστό συμμετοχής. Η πρώτη συμμετέχει στη σύνθεση της χλωρίδας με 17 (15 %) ταξινομικές μονάδες και η δεύτερη με 14 (12 %). Σε ό,τι αφορά τα γένη η *Gramineae* εμφανίζεται με υψηλότερο αριθμό συμμετοχής 11 (10 %), έναντι 10 (9 %) της *Leguminosae*. Οι τρεις οικογένειες συνολικά συμμετέχουν σε ποσοστό 48 % του συνόλου των ταξινομικών μονάδων. Η κατανομή των υπολοίπων ταξινομικών μονάδων στις οικογένειες εμφανίζεται αρκετά διαφοροποιημένη και η αντιπροσώπευσή τους σε κάθε μια φαίνεται στον κατάλογο των φυτών. Η προσδιορισθείσα χλωρίδα όσον αφορά το συνολικό αριθμό των ταξινομικών μονάδων είναι πλούσια, λόγω της ύπαρξης ευνοϊκών εδαφοκλιματικών συνθηκών, οι οποίες ευνοούν την κυκλική διαδοχή των φυτικών ειδών σε μικρό

χρονικό διάστημα. Η μικρή απόσταση των καλλιεργειών από θέσεις ακαλλιεργήτων εδαφών συμβάλλει επίσης στη δημιουργία πλούσιου επικοισμού φυτών, ενώ η ανυπαρξία αναταγωνισμού μεταξύ των ειδών και η ελάχιστη αλληλεπίδραση μεταξύ τους δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες εγκατάστασής τους.

Το είδος που εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα είναι το *Convolvulus arvensis* (67 %), ακολουθούμενο από τα είδη *Daucus carota* subsp. *maxima*, *Euphorbia helioscopia*, *Medicago polymorpha*, *Oxalis pes-caprae*, *Silene vulgaris* subsp. *angustifolia* και *Sonchus oleraceus*, τα οποία εμφανίζονται με συχνότητα 50 %. Από τις υπόλοιπες ταξινομικές μονάδες 24 εμφανίζονται με συχνότητα 33 % και 83 με συχνότητα 17 %.

Από τη μελέτη των οικολογικών μορφών ανάπτυξης των ταξινομικών μονάδων της αμπελοκαλλιέργειας προσδιορίστηκε η εκατοστιαία αναλογία τους. Τα μονοετή ποώδη φυτά υπερτερούν των άλλων οικολογικών μορφών με ποσοστό συμμετοχής 60 %, ακολουθούμενα από τα πολυετή ποώδη φυτά με ποσοστό 32 %. Οι υπόλοιπες κατηγορίες των οικολογικών μορφών ανάπτυξης κυμαίνονται σε ποσοστό σημαντικά χαμηλότερο. Είναι φανερό ότι η ενεργός γεωργική πράξη επηρεάζει την αναλογία των οικολογικών μορφών.

Απο την επισκόπηση των αυξητικών μορφών διαπιστώθηκε, ότι τα θερόφυτα είναι η επικρατούσα αυξητική μορφή έναντι των υπολοίπων μορφών (Πίν. 1). Αυτό δείχνει αφενός μεν το ξηροθερμικό κλίμα της περιοχής της καλλιέργειας, αφετέρου δε, τη μειωμένη ικανότητα εγκατάστασης μακροβιότρων φυτικών ειδών σε

Πίνακας 1. Ανάλυση των αυξητικών μορφών των ταξινομικών μονάδων των περιοχών

Table 1. Life form analysis (in %)

Αυξητικές μορφές ανάπτυξης	Αριθ.	Ποσο. %	Σύνολο	Ποσο. %
I. Φανερόφυτα (Ph.)				
Iα. Να/τα αναρρ. (Nrhscand)	1	0,876	1	0,876
II. Χαμαίφυτα (Ch.)				
IIα. Ημιθαμνώδη (Chsuffr.)	4	3,504	4	3,504
III. Ημικρυπτόφυτα (H.)				
IIIα. Θυσανοειδή (Hcaesp.)	1	0,876		
IIIβ. Βλαστοειδή (Hscap.)	21	18,396		
IIIγ. Αναρριχώμενα (Hscand.)	1	0,876		
IIIδ. Ροδακώδη (Hros)	2	1,752	25	21,900
IV. Γεώφυτα (G.)				
Iα. Ριζωματώδη (Grhiz.)	9	7,884		
Iβ. Βολβώδη (Gbulb.)	4	3,504	13	11,388
V. Θερόφυτα (Th.)				
Va. Θυσανώδη (Thcaesp.)	4	3,504		
Vβ. Βλαστοειδή (Thscap.)	62	54,312		
Vγ. Ερποντα (Thrept.)	2	1,752		
Vδ. Παράσιτα (Thpar.)	3	2,628	71	62,196
Σύνολο	114	99,864	114	99,864

γεωργικά εδάφη. Μεταξύ των θεροφύτων υπερέχουν εμφανώς τα βλαστοειδή ακολουθούμενα από τα θυσανώδη και τα παράσιτα. Από τις υπόλοιπες κατηγορίες τα ημικρυπτόφυτα συμμετέχουν στη σύνθεση της χλωρίδας σε υψηλό ποσοστό με κυρίαρχη μορφή των βλαστοειδών. Η σχετικά υψηλή αντιπροσώπευση των ημικρυπτόφυτων οφείλεται στην υψομετρική διαφορά των φυτοληπιών. Τα γεώφυτα συμμετέχουν στη σύνθεση της χλωρίδας σε χαμηλό ποσοστό, ενώ το ποσοστό των φανεροφύτων εμφανίζεται αρκετά χαμηλότερο.

Με βάση τα δεδομένα της έρευνας και των βιβλιογραφικών στοιχείων (Pignatti 1982) συντάχθηκε το χωρολογικό φάσμα με σκοπό τον προσδιορισμό του χωρολογικού χαρακτήρα της περιοχής των αμπελοφυτειών (Πίν. 2). Από την ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων προκύπτει ότι το χωρολογικό φάσμα συγκροτείται από την ύπαρξη αρκετού αριθμού χωρολογικών ομάδων φυτών κυρίως όμως φυτών μεσογειακής προέλευσης, αναδεικνύοντας το μεσογειακό χαρακτήρα της χλωρίδας των αμπελοφυτειών. Το ποσοστό που καταλαμβάνει κάθε ομάδα φυτών αντικατοπτρίζει τη σπουδαιότητα κάθε μιας στη σύνθεση της χλωρίδας της καλλιέργειας.

Συμπεράσματα

Ο συνολικός αριθμός των φυτικών μονάδων ανέρχεται σε 114 ταξινομικές μονάδες. Η πλουσιότερη οικογένεια σε ταξινομικές μονάδες είναι η *Compositae* και ακολουθούν οι *Leguminosae* και *Gramineae*. Το είδος που εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα είναι το *Convolvulus arvensis*. Τα ετήσια φυτά υπερτερούν έναντι των υπολοιπών οικολογικών μορφών. Η επικρατούσα μορφή είναι τα θερόφυτα, ενώ τα μεσογειακά χλωριδικά στοιχεία με ευρεία εξάπλωση υπερτερούν στη σύνθεση της χλωρίδας της αμπελοκαλλιέργειας.

Πίνακας 2. Χωρολογικό φάσμα των ταξινομικών μονάδων**Table 2.** Chorological spectra of the taxa

Περιοχές προέλευσης	Taxa	Ποσο.%	Περιοχές προέλευσης	Taxa	Ποσο.%
Cosmopol.	7	6,132	Euri.-Medit.-Subatl.	1	0,876
Subcosmopol.	2	1,752	Euri.-Medit.-Tur.	7	6,132
Circumbor.	2	1,752	Euri.-Medit.-Macar.	3	2,628
Paleotemper.	7	6,132	Steno.-Medit.	16	14,016
Paleosubtrop.	1	0,876	Steno.-Medit.-Tur	1	0,876
SE.Europ.	1	0,876	Submed.-Subatl.	1	0,876
Eurosibir.,	5	4,380	Balk.-Hell.-Aeg.	8	7,008
N.E.NE.S.SE. medit	11	9,636	Euras.	6	5,256
Euri.-Medit	33	28,908	Af.	1	0,876
Euro-caucas.	1	0,876			
Σύνολο				114	99,864

Qualitative and quantitative evaluation of the flora elements in vineyards in the island of Crete**M. Stefanaki – Nikiforaki*****Summary**

The present study examines the flora of vineyards in the island of Crete. The specimens were collected from 6 sites whose their altitude ranged from 0 to 500 meters above the sea level. The analysis of collected taxa yields valuable results regarding the present situation of the native flora in vineyards in Crete. The systematic and taxonomic units are defined. The classification to families, genera, species, subspecies and varieties is analyzed. The form of ecological growth and the corresponding life forms are defined. The distribution of collected taxa worked out based upon origin.

The results found are the following: There were 114 taxa, where Dicotyledones constitute 81 % and Monocotyledones 17 %. The presence of Pteridophyta comes up to 2 %. Gymnospermae are not represented by any taxon.

The taxonomic units represented by 32 families, 86 genera, 84 species, 29 subspecies and 1 varieties.

The families with the higher number of taxa are: *Compositae*, *Leguminosae* and *Gramineae*. The remaining families are represented by lower number of taxa, while there are families represented by only one taxon. The *Convolvulus arvensis* is the most frequent species.

Most of the species were annual. Therophyta represent the dominant life form. Hemicryptophyta constitute the second most important group.

The conclusion reached after analyzing the origin of each taxon, is that Mediterranean flora elements constitute the largest part of the composition of the native flora.

Keywords: identification, analysis, flora, vineyards, Crete

Βιβλιογραφία

- BAILLON, M., 1891. Dictionnaire de Botanique. Paris
- BOISSIER, E., 1867-1884. Flora Orientalis I-V & suppl. Genevae & Basilea
- ΓΕΝΝΑΔΙΟΣ, Π., 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν, Β'. έκδ. Αθήναι
- ΓΙΑΝΝΟΠΟΛΙΤΗΣ, Κ., 1982. Είδη ζιζανίων *Galium* σε σιταγρούς της Ελλάδας. Διάδοση, σοβαρότητα και επίδραση στις αποδόσεις. *Ζιζανιολογία* 1: 5-10
- ΓΚΑΤΖΙΑΝΑΣ, Α., 1986. Βιολογία και καταπολέμηση των ζιζανίων. Θεσσαλονίκη 90 σελ.
- ΔΑΜΑΝΑΚΗΣ, Μ., 1984. Φυτά της Ελληνικής χλωρίδας σαν ζιζάνια. *Ζιζανιολογία* 1: 201-204
- ΔΑΜΑΝΑΚΗΣ, Μ., 1983 Τα ζιζάνια των σιταγρών της Ελλάδος. Επισκόπηση 1982-1983. *Ζιζανιολογία* 1: 85-90
- ΔΑΜΑΝΑΚΗΣ, Μ., 1979. Επισκόπηση των κυριότερων ζιζανίων των καλλιεργειών της χώρας κατά το έτος 1976. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο 45 σελ.
- DAVIS, P. H., 1965-1982. Flora of Turkey and East Aegean Island I-IX. University Press. Edinburgh
- ΔΙΑΠΟΥΛΗΣ, Χ., 1939-1949. Ελληνική Χλωρίς Α. και Β1-Β2. Αθήναι
- HALACSY, E., 1901-1909. Conspectus Florae Graecae I-III. & suppl. Lipsiae
- ΗΑΥΕΚ., Α., 1927-1933. Prodromus Florae Peninsulae Balcanicae I-III. Berlin
- ΚΑΒΒΑΔΑΣ, Δ., 1956-1964. Εικονογραφημένον Βοτανικόν Φυτολογικόν Λεξικόν I-IX. Αθήνα
- ΜΑΛΑΚΑΤΕΣ, Σ., 1939. Τα κυριώτερα ζιζάνια της Ελλάδος. Υπ. Γεωργίας 32 σελ.
- ΠΕΣΣΕΪΔΗΣ, Σ. Ν., 1981. Τα κυριώτερα ζιζάνια της Ελλάδος. Μορφολογία-Βιολογία-Ταξινόμηση. Θεσσαλονίκη 237 σελ.
- PIGNATTI, S., 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna
- RECHINGER, K. fil., 1949. Flora Aegaea. Flora der Inseln und Halbinseln der agaischen Denkschr. Acad. Wiss. Math.-Nat., KI 105: (1):1-924 Wien.
- ΣΑΛΑΠΑΣ, Κ., 1971. Τα υδροχαρή ζιζάνια εις τά στραγγιστικά δίκτυα καί ή διά χημικών μέσων καταπολέμησις των. Υπ. Γεωργίας. ΥΕΒ 81 σελ.
- ΣΤΕΦΑΝΑΚΗ-ΝΙΚΗΦΟΡΑΚΗ, Μ., 2000. Καταγραφή και ανάλυση χλωριδικών στοιχείων από περιοχές του νομού Φωκίδας. Γεωπονικά Επιστημονικά Θέματα. 11: 184-200.
- ΣΤΕΦΑΝΑΚΗ-ΝΙΚΗΦΟΡΑΚΗ Μ. Αυτοφυής χλωρίδα ελαιοφυτειών της νήσου Κρήτης. Γεωργική έρευνα υπό δημοσίευση.
- SIBTHORP, I. & SMITH 1806-1813. Florae Graecae Prodromus I-II. Londini
- TUTIN, T. & al. 1964-1980. Flora Europaea I-V & suppl. Cambridge University Press
- ΖΑΓΑΝΙΑΡΗΣ, Δ., 1939. Τα ζιζάνια της επαρχίας Θεσσαλονίκης. Μελέτη φυτοκοινωνιολογίας και Συστηματικής Βοτανικής. Παν. Θεσσαλονίκης 60 σελ.

Παραγωγικότητα, πρωιμότητα και μέγεθος σπόρου νέων νάνων ποικιλιών κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.), σε τέσσερις τοποθεσίες

Ελένη Παπουτσή-Κωστοπούλου¹, Χαρ. Καραμαλίγκας², Ευαγγελία Καρτίτση³ και Ευαγ. Λίγκος⁴

Περίληψη

Σε τέσσερις περιοχές της χώρας (Λάρισα, Παλαμά, Βαρδάτες και Σέρρες) αξιολογήθηκαν, κατά το πειραματικό σχέδιο των πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων, 22 νέες νάνες ποικιλίες κοινού φασολιού, μαζί με τις τρεις ημιαναρριχώμενες εμπορικές ποικιλίες «Αριδαία», «Πυργετός» και «Ραψάνη» (δημιουργίες του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών και κυριότητας ΕΘΙΑΓΕ) που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, ως προς την απόδοση σε ξηρό σπόρο, την πρωιμότητα στην άνθηση και στη φυσιολογική ωρίμανση και το μέγεθος του σπόρου.

Παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση των τοποθεσιών, σημαντική αλληλεπίδραση ποικιλίες x τοποθεσίες, καθώς και σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών σε όλα τα μελετώμενα χαρακτηριστικά.

Οκτώ ποικιλίες συνδύασαν στις περισσότερες τοποθεσίες ικανοποιητική απόδοση, πρωιμότητα στην άνθηση και στη φυσιολογική ωρίμανση και μέτριο μέγεθος σπόρου και ήταν ανώτερες ή ισοδύναμες προς τους μάρτυρες, ενώ πέντε από αυτές έδειξαν επιπλέον και τάσεις γενικής προσαρμοστικότητας. Τρεις ακόμη ποικιλίες ξεπέρασαν σε απόδοση έναν ή περισσότερους μάρτυρες μόνο σε μία χαμηλής παραγωγικότητας τοποθεσία, χωρίς να υστερούν στ' άλλα χαρακτηριστικά, εμφανίζοντας τάση ειδικής προσαρμοστικότητας σε δυσμενή περιβάλλοντα. Οι 11 αυτές ποικιλίες επιλέχθηκαν για επιπλέον αξιολόγηση για απόδοση και προσαρμοστικότητα σε ευρύτερο πειραματικό δίκτυο.

Λέξεις κλειδιά: Φασόλι, νάνες ποικιλίες, πρωιμότητα, απόδοση, μέγεθος σπόρου, προσαρμοστικότητα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δημιουργία και διάδοση στη χώρα μας νέων ποικιλιών ξηρών φασολιών (*Phaseolus vulgaris* L.) με νάνα ανάπτυξη και καθορισμένη περίοδο ωρίμανσης, είναι ο κύριος στόχος του βελτιωτικού προγράμματος ποτιστικών οσπρίων του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών (ΙΚΦΒ). Οι νέες νάνες ποικιλίες θα πρέπει να είναι τουλάχιστον εξίσου παραγωγικές με τις παλιότερες ημιαναρριχώμενες (αναφερόμενες και ως στρωτές, επειδή «στρώνονται» στο έδαφος) ποικιλίες του ΙΚΦΒ και με τελικό προϊόν που να καλύπτει τις απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού, δηλαδή με σπόρους λευκούς, μέτριου έως μεγάλου μεγέθους. Οι ποικιλίες φασολιών με τύπο ανάπτυξης Ι, στον οποίο κατά το CIAT (1980) υπάγονται φυτά νάνα, με όρθιο ισχυρό βλαστό, χωρίς έλικα και με καθορισμένη συμπεριφορά, δηλαδή με καθορισμένη περίοδο βλαστικής ανάπτυξης, άνθησης και ωρίμανσης, επιτρέπουν την πλήρη εκμηχάνιση της καλλιέργειας και προσφέρονται για αποδοτική μονοκαλλιέργεια στις εύκρατες περιοχές (Bennett κ.α., 1977). Επίσης, επιδέχονται πυκνότερη απορρά, δίνοντας υψηλότερη στρεμματική απόδοση, επειδή επηρεάζονται λιγότερο από τον ανταγωνισμό συγκριτικά με τις στρωτές και αναρριχώμενες ποικιλίες (Bland 1971, Crothers και Westerman 1976, Westerman και Crothers 1977, White και Izquierdo 1989).

Για τη χώρα μας, έχει σημασία οι νέες ποικιλίες φασολιών να έχουν γενική προσαρμοστικότητα, επειδή η καλλιέργεια του φασολιού εκτείνεται από τη βόρεια Ελλάδα ως την Πελοπόννησο και την Κρήτη, σε περιβάλλοντα με μεγάλη παραλλακτικότητα από άποψη εδαφοκλιματικών συνθηκών. Κατά τον Silvera (1974), χαρα-

¹ ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα

" Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Παλαμά

" Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Σερρών

" Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Βαρδατών

κτηριστικά όπως η καθορισμένη συμπεριφορά, η πρωιμότητα στην ωρίμανση και το μικρό μέγεθος φύλλων συμβάλλουν στην ευρεία γενοτυπική προσαρμοστικότητα των φασολιών.

Για περιοχές όπως η κεντρική Θεσσαλία (Λάρισα, Παλαμάς), όπου συχνά υψηλές θερμοκρασίες και θερμοί άνεμοι κατά την άνθηση μπορούν να μηδενίσουν την παραγωγή, η πρωιμότητα στην άνθηση είναι ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό. Από έρευνες του CIAT (1977) βρέθηκε ότι η πρωιμότητα στην άνθηση είχε υψηλή κληρονομική ικανότητα σε F_4 σειρές μαυρόσπερων φασολιών προσαρμοσμένων στις τροπικές περιοχές και ότι οι πρώιμες σειρές ήταν αποδοτικότερες. Αντίθετα, ο Hamad (1976) βρήκε χαμηλή κληρονομική ικανότητα για το χαρακτηριστικό αυτό στις ΗΠΑ.

Η πρωιμότητα στην ωρίμανση επηρεάζεται εκτός από τις κλιματικές συνθήκες και από την πυκνότητα πληθυσμού της καλλιέργειας. Οι Crothers και Westerman (1976) αναφέρουν ότι η ωρίμανση επιτυγχύνθηκε κατά 7 ως 10 ημέρες με την αύξηση της πυκνότητας των φυτών.

Το μέγεθος των σπόρων φασολιών εκτιμάται διεθνώς με το βάρος 100 ή 1000 σπόρων και με βάση αυτό κατατάσσονται οι ποικιλίες σε μικρόσπερες, μετριοσπερες και μεγαλόσπερες. Τα όρια των κατηγοριών αυτών δεν είναι ίδια σε όλες τις χώρες και μπορεί ν' αναπροσαρμόζονται ανάλογα με τις επικρατούσες ποικιλίες και τις τιμές του τελικού προϊόντος. Στη χώρα μας, η τιμή των λευκών ξηρών φασολιών είναι ανάλογη του μεγέθους του σπόρου. Για το λόγο αυτό, στόχος των βελτιωτών είναι η δημιουργία ποικιλιών μεγαλόσπερων και παραγωγικών. Ο στόχος αυτός είναι δύσκολος, γιατί έχει αποδειχθεί πλέον ότι οι μικρόσπερες ποικιλίες είναι πιο παραγωγικές από τις μεγαλόσπερες (White και Izquierdo, 1989). Η διαφορά αυτή στην παραγωγικότητα έχει αποδοθεί στη διαφορετική προσαρμοστικότητα των κύριων κατηγοριών ποικιλιών κοινού φασολιού, οι οποίες έχουν ξεχωριστά κέντρα καταγωγής και διαφέρουν γενετικώς μεταξύ τους με αποτέλεσμα να διασταυρώνονται δύσκολα (Gepts κ.α. 1984, Singh και Gutierrez 1984).

Με την αξιολόγηση των νέων ποικιλιών σε διαφορετικές τοποθεσίες κατά τον πρώτο χρόνο δοκιμής, αντί σε μία επί δύο-τρία χρόνια και με τη συνέχιση της αξιολόγησης των καλύτερων από αυτές σε ευρύτερο πειραματικό δίκτυο για ένα ως δύο χρόνια ακόμη, από τη μιά συντομεύει σημαντικά ο απαιτούμενος χρόνος αξιολόγησης και από την άλλη γίνεται ασφαλέστερα η επιλογή των καλύτερων ποικιλιών (Singh, προσωπική επικοινωνία). Ιδιαίτερα για την απόδοση, η οποία έχει χαμηλό συντελεστή κληρονομικής ικανότητας και επηρεάζεται σημαντικά από το περιβάλλον, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι ακόμη και η επιλογή για βελτίωση είναι αποτελεσματικότερη όταν γίνεται σε περισσότερα περιβάλλοντα (Hamblin κ.α. 1980, Rosielle και Hamblin 1981, Παπουτσή-Κωστοπούλου 1999).

Σκοπός της εργασίας ήταν η αξιολόγηση σε τέσσερις τοποθεσίες 22 νέων, λευκόσπερων, νάνων ποικιλιών ξηρού φασολιού, ως προς την απόδοση σε σπόρο, την πρωιμότητα στην άνθηση και στη φυσιολογική ωρίμανση και το μέγεθος του σπόρου.

Υλικά και μέθοδοι

Οι δοκιμαζόμενες ποικιλίες προήλθαν από υλικό του CIAT (Διεθνές Κέντρο Τροπικής Γεωργίας, Κολομβία), διαφορετικής προέλευσης και γενεαλογίας, το οποίο αξιολογήθηκε αρχικά σε αγρό παρατηρήσεων στο ΙΚΦΒ. Οι καλύτερες οικογένειες τύπου ανάπτυξης Ι, μεταφέρθηκαν στο γενεαλογικό αγρό φασολιών και πραγματοποιήθηκαν τρεις γενεές γενεαλογικής επιλογής. Ξεχώρισαν 44 νέες ποικιλίες, οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, για ευκολότερο χειρισμό κατά την αξιολόγησή τους σε περισσότερες τοποθεσίες. Οι 22 ποικιλίες της μιάς ομάδας μαζί με τρεις στρωτές ποικιλίες του ΙΚΦΒ (τη μικρόσπερη «Αριδαία» και τις μετριοσπερες «Πυργετός» και «Σεμέλη»), που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης αυτής της εργασίας. Οι μάρτυρες ήταν διαφορετικού τύπου ανάπτυξης από το δοκιμαζόμενο υλικό επειδή δεν υπάρχουν ελληνικές βελτιωμένες ποικιλίες νάνου τύπου.

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σύμφωνα με το σχέδιο των πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων με τρεις επαναλήψεις σε τέσσερις τοποθεσίες: Στο Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών στη Λάρισα και στους Σταθμούς Γεωργικής Έρευνας (ΣΓΕ) Βαρδατών, Παλαμά και Σερρών. Σε όλους τους πειραματικούς εφαρμόστηκε βασική λίπανση με δύο μονάδες αζώτου και έξι φωσφόρου. Η σπορά έγινε με το χέρι, στις 29 Απριλίου στη Λάρισα, στις 3 Μαΐου στις Σέρρες και στον Παλαμά και στις 11 Μαΐου στις Βαρδάτες. Το πειραματικό τεμάχιο είχε εμβαδόν 1,2m² και αποτελούνταν από μία γραμμή μήκους 2m. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 0,60m. Η σπορά πάνω στη γραμμή έγινε με 1 σπόρο ανά 6,5cm, δηλαδή πληθυσμός 25000 φυτά/στρέμμα.

Όλοι οι πειραματικοί ήταν ποτιστικοί, σκαλίστηκαν μία έως τρεις φορές και ψεκάστηκαν δύο έως τέσσερις φορές για αφίδες, βρούχο και τετράνυχο και προληπτικά για μυκητολογικές ασθένειες. Η εξέλιξη όλων των πειραματικών ήταν ικανοποιητική και η συγκομιδή έγινε, ανάλογα με την περιοχή και τις ποικιλίες, μεταξύ 18 Αυγούστου και 29 Σεπτεμβρίου.

Σε κάθε τεμάχιο μετρήθηκαν: Η απόδοση σε ξηρό σπόρο ($g/1,2m^2$), η πρωιμότητα στην άνθηση (ημέρες από τη σπορά ως την άνθηση, δηλαδή ως την ημέρα που το 50% των φυτών του τεμαχίου είχε έστω και ένα άνθος), η πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση (ημέρες από τη σπορά ως τη φυσιολογική ωρίμανση, δηλαδή ως την ημέρα που το 90% των λοβών του τεμαχίου είχε κιτρινίσει) και το βάρος 1000 σπόρων (g). Για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων, έγινε αναγωγή της απόδοσης/τεμάχιο σε στρεμματική απόδοση.

Για καθένα από τα μελετώμενα χαρακτηριστικά έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας για κάθε πειραματικό και συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας για τις τέσσερις τοποθεσίες (Steel και Torrie, 1980), καθώς και έλεγχος ομοιογένειας του πειραματικού σφάλματος με τη δοκιμή Bartlett (Δαλιάνη, 1972). Ως πρόσθετο κριτήριο αξιολόγησης των ποικιλιών, ενδεικτικό της προσαρμοστικότητάς τους, χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό % του αριθμού πειραματικών (επί των αντίστοιχων συνόλων), όπου η απόδοση κάθε ποικιλίας δεν υστέρησε σημαντικά από την αντίστοιχη πρώτη θέση (Παπαδόπετρου και Κατοίκα, 1981).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Από τ' αποτελέσματα της συνδυασμένης ανάλυσης παραλλακτικότητας (Πιν. Ι) φαίνεται ότι όλα τα μελε-

Πίνακας Ι. Συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε ξηρό σπόρο, της πρωιμότητας στην άνθηση και στη φυσιολογική ωρίμανση και του βάρους 1000 σπόρων, 22 ποικιλιών φασολιών και τριών μαρτύρων σε τέσσερις τοποθεσίες.

Table I. Combined analysis of variance in grain yield, days to flowering, days to physiological maturity and 1000 seeds weight of 22 common bean varieties and three controls at four sites.

Χαρακτηριστικό	Μέσα τετράγωνα				
	Τοποθεσίες (BE=3)	Επαναλήψεις εντός τοποθ. (BE=8)	Ποικιλίες (BE=24)	Ποικιλίες x Τοποθεσ. (BE=72)	Σφάλμα (BE=192)
Απόδοση ($g/1,2m^2$)	602276,6**	338152,5**	41273,4*	23814,7**	2757,6
Ημέρες από σπορά ως άνθηση (πρωιμότητα)	4134,6**	1,0 ns	98,2**	44,9**	3,2
Ημέρες από σπορά ως φυσ. ωρίμανση ⁽¹⁾	21353,2**	14,2*	141,2**	44,1**	5,2
Βάρος 1000 σπ. (g)	16303,2**	2399,8**	15092,2**	2935,4**	527,9

*, ** Σημαντικές διαφορές για $P < 0,05$ και $P < 0,01$, αντίστοιχα (κριτήριο Tukey)

n.s. Μη σημαντικές διαφορές

⁽¹⁾ Η πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση μετρήθηκε σε τρεις τοποθεσίες, οπότε οι BE γίνονται κατά σειρά: 2, 6, 24, 48, 144.

τώμενα χαρακτηριστικά επηρεάστηκαν σημαντικά ($P < 0,01$) από τις τοποθεσίες πειραματισμού, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι τοποθεσίες πειραματισμού ήταν πράγματι διαφορετικές μεταξύ τους. Επίσης, σημαντική ($P < 0,01$) ήταν η αλληλεπίδραση ποικιλίες x τοποθεσίες για όλα τα μελετώμενα χαρακτηριστικά. Ακόμη, σημαντικές ήταν οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ως προς την απόδοση σε σπόρο ($P < 0,05$), την πρωιμότητα στην άνθηση ($P < 0,01$), την πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση ($P < 0,01$) και το βάρος 1000 σπόρων ($P < 0,01$). Η ύπαρξη ισχυρής αλληλεπίδρασης μεταξύ ποικιλιών φασολιών και τοποθεσιών στην απόδοση έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές (Almeida κ.α. 1977, Hardwick κ.α. 1978, Alvarado κ.α. 1979, Παπουτσή-Κωστοπούλου κ.α. 1983). Λιγότερο συχνά εμφανίζεται σημαντική η αλληλεπίδραση ποικιλίες x περιβάλλον όσον αφορά στο βάρος 1000 σπόρων (Miladinovic και Cogoalo, 1976) και στην πρωιμότητα (Παπουτσή-Κωστοπούλου

Πίνακας II. Απόδοση σε ξηρό σπόρο (kg/στρεμ.) 22 ποικιλιών φασολιών και τριών μαρτύρων σε τέσσερις τοποθεσίες.

Table II. Grain yield (kg/1000 m²) of 22 common bean varieties and three controls at four sites.

Α/α	Ποικιλίες	Τοποθεσίες				Μ. όρος ποικιλιών	Πειραμ. ⁽¹⁾ χωρίς υστέρηση (%)
		Λάρισα	Βαρδάτες	Παλαμάς	Σέρρες		
1	M-16631/98	111 h-k	134 ij	113 d-h	199 def	139 g	0
2	M-16631/102	339 a	242 def	214 abc	397 a-d	298 abc	75
3	M-16632/95	135 g-k	165 hij	111 d-h	178 ef	147 g	0
4	M-16490/76	28 k	182 ghi	297 a	208 def	179 efg	25
5	M-16490/82	100 ijk	173 ghi	176 b-e	146 f	149 fg	0
6	M-16637/44	90 ijk	198 e-h	103 e-h	353 a-f	186 d-g	25
7	M-16637/43	163 f-i	214 e-h	214 abc	279 b-f	217 de	25
8	M-16557/37	169 f-i	120 j	82 fgh	250 c-f	155 efg	0
9	M-16284/123	254 a-f	213 e-h	168 b-f	374 a-e	252 abc	50
10	M-16597/140	315 abc	120 j	97 e-h	278 b-f	202 d-g	25
11	M-16644/47	174 f-i	284 cd	204 bc	291 b-f	238 cd	0
12	M-16284/118	200 d-i	246 def	196 bcd	390 a-e	258 abc	25
13	M-16636/38	218 c-h	242 def	96 e-h	327 a-f	221 de	25
14	M-16490/74	179 e-i	140 ij	53 h	491 ab	216 de	25
15	M-16644/51	154 f-j	239 def	157 b-g	402 a-d	238 cd	25
16	M-16503/20	240 a-g	212 e-h	149 c-g	358 a-f	240 cd	50
17	M-16633/103	163 f-i	196 fgh	240 ab	258 c-f	214 def	25
18	M-16636/40	218 c-h	200 e-h	176 b-e	460 abc	264 abc	25
19	M-16656/6	289 a-e	184 ghi	111 d-h	315 a-f	225 d	50
20	M-16503/9	256 a-f	218 e-g	128 c-h	321 a-f	231 d	50
21	M-16553/67	47 jk	248 de	101 e-h	351 a-f	187 d-g	25
22	M-16900/172	335 ab	303 c	143 c-g	220 def	250 bcd	25
23	Αριδαία	222 b-h	458 a	132 c-h	451 abc	316 a	50
24	Πυργετός	251 a-f	333 bc	158 b-g	516 a	315 ab	50
25	Σεμέλη	299 a-d	353 b	74 gh	318 a-f	261 abc	50
Μ. όρος τοποθεσ.		198	224,6	148	325	224	
P<05 Κριτ. Tukey		107,1	94,0	81,3	207,6	65,4	
CV %		18,0	13,8	18,3	21,0	19,5	

Τιμές στην ίδια στήλη ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

⁽¹⁾ : Πειραματικοί όπου η απόδοση της ποικιλίας δεν υστερεί από την αντίστοιχη μέγιστη.

■ : Τιμή που δε διαφέρει από την αντίστοιχη μέγιστη κάθε στήλης.

1994, Παπουτσή-Κωστοπούλου 1997). Επειδή η αλληλεπίδραση ποικιλίες x τοποθεσίες ήταν σημαντική για όλα τα χαρακτηριστικά, κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστούν και τ' αναλυτικά δεδομένα κατά τοποθεσία (Πιν. II, III, IV και V).

Απόδοση

Στον πίνακα II φαίνεται η μεγάλη διαφοροποίηση των αποδόσεων, τόσο μεταξύ ποικιλιών όσο και μεταξύ τοποθεσιών για την ίδια ποικιλία. Επειδή στις τρεις τοποθεσίες (εκτός Παλαμάς), αλλά και στους μέσους όρους των τεσσάρων τοποθεσιών, δε βρέθηκαν σημαντικά αποδοτικότερες ποικιλίες απ' όλους τους μάρτυρες, χρησιμοποιήθηκε σαν πρόσθετο κριτήριο αξιολόγησης ο αριθμός (εκφρασμένος σε %) των πειραματικών όπου η

Πίνακας III. Πρωιμότητα στην άνθηση ⁽¹⁾ (ημέρες από σπορά ως άνθηση) 22 ποικιλιών φασιολιών και τριών μαρτύρων σε τέσσερις τοποθεσίες.

Table III. Earliness at flowering ⁽¹⁾ (days from planting to flowering) of 22 common bean varieties and three controls at four sites.

Α/α	Ποικιλίες	Τ ο π ο θ ε σ ί ε ς				Μ. όρος ποικιλιών
		Λάρισα	Βαρθάτες	Παλαμάς	Σέρρες	
1	M-16631/98	55 e	41 c	57 a	51 a-f	51 f-i
2	M-16631/102	64 c	50 a	56 ab	48 c-h	54 a-d
3	M-16632/95	55 e	44 abc	57 a	48 c-h	51 f-i
4	M-16490/76	60 d	50 a	51 c	44 gh	51 f-i
5	M-16490/82	71 b	43 abc	57 a	54 abc	56 ab
6	M-16637/44	55 e	46 abc	53 abc	44 gh	49 h-k
7	M-16637/43	55 e	49 ab	53 abc	43 gh	50 g-j
8	M-16557/37	64 c	49 ab	56 ab	47 d-h	54 a-d
9	M-16284/123	53 f	43 abc	55 abc	43 gh	49 h-k
10	M-16597/140	64 c	42 bc	56 ab	52 a-e	53 c-f
11	M-16644/47	53 f	46 abc	51 c	42 h	48 jk
12	M-16284/118	55 e	42 bc	56 ab	44 gh	49 h-k
13	M-16636/38	71 b	42 bc	56 ab	53 a-d	55 abc
14	M-16490/74	77 a	44 abc	56 ab	52 a-e	57 a
15	M-16644/51	55 e	43 abc	51 c	42 h	48 jk
16	M-16503/20	64 c	42 bc	53 abc	45 fgh	51 f-i
17	M-16633/103	53 f	42 bc	52 bc	42 h	47 k
18	M-16636/40	64 c	42 bc	54 abc	46 e-h	52 e-h
19	M-16656/6	64 c	43 abc	56 ab	49 b-g	53 c-f
20	M-16503/9	53 f	45 abc	56 ab	43 gh	49 h-k
21	M-16553/67	64 c	43 abc	57 a	55 ab	54 a-d
22	M-16900/172	64 c	42 bc	53 abc	43 gh	50 g-j
23	Αριδαία	64 c	41 c	57 a	56 a	54 a-d
24	Πυργετός	53 f	45 abc	52 bc	42 h	48 jk
25	Σεμέλη	64 c	46 abc	55 abc	46 e-h	53 c-f
Μ. όρος τοποθεσ.		61	44	55	47	52
P<05 Κριτ. Tukey		0,7	7,5	4,9	6,2	2,7
CV %		0,38	5,62	2,98	4,34	3,50

Τιμές στην ίδια στήλη, ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

⁽¹⁾ : Ως ημερομηνία άνθησης λαμβάνεται αυτή κατά την οποία το 50% των φυτών έχουν έστω και ένα άνθος.

κάθε ποικιλία δεν υστέρησε σημαντικά από την αντίστοιχη πρώτη θέση. Το κριτήριο αυτό αποτέλεσε και μέτρο της προσαρμοστικότητας των ποικιλιών.

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα II, επιλέχθηκαν δέκα ποικιλίες για ν' αξιολογηθούν για απόδοση και προσαρμοστικότητα σε ευρύτερο πειραματικό δίκτυο τα επόμενα χρόνια. Οι πέντε από αυτές (M-16631/102 με 298 kg/στρεμ, M-16284/123 με 252 kg/στρεμ, M-16503/20 με 240 kg/στρεμ, M-16503/9 με 231 kg/στρεμ, M-16656/6 με 225 kg/στρεμ) δεν υστέρησαν σημαντικά από την αντίστοιχη μέγιστη απόδοση σε περισσότερες από μία τοποθεσίες. Δύο ποικιλίες (M-16636/40 με 264 kg/στρεμ και M-16284/118 με 258 kg/στρεμ) δεν υστέρησαν σε μία τοποθεσία και επιπλέον δεν υστέρησαν από τη μέγιστη τιμή κατά τη συνδυασμένη ανάλυση. Ακόμη, κρίθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθούν στην επόμενη φάση αξιολόγησης και οι τρεις ποικιλίες (M-

Πίνακας IV. Πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση⁽¹⁾ (ημέρες από σπορά ως φυσιολογική ωρίμανση) 22 ποικιλιών φασολιών και τριών μαρτύρων σε τέσσερις τοποθεσίες.

Table IV. Earliness at physiological maturity⁽¹⁾ (days from planting to physiological maturity) of 22 common bean varieties and three controls at four sites.

Α/α	Ποικιλίες	Τ ο π ο θ ε σ ί ε ς			Μ. όρος ποικιλιών
		Λάρισα	Βαρδάτες	Σέρρες	
1	M-16631/98	120 c	87 ab	102 b-f	103 cd
2	M-16631/102	120 c	87 ab	101 c-f	102 de
3	M-16632/95	120 c	87 ab	102 b-f	103 cd
4	M-16490/76	127 b	87 ab	106 a-e	107 bc
5	M-16490/82	127 b	90 a	114 a	110 ab
6	M-16637/44	118 c	87 ab	102 b-f	102 de
7	M-16637/43	120 c	86 ab	104 a-f	103 cd
8	M-16557/37	133 a	88 ab	113 a	111 a
9	M-16284/123	119 c	87 ab	102 b-f	103 cd
10	M-16597/140	127 b	89 ab	112 ab	109 ab
11	M-16644/47	120 c	86 ab	100 def	102 de
12	M-16284/118	119 c	87 ab	100 def	102 de
13	M-16636/38	127 b	87 ab	113 a	109 ab
14	M-16490/74	133 a	90 a	111 abc	111 a
15	M-16644/51	120 c	87 ab	99 def	102 de
16	M-16503/20	127 b	86 ab	102 b-f	105 cd
17	M-16633/103	103 d	86 ab	94 f	94 f
18	M-16636/40	120 c	87 ab	97 ef	101 de
19	M-16656/6	120 c	87 ab	106 a-e	104 cd
20	M-16503/9	104 d	89 ab	102 b-f	98 e
21	M-16553/67	121 c	90 a	108 a-d	107 bc
22	M-16900/172	118 c	86 ab	100 def	102 de
23	ΑΡΙΔΑΙΑ	120 c	88 ab	105 a-e	104 cd
24	ΠΥΡΓΕΤΟΣ.	121 c	85 b	102 b-f	103 cd
25	ΡΑΨΑΝΗ	121 c	85 b	106 a-e	104 cd
	Μ. όρος τοποθ.	121	87	104	104
	P<05 Κριτ. Tukey	4,1	4,8	10,1	3,9
	CV %	1,12	1,83	3,21	2,18

Τιμές στην ίδια στήλη, ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

⁽¹⁾ : Ως ημερομηνία φυσιολογικής ωρίμανσης λαμβάνεται αυτή κατά την οποία το 90 % των λοβών έχουν αλλάξει χρώμα από πράσινο σε κιτρινωπό.

16637/43 με 217 kg/στρεμ, M-16633/103 με 214 kg/στρεμ και M-16490/76 με 179 kg/στρεμ), οι οποίες δεν υστέρησαν σε απόδοση μόνο στη λιγότερο παραγωγική τοποθεσία του Παλαμά, ώστε να μπορούν να υποδειχτούν με μεγαλύτερη σιγουριά ως οι καταλληλότερες για τη συγκεκριμένη περιοχή.

Πρωιμότητα στην άνθηση

Η διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών για την πρωιμότητα στην άνθηση σε κάθε τοποθεσία ήταν σημαντική, όπως και μεταξύ των τοποθεσιών (Πιν. III). Επισημαίνεται ότι τα πιο παραγωγικά περιβάλλοντα -Σέρρες και Βαρδάτες, με μέση στρεμματική απόδοση 325 kg και 225 kg, αντίστοιχα (Πιν. II)- ήταν και τα πιο πρώιμα στην άνθηση (47 και 44 ημέρες, αντίστοιχα, Πιν. III), καθώς και στη φυσιολογική ωρίμανση (104 και 87 ημέρες,

Πίνακας V. Βάρος 1000 σπόρων (g) 22 ποικιλιών φασολιών και τριών μαρτύρων σε τέσσερις τοποθεσίες.

Table V. 1000 - seed weight (g) of 22 common bean varieties and three controls at four sites.

Α/α	Ποικιλίες	Τ ο π ο θ ε σ ί ε ς				Μ. όρος ποικιλιών
		Λάρισα	Βαρδάτες	Παλαμάς	Σέρρες	
1	M-16631/98	420 abc	294 efg	387 abc	347 abc	362 b-e
2	M-16631/102	440 a	317 d-g	393 ab	350 abc	375 bcd
3	M-16632/95	410 a-d	280 fg	298 h	297 c	321 f
4	M-16490/76	330 f	437 a	372 b-e	433 a	393 ab
5	M-16490/82	400 a-e	387 a-e	379 bcd	347 abc	378 abc
6	M-16637/44	410 a-d	359 a-e	360 d-g	373 abc	376 bcd
7	M-16637/43	425 abc	367 a-e	353 efg	400 ab	386 ab
8	M-16557/37	415 a-d	378 a-e	349 efg	333 bc	369 b-e
9	M-16284/123	400 a-e	321 c-g	343 fg	297 c	340 ef
10	M-16597/140	390 a-e	348 a-f	335 g	323 bc	349 c-f
11	M-16644/47	390 a-e	392 a-d	373 b-e	423 a	395 ab
12	M-16284/118	400 a-e	363 a-e	348 efg	387 ab	374 b-e
13	M-16636/38	410 a-d	357 a-e	387 abc	367 abc	380 abc
14	M-16490/74	350 ef	413 abc	372 b-e	330 bc	366 b-e
15	M-16644/51	390 a-e	378 a-e	367 c-f	360 abc	374 b-e
16	M-16503/20	430 ab	372 a-e	372 b-e	393 ab	392 ab
17	M-16633/103	351 ef	359 a-e	372 b-e	323 bc	351 c-f
18	M-16636/40	435 a	350 a-e	370 b-f	423 a	395 ab
19	M-16656/6	375 c-f	358 a-e	360 d-g	403 ab	374 b-e
20	M-16503/9	420 abc	391 a-d	407 a	430 a	412 a
21	M-16553/67	395 a-e	431 ab	337 g	390 ab	388 ab
22	M-16900/172	380 b-f	406 a-d	357 d-g	390 ab	383 abc
23	Αριδαία	235 g	252 g	233 i	187 d	227 g
24	Πυργετός	355 ef	353 a-e	367 c-f	297 c	343 def
25	Σεμέλη	365 def	337 b-g	388 abc	370 abc	365 b-e
Μ. όρος τοποθεσ.		389	360	360	359	367
P<05 Κριτ. Tukey		53,1	94,8	24,8	83,1	34,4
CV %		4,55	8,68	2,29	7,64	6,20

Τιμές στην ίδια στήλη, ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

αντίστοιχα, Πιν. IV). Σε άλλα πειράματα αξιολόγησης πληθυσμών φασολιού στη Λάρισα, η συσχέτιση μεταξύ του αριθμού ημερών από σπορά ως άνθηση και της απόδοσης βρέθηκε αρνητική, άλλοτε σημαντική και άλλοτε μη σημαντική, δηλαδή οι πιο πρώιμοι πληθυσμοί (με μικρότερη περίοδο από σπορά ως άνθηση) ήταν οι πιο παραγωγικοί (Παπουτσή-Κωστοπούλου 1994 και 1997). Τ' αποτελέσματα και αυτής της εργασίας ενισχύουν την άποψη ότι, στις θερμές περιοχές της χώρας μας η πρωιμότητα στην άνθηση ευνοεί την παραγωγικότητα των φασολιών.

Οι επτά ποικιλίες που επιλέχτηκαν με βάση την απόδοση και προσαρμοστικότητά τους (Πιν. II) βρέθηκαν ισοδύναμες σε πρωιμότητα άνθησης με τον πρωιμότερο μάρτυρα σε όλες ή στις περισσότερες τοποθεσίες (Πιν. III). Επίσης οι τρεις αποδοτικότερες στον Παλαμά ποικιλίες ήταν εξίσου πρώιμες με τον πρωιμότερο μάρτυρα. Ενδιαφέρον επίσης παρουσίασε - και θα πρέπει να συνεχιστεί η αξιολόγησή της - η ποικιλία M-16900/172, η οποία δε διέφερε σε πρωιμότητα από τον πρωιμότερο μάρτυρα στις τρεις τοποθεσίες (Πιν. III) και ήταν ισοδύναμη σε μέση στρεμματική απόδοση (250 kg) με τους μετριόστερους μάρτυρες "Πυργετός" και "Σεμέλη" (Πιν. II).

Πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση

Η διαφοροποίηση των ποικιλιών ως προς την πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση στις διάφορες τοποθεσίες (Πιν. IV) εμφάνισε ανάλογη εικόνα με την περίπτωση της πρωιμότητας στην άνθηση. Η σημαντική επίδραση των ποικιλιών και των τροποθεσιών, καθώς και της αλληλεπίδρασης ποικιλίες x τοποθεσίες, στην πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση των φασολιών αναφέρεται και από τους Singh κ.α. (1990). Δεδομένης της ισχυρής επίδρασης του κλίματος στο ρυθμό ωρίμανσης, ούτε αυστηρός ορισμός της πρωιμότητας μπορεί να δοθεί, ούτε ποικιλίες πρώιμες σε όλα τα περιβάλλοντα μπορούν να δημιουργηθούν (White και Izquierdo, 1989). Πράγματι, από τον πίνακα IV διαπιστώνεται ότι οι πρώιμες στη Λάρισα ποικιλίες ωριμάζουν σε 118-121 ημέρες, ενώ στις Βαρδάτες σε 85-89 ημέρες και στις Σέρρες σε 94-104.

Κατά την εξέταση των 11 προαναφερθεισών ποικιλιών, που ήδη επιλέχτηκαν με βάση τα δύο προηγούμενα χαρακτηριστικά, διαπιστώνεται ότι όλες είναι εξίσου πρώιμες στη φυσιολογική ωρίμανση με τον πρωιμότερο μάρτυρα σε όλες ή στις περισσότερες τοποθεσίες.

Βάρος 1000 σπόρων

Διαπιστώθηκε (Πιν. V) έντονη παραλλακτικότητα στο βάρος 1000 σπόρων μεταξύ των ποικιλιών στις διάφορες τοποθεσίες. Τη σημαντική επίδραση των ποικιλιών, των τοποθεσιών και της αλληλεπίδρασης ποικιλίες x τοποθεσίες στο βάρος 1000 σπόρων αναφέρουν και οι Miladinovic και Corokalo (1976) και Singh κ.α. (1990).

Διαπιστώθηκε επίσης (Πιν. V) ότι όλες οι ποικιλίες, που έχουν επιλεγεί μέχρι τώρα, έχουν βάρος 1000 σπόρων ισοδύναμο ή σημαντικά μεγαλύτερο από τους δύο μετριοσπερμους μάρτυρες "Πυργετός" και "Σεμέλη" σε όλες τις τοποθεσίες. Το σημαντικά μεγαλύτερο μέγεθος σπόρων ορισμένων ποικιλιών συγκριτικά με τους μετριοσπερμους μάρτυρες εκδηλώθηκε στη Λάρισα, όπου η περίοδος από τη σορά ως τη φυσιολογική ωρίμανση ήταν μεγαλύτερη απ' όλες τις τοποθεσίες. Η ποικιλία M-16631/98, που είχε επίσης σημαντικά μεγαλύτερους σπόρους από τους μετριοσπερμους μάρτυρες στη Λάρισα, εμφάνισε πολύ χαμηλή απόδοση, οπότε δεν προτείνεται για παραπέρα αξιολόγηση.

Συμπερασματικά, οι 11 νέες νάνες ποικιλίες, οι οποίες επιλέχτηκαν για ν' αξιολογηθούν σ' ένα ευρύτερο πειραματικό δίκτυο, συνδύασαν το πολύ επιθυμητό χαρακτηριστικό της νάνας ανάπτυξης με υψηλή παραγωγικότητα, πρωιμότητα στην άνθηση και ωρίμανση και μέτριο-μεγάλο μέγεθος σπόρων, ενώ συγχρόνως ήταν ισοδύναμες ή ανώτερες από τις ημιαναρριχόμενες εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες.

Productivity, earliness and seed size of new bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties, at four sites.

Helen Papoutsi-Costopoulou¹, Ch. Caramaligas², E. Kartitsi³ and E. Ligos⁴

Summary

Twenty two new bush bean varieties and three commercial semi-climbing cultivars (ownership of NAGREF) used as controls, were evaluated based on grain yield, earliness at flowering, earliness at physiological maturity and seed size, at four sites (Larissa, Palamas, Serres and Vardates), according to a randomized complete block design. The effect of sites was significant, as significant were found the differences among varieties for all the four traits and the interaction varieties x sites.

Eight new varieties combined good yield, earliness at flowering and at physiological maturity and medium seed size, being superior or equivalent to the controls, while five of those indicated a general adaptability. Three other varieties outyielded one or more of the controls only at one adverse site, indicating a specific adaptation. The above mentioned 11 varieties were selected for further evaluation for yield and adaptation at

¹ N.AG.RE.F., Fodder Crops and Pastures Institute, Larissa

² N.AG.RE.F., Agricultural Research Station of Palamas

³ N.AG.RE.F., Agricultural Research Station of Serres

⁴ N.AG.RE.F., Agricultural Research Station of Vardates

a larger network.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, bush varieties, earliness, yield, seed size, adaptation

Βιβλιογραφία

- Almeida L. D'A. De, Bulisani E.A., Alves S. and Rocha Da. 1977. Variety trial of French bean in Mococa and Monte Alegre do Sul. *Bragantia*, 36:125-130, (Pl. Br. Abs. 48, 12245).
- Alvarado C.A.M., Padilla L.F. and Monterroso A. 1979. Evaluation of factors affecting bean production. (Bean Abs. 48, 14713; CIAT, Cali- Colombia).
- Bennett J. P., Adams M.W. and Burga C. 1977. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by plant density. *Crop Sci.* 17:73-75.
- Bland B.F. 1971. Crop production: cereals and legumes. Academic Press, London and N.York.
- C.I.A.T. (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1977. Annual Report. Cali, Colombia.
- C.I.A.T. 1980. Catalogo Descriptivo del Germoplasma de frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia.
- Crothers S.E. and Westerman D.T. 1976. Plant population effects on the seed yield of *Phaseolus vulgaris* L. *Agron. J.* 68:958-960.
- Δαλιάνη Κ. 1972. Σχεδίασις και ανάλυσις πειραμάτων. Αθήναι.
- Gepts P., Osborn T.C., Rashka K. and Bliss F.A. 1984. Phaseolin variability in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): Evidence for independent domestication centers in Mesoamerica and the Andes. *Ann. Rept. Bean Improv. Coop.* 27:62-64.
- Hamad I.A. 1976. Inheritance of yield, yield components, number of days to flowering, plant height and incidence of interlocular cavitation of pods in snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Dissertation Abstracts International B.* 36:3701B-3702B.
- Hamblin J., Fisher H.M. and Ridings H.I. 1980. The choice of locality for plant breeding when selecting for high yield and general adaptation. *Euphytica* 29:161-168.
- Hardwick R.C., Hardaker J.M. and Innes N.L. 1978. Yields and components of yield of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the United Kingdom. *J. Agric. Sci.* 90:291-297.
- Miladinovic Z. and Corokalo D. 1976. The influence of agroecological factors on the variability of yield components in French beans. *Savremena Poljoprivreda*, 24:65-70 (Pl. Br. Abst. 47, 3822).
- Παπαδόπετρου Δ.Ι. και Κατσίκας Χ.Α. 1981. Αξιολόγηση 12 ποικιλιών σόγιας. *Γεωργική Έρευνα*, 5:355-365.
- Παπουτσή-Κωστοπούλου Ε., Ηλιάδη Κ. και Ευταξία Χ. 1983. Αξιολόγηση 12 ποικιλιών φασολιών με βάση την απόδοση και προσαρμοστικότητά τους. *Γεωργική Έρευνα*, 7:133-143.
- Παπουτσή-Κωστοπούλου Ε. 1994. Αξιολόγηση εγχώριων πληθυσμών κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) ως προς την απόδοση σε σπόρο, την πρωιμότητα και το ύψος των φυτών. Πρακτικά 5ου Συνεδρίου της Ελλην. Επιστημ. Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Βόλος 16-20 Οκτ., 237-242.
- Παπουτσή-Κωστοπούλου Ε. 1997. Μελέτη της παραλλακτικότητας στην απόδοση, στην πρωιμότητα και στο ύψος των φυτών, μεταξύ εγχώριων πληθυσμών κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.). *Γεωργική Έρευνα*, 21:62-67.
- Παπουτσή-Κωστοπούλου Ε. 1999. Αξιολόγηση και βελτίωση εγχώριων πληθυσμών φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) με πολλαπλά κριτήρια επιλογής, για τη δημιουργία νέων ποικιλιών. Διδακτ. διατριβή, Εργαστ. Γενετικής Βελτίωσης Φυτών του Τμήματος Γεωπονίας Α.Π.Θ.
- Rosielle A.A. and Hamblin J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21:943-946.
- Silvera G.A.C. 1974. Incorporation of germplasm of the «Seafarer» navy bean into several Central and South American bean cultivars in relation to breeding for improvement in adaptation. Ph.D. Thesis, Michigan State University.
- Singh S.P. and Gutierrez J.A. 1984. Geographical distribution of the DL1 and DL2 genes causing hybrid dwarfism in *Phaseolus vulgaris* L., their association with seed size and their significance to breeding.

Euphytica 33:337-345.

Singh S.P., Lepiz R., Gutierrez J.A., Urrea C., Molina A. and Teran H. 1990. Yield testing of early generation populations of common bean. *Crop Sci.* 30:874-878.

Steel R.G.T. and Torrie J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co.

Westerman D.T. and Crothers S.E. 1977. Plant population effects on the seed yield components of beans. *Crop Sci.* 17:493-496.

White J.W. and Izquierdo J. 1989. Dry bean: Physiology of yield potential and stress tolerance. CIAT, Colombia, and FAO, Reg. Off. for L. America, Santiago, Chile.

Διαπνοή Φράουλας: Σύγκριση των μετρήσεων με τις υπολογισμένες τιμές διαπνοής από την εφαρμογή δύο μαθηματικών μεθόδων

Γ. Κ. Σπανομήτσιος* και Γ. Παρασκευοπούλου-Παρούση*

Περίληψη

Στην εργασία αυτή μετρήθηκε ο ωριαίος ρυθμός διαπνοής (E) μιας θερμοκηπιακής καλλιέργειας φράουλας κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου Απριλίου-Ιουλίου 1997 και συσχετίστηκε προς τα αντίστοιχα στοιχεία της οριζόντιας ακτινοβολίας (G), του ελλείμματος τάσης των υδρατμών του αέρα (D) και του δείκτη της φυλλικής επιφάνειας (L). Τα δεδομένα μετρήσεων της E συσχετίστηκαν τόσο με τα αντίστοιχα της G με βάση τη γραμμική σχέση $E = AG + B$, όσο και με τα δεδομένα της G και του D με βάση την απλοποιημένη μορφή $E = Af_1(L)G + Bf_2(L)D$ της εξίσωσης Penman-Monteith. Τα αποτελέσματα της συσχέτισης έδειξαν ότι οι μετρημένες τιμές των ωριαίων ρυθμών διαπνοής συσχετίζονται καλύτερα με τις υπολογισμένες από τη δεύτερη σχέση τιμές της E, για την οποία οι συντελεστές προσδιορισμού (R^2) κυμάνθηκαν από 0,870 έως 0,988, παρά με τις υπολογισμένες τιμές της E από την πρώτη σχέση, για την οποία οι συντελεστές προσδιορισμού κυμάνθηκαν από 0,813 έως 0,953.

Οι τιμές του ρυθμού διαπνοής κατά τις μεταμεσημβρινές ώρες βρέθηκαν μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές κατά τις προμεσημβρινές ώρες (ώρες με την ίδια ακτινοβολία), εξαιτίας προφανώς των μεγαλύτερων τιμών του D, που παρατηρήθηκαν κατά τις απογευματινές απ' ότι κατά τις πρωινές ώρες. Η ανταπόκριση του ρυθμού της διαπνοής των φυτών στην αύξηση του D κατά τη διάρκεια της ημέρας ήταν εμφανώς μεγαλύτερη κατά τον δροσερό Απρίλιο με εξατμιστική ικανότητα $60 \text{ mgm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Kpa}^{-1}$, παρά κατά τον θερμό μήνα του Ιουνίου με εξατμιστική ικανότητα $20 \text{ mgm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Kpa}^{-1}$.

Από τους συντελεστές A και B, που προσδιορίστηκαν από την ανάλυση της παλινδρόμησης με βάση τη δεύτερη, απλοποιημένη σχέση, υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές της αντίστασης των στοματίων των φύλλων στη διάχυση υδρατμών στον αέρα, r_i για τους μήνες Απρίλιο-Ιούλιο. Η πορεία της E κατά τους μήνες αυτούς ακολούθησε τις μεταβολές της r_i (Δr_i).

Λέξεις κλειδιά: Φράουλα, διαπνοή, , κλιματικές παράμετροι, δείκτης φυλλικής επιφάνειας.

Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια των ημερών της θερινής περιόδου του έτους οι μεγάλες διακυμάνσεις των συνθηκών του περιβάλλοντος των θερμοκηπίων (ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, υγρασίας, κίνησης του αέρα κ.ά.) διαφοροποιούν τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό. Για την άμεση και αποτελεσματική κάλυψη των αναγκών αυτών είναι απαραίτητη η γνώση των ωριαίων ρυθμών διαπνοής των καλλιεργειών από τα στομάτια των φύλλων της κόμης τους προς τον αέρα του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου.

Οι κύριες αιτίες της μεταβολής του ρυθμού πρόσληψης νερού μιας θερμοκηπιακής καλλιέργειας, που είναι κατά πολύ μεγάλη προσέγγιση ίσος με τον ρυθμό διαπνοής της είναι: α) η αύξηση της φυλλικής επιφάνειας της κόμης και η ανάπτυξη των αναπαραγωγικών οργάνων των φυτών, β) οι ημερήσιες ή εποχιακές μεταβολές των καιρικών συνθηκών και των μετεωρολογικών στοιχείων στο εξωτερικό περιβάλλον και γ) η τροποποίηση των συνθηκών περιβάλλοντος του θερμοκηπίου με τη χρήση συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, εξαερισμού, σκίασης κ.ά. Από τις αιτίες αυτές, οι ημερήσιες μεταβολές των καιρικών συνθηκών και των μετεωρολογικών στοιχείων και η λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού του θερμοκηπίου είναι εκείνες που επιφέρουν διακυμάνσεις στις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Για την ορθολογική κάλυψη των αναγκών αυτών είναι απαραίτητη μία αξιόπιστη μέθοδος υπολογισμού της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.

Η εξίσωση Penman-Monteith, που προσδιορίζει την εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας, παρά τη μεγάλη αξιοπιστία της είναι αρκετά πολύπλοκη, ώστε να είναι πρακτικά αδύνατη η εφαρμογή της σε κλιματιζόμενα θερμοκήπια. Αντίθετα, η χρήση απλοποιημένων μορφών της εξίσωσης Penman-Monteith για τον προσδιορισμό της διαπνοής (E) με μεταβλητές την εισερχόμενη στο θερμοκήπιο ακτινοβολία (G) ή την G και το έλλειμμα τάσης υδρατμών (D) του αέρα δεν παρουσιάζει το μειονέκτημα αυτό.

Γι' αυτό, απλοποιημένες μορφές της εξίσωσης Penman-Monteith για τον προσδιορισμό της E έχουν εφαρμοστεί σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας (Michels 1984, Stangellini 1987, Boulard and Jemaa 1993, Jolliet 1994), αγγουριού (Kozai et al. 1982, Yang et al. 1990, Lorenzo et al. 1998), τριαντάφυλλου (Seginer 1984, Baille et al. 1994a), Ficus Benjamina (Bailey et al. 1993), Poinsetia (Stanley and Harbaugh 1989) και 9 ειδών καλλωπιστικών καλλιεργειών σε γλάστρες (Baille et al. 1994b, 1994c).

Στη χώρα μας, έχουν προσδιορισθεί με διάφορες μεθόδους οι ημερήσιες ανάγκες σε νερό αρκετών θερμοκηπιακών καλλιεργειών (Χατζηγιαννάκης και Γιακουμάκης 1988, Chartzoulakis and Drosos 1995, Spanomitsios 1997, Σπανομήτσιος κ.ά. 1997). Η εισαγωγή όμως νέων μεθόδων καλλιέργειας στα θερμοκήπια (π.χ. καλλιέργειες σε υποστρώματα ή φυτοδοχεία, που έχουν διαφορετική ικανότητα συγκράτησης νερού με το έδαφος) επιβάλλουν τον προσδιορισμό των ωριαίων υδατικών αναγκών κάθε καλλιέργειας κάτω από τις νέες αυτές μεθόδους καλλιέργειας. Ο προσδιορισμός αυτός εξασφαλίζει τη δυνατότητα άμεσης (ανά ώρα) αναπλήρωσης της υγρασίας υποστρωμάτων ή φυτοδοχείων και επομένως αποτελεσματικότερη άρδευση των φυτών της καλλιέργειας. Ακόμη η ολοκλήρωση των ωριαίων υδατικών αναγκών μιας καλλιέργειας στο έδαφος ανά 24ωρο σε συνδυασμό με τη γνώση της απαιτούμενης ποσότητας νερού στράγγισης (που προκύπτει από μετρήσεις) οδηγεί σε ακριβείς υπολογισμούς της ημερήσιας κατανάλωσης νερού της καλλιέργειας και επομένως σε εξίσου αποτελεσματικές ημερήσιες αρδεύσεις.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η εφαρμογή μιας απλοποιημένης μεθόδου προσδιορισμού της E κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, με τη χρήση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (L) και των κλιματικών παραμέτρων G και D, για την κάλυψη των ωριαίων αναγκών σε νερό μιας θερμοκηπιακής καλλιέργειας φράουλας σε φυτοδοχεία.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα πειράματα έγιναν κατά την περίοδο από Οκτώβριο 1996 έως και Ιούλιο 1997 στο Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Μακεδονίας-Θράκης στη Θεσσαλονίκη σε τοξωτό, μεταλλικό θερμοκήπιο εμβαδού 144 m² (18 m X 8 m) προσανατολισμένο κατά την κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης, με διπλή κάλυψη από πλαστικό φύλλο πάχους 0,18mm και πλευρικά παράθυρα ανοίγματος 1 m. Η θέρμανση του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου (1 Δεκεμβρίου-10 Απριλίου) γινόταν με αερόθερμο, ενώ ο φυσικός εξαερισμός από τα πλευρικά παράθυρα άρχιζε όταν η θερμοκρασία του αέρα στο θερμοκήπιο υπερέβαινε τους 25°C και σταματούσε όταν αυτή έπεφτε στους 18°C. Τη θερινή περίοδο (20 Μαΐου-31 Ιουλίου) το θερμοκήπιο καλύφθηκε (εξωτερικά) με δίκτυ σκίασης 30%. Συμπληρωματικός δροσισμός των φυτών κατά τις πολύ θερμές μεσημβρινές ώρες του Ιουνίου και Ιουλίου επιτυγχανόταν με ψεκασμό νερού.

Φυτά της ποικιλίας Tudla φυτεύτηκαν σε πλαστικά φυτοδοχεία που περιείχαν 3 lt μίγματος ανά φυτοδοχείο με κατ' όγκο σύσταση 58% άμμο, 21% ιλύ, 11% άργιλο και 10% περλίτη. Αρδεύσεις των φυτών με σύστημα στάγδην άρδευσης (trickle irrigation system) εφαρμόζονταν κάθε 1 ή 2 ημέρες με ποσότητα νερού 200-1000ml, ανάλογα με την εποχή και όταν η τάση της υγρασίας εδάφους (τ.υ.ε.) υπερέβαινε την τιμή 0,16bar (η τ.υ.ε στην υδατοϊκανότητα του μίγματος ήταν 0,1bar και στο σημείο μάρανσης 0,85 bar). Ο υπολογισμός των ημερήσιων τιμών διαπνοής των φυτών έγινε με τη χρήση του ισοζυγίου του ύδατος άρδευσης σε τυχαίο δείγμα 4 φυτών κατά τη διάρκεια ολόκληρης της καλλιεργητικής περιόδου Οκτωβρίου 1996-Ιουλίου 1997. Για την ανάλυση της παραλλακτικότητας της φυλλικής επιφάνειας των φυτών, του αριθμού φύλλων ανά φυτό, τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας και της ημερήσιας διαπνοής χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες. Για τον υπολογισμό των ωριαίων τιμών διαπνοής ενός τυχαίου δείγματος 3 φυτών κατά τη θερινή περίοδο Απριλίου - Ιουλίου 1997 έγιναν ωριαίες ζυγίσεις του συστήματος των 3 φυτών. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός ζυγός μέγιστου φορτίου 12 kg και ακριβείας ±2 g. Οι μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας γίνονταν περί τα μέσα του κάθε μηνός με το όργανο LI-COR

3050A. Οι μετρήσεις του αριθμού των φύλλων έγιναν σε τυχαίο δείγμα 10 φυτών τις ίδιες ημέρες με τις μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας.

Το νερό στράγγισης (D') συλλεγόταν και ογκομετρείταν κάθε ώρα μετά την έναρξη της άρδευσης και έως 2 ώρες μετά από αυτήν, χρόνος μέσα στον οποίο περατωνόταν η στράγγιση. Η D' σε συνδυασμό με την ποσότητα του παρεχόμενου νερού άρδευσης (I) ήταν απαραίτητη στον υπολογισμό της διαπνοής (E) κατά τη διάρκεια της περιόδου μεταξύ 2 διαδοχικών αρδεύσεων με τη βοήθεια της εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου:

$$E = I - D'$$

Για τον υπολογισμό των ωριαίων τιμών διαπνοής χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη εξίσωση υδατικού ισοζυγίου:

$$E = I - D' + (B_1 - B_2)$$

όπου B_1 και B_2 οι μάζες του συστήματος των 3 φυτών που προκύπτουν ως αποτέλεσμα 2 διαδοχικών (ανά ώρα) ζυγίσεων. Κατά τις ώρες που δεν αρδεύονταν τα φυτά η E υπολογιζόταν αποκλειστικά από τη διαφορά των δύο διαδοχικών ζυγίσεων B_1 και B_2 . Κατά τους 3 πρώτους μήνες υπολογισμού της διαπνοής η επιφάνεια του μίγματος των φυτοδοχείων καλυπτόταν με φύλλο αλουμινίου ώστε να αποφεύγεται η εξάτμιση νερού από αυτή. Η εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του μίγματος θεωρήθηκε επίσης αμελητέα και κατά τους επόμενους μήνες της καλλιεργητικής περιόδου, εξαιτίας της πλήρους κάλυψής της από το πυκνό φύλλωμα των φυτών.

Η μέτρηση ανά λεπτό της οριζόντιας και ανακλώμενης ακτινοβολίας (Wm^{-2}), της θερμοκρασίας αέρα ($^{\circ}C$) και της τάσης υδρατμών αέρα (Kpa) γινόταν με τη χρήση δύο πυρανομέτρων Kipp and Zonen και ενός αναρροφητικού ψυχομέτρου, που είχαν τοποθετηθεί σε απόσταση 10 cm πάνω από την κόμη των φυτών. Για τις θερμοκρασίες εδάφους και φύλλων χρησιμοποιήθηκαν θερμοστοιχεία πάχους 2 και 0,1mm, αντίστοιχα. Όλα τα αισθητήρια αυτά, όπως και τα 2 ηλεκτρονικά ταισίμετρα που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της άρδευσης, ήταν συνδεδεμένα σε ένα data logger CR-10 της Cambell. Ο επεξεργαστής αυτός, που χρησιμοποιήθηκε και για τον υπολογισμό και την καταγραφή των μέσων ωριαίων τιμών των παραμέτρων του περιβάλλοντος, ήταν συνδεδεμένος επίσης με Η/Υ τόσο για την εποπτεία των λαμβανομένων μετρήσεων όσο και για την τελική μεταφορά και αποθήκευσή τους σε μορφή κατάλληλη προς επεξεργασία.

Η απλοποιημένη μαθηματική σχέση που επιλέχθηκε (Baille et al. 1994c) για τον προσδιορισμό ήταν της μορφής:

$$E = Af_1(L)G + Bf_2(L)D \quad (I)$$

όπου E ο ρυθμός διαπνοής της καλλιέργειας τροποποιημένος σε ισοδύναμη ενέργεια (συντελεστής μετατροπής η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης, λ) σε $Jm^{-2}s^{-1}$, G η εισερχόμενη στο θερμοκήπιο ακτινοβολία σε $Jm^{-2}s^{-1}$, D το έλλειμμα τάσης υδρατμών του αέρα σε Kpa και f_1 , f_2 αδιάστατες συναρτήσεις του δείκτη φυλλικής επιφάνειας L . Οι συντελεστές A και B αποτελούν στη σχέση αυτή τους προσδιοριστέους συντελεστές (παραμέτρους), από τους οποίους είναι δυνατό να υπολογίζεται η διαπνοή των φυτών με τη χρήση απλών φυσικών μεταβλητών, όπως η ακτινοβολία και το έλλειμμα τάσης ατμών. Ο συντελεστής A είναι αδιάστατος αφού η E εξαιτίας της τροποποίησής της εκφράζεται στις ίδιες μονάδες με την G και ο συντελεστής B σε $Jm^{-2}s^{-1}Kpa^{-1}$.

Από τη σύγκριση της προηγούμενης σχέσης με την ακόλουθη εξίσωση Penman-Monteith, από την απλούστευση της οποίας προέρχεται

$$\lambda E = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma^*} R_n + \rho_c \frac{LD}{r_e(\Delta + \gamma^*)} \quad (II)$$

(όπου R_n η καθαρή ακτινοβολία που δέχεται η κόμη των φυτών σε $Jm^{-2}s^{-1}$, λ η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης σε Jkg^{-1} , Δ η κλίση της καμπύλης κορεσμού υδρατμών στη θερμοκρασία του αέρα σε $KpaK^{-1}$, $\gamma^* = \gamma(1 + r/r_e)$, γ η ψυχομετρική διαφορά σε $KpaK^{-1}$, r_e η αντίσταση του οριακού στρώματος των φύλλων στη διάχυση υδρατμών σε sm^{-1} , r_s η αντίσταση των στοματίων των φύλλων στη διάχυση υδρατμών σε sm^{-1} , ρ η πυκνότητα του αέρα σε kgm^{-3} , c_p η ειδική θερμότητα του αέρα σε $Jkg^{-1}K^{-1}$ και L ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας) προκύπτουν τα ακόλουθα:

1. Δεδομένου ότι στο χώρο των θερμοκηπίων η G είναι κατά προσέγγιση ίση με την καθαρή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στο ύψος της κόμης των φυτών (Stangellini 1987, Bailey et al. 1993), το

γινόμενο $f_1(L)G$ αντιπροσωπεύει το ποσοστό της G , το οποίο απορροφάται από το φύλλωμα των φυτών της καλλιέργειας συνεισφέροντας ενέργεια για τις ανάγκες της διαπνοής. Είναι δυνατόν επομένως η επιλεγμένη f_1 να έχει τη μορφή:

$$f_1(L) = 1 - \exp(-kL)$$

όπου k ο συντελεστής εξασθένησης της G από την κόμη των φυτών της καλλιέργειας, που αποτελεί την κλασσική συνάρτηση υπολογισμού της απορροφούμενης ακτινοβολίας κατά τη διέλευσή της δια μέσου ενός ομογενούς και μερικά περατού στην ακτινοβολία στρώματος, όπως θεωρούμε εδώ ότι είναι η κόμη των φυτών.

2. Η επιλογή $f_2(L)=L$ έγινε γιατί η αεροδυναμική συνιστώσα της E , όπως φαίνεται και από την εξίσωση Penman-Monteith, είναι πολλαπλάσιο του L .

3. Οι συντελεστές A και B των δύο συνιστωσών ενεργειακής και αεροδυναμικής της εξίσωσης (I) εξαρτώνται από φυσικές παραμέτρους του περιβάλλοντος και των φυτών και εκφράζονται με τις σχέσεις:

$$A = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma^*} \quad (\text{III})$$

$$B = \frac{\frac{\rho c_p}{r_e}}{\Delta + \gamma^*} \quad (\text{IV})$$

Ως μέτρο σύγκρισης των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης της E με βάση την ακόλουθη μη γραμμική ως προς L σχέση, που προκύπτει από την (I) με αντικατάσταση των επιλεγμένων f_1 και f_2 συναρτήσεων

$$E = A [1 - \exp(-kL)]G + BLD \quad (\text{V})$$

χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση της παλινδρόμησης των στοιχείων της E με βάση την απλή γραμμική σχέση

$$E = AG + B \quad (\text{VI})$$

η οποία κατά τα τελευταία χρόνια ήδη έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ως προγνωστική εξίσωση στον έλεγχο των αρδεύσεων σε σύγχρονα κυρίως θερμοκήπια του εξωτερικού.

Για τον προσδιορισμό των συντελεστών A , B και του συντελεστή εξασθένησης k χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος μη γραμμικής συσχέτισης και παλινδρόμησης του Marquard (1963), δια του οποίου έγινε η προσαρμογή των ωριαίων δεδομένων διαπνοής E , ακτινοβολίας G και ελλείμματος τάσης υδρατμών D με βάση τη σχέση (V). Ο συντελεστής εξασθένησης που προέκυψε ($k=0,65$) από την προσαρμογή των στοιχείων του Απριλίου 1997 με βάση τη σχέση (V) χρησιμοποιήθηκε και για τον προσδιορισμό των συντελεστών A και B των μηνών Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου, επειδή κατά τους μήνες αυτούς δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά (Πίνακας I) ο αριθμός και η φυλλική επιφάνεια, από τα οποία εξαρτάται ο k .

Αποτελέσματα και συζήτηση

Οι μέσες ημερήσιες τιμές διαπνοής των φυτών της ποικιλίας Tudla κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου Οκτωβρίου 1996-Ιουλίου 1997 κυμάνθηκαν από 40,3 ml τον Οκτώβριο 1996 έως 192,3 ml τον Μάιο, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ Δεκεμβρίου, Μαρτίου, Μαΐου και Ιουλίου (Πίνακας I). Από τον ίδιο Πίνακα φαίνεται ότι η φυλλική επιφάνεια των φυτών κατά τις ίδιες περιόδους παρουσίασε ανάλογες διαφορές. Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση των φυτών επιφέρει αντίστοιχη αύξηση της διαπνοής των φυτών.

Πίνακας Ι. Φυλλική επιφάνεια (μέσος όρος 3 φυτών), αριθμός φύλλων ανά φυτό (μέσος όρος 10 φυτών), δείκτης φυλλικής επιφάνειας και διαπνοή (μέσος όρος 3 φυτών) της ποικιλίας Tudla κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου Οκτωβρίου 1996 - Ιουλίου 1997

Μήνας	Φυλλική επιφάνεια φυτού (cm ²)	Αριθμός Φύλλων ανά φυτό	Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)	Μέση Ημερήσια Διαπνοή ml/φυτό
Οκτώβριος 1996	191,2 ε*	5,5 η	0,5	40,3 ε
Νοέμβριος «	354,8 ε	11,7 ζ	0,9	80,3 γδ
Δεκέμβριος «	602,4 δ	17,2 ε	1,5	57,9 δε
Ιανουάριος 1997	724,6 γδ	21,1 δ	1,7	65,5 γδε
Φεβρουάριος «	772,3 γδ	22,5 δ	1,9	77,7 γδ
Μάρτιος «	880,3 βγ	26,5 γ	2,1	95,6 γ
Απρίλιος «	1141,0 α	35,5 β	2,7	141,3 β
Μάιος «	1337,0 α	42,0 α	3,3	192,3 α
Ιούνιος «	1222,0 α	38,7 αβ	2,9	167,4 αβ
Ιούλιος «	1076,0 αβ	34,9 β	2,5	150,7 β
LSD	247,80	3,70		30,82
CV(%)	16,16	14,31		15,61

* Μέσοι όροι της ίδιας στήλης με κοινό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά στο επίπεδο σημαντικότητας 5% (κριτήριο Duncan)

Πίνακας ΙΙ. Τιμές των συντελεστών A και B με τις τυπικές αποκλίσεις τους σ_A , σ_B και οι συντελεστές συσχέτισης R και προσδιορισμού R², που προέκυψαν από την προσαρμογή των δεδομένων της E των 4 μηνών της περιόδου Απριλίου-Ιουλίου με βάση τις εξισώσεις (V) και (VI)

Εξίσωση	Μήνας	A	σ_A	B	σ_B	R	R ² (adjusted)
E=AG+B (1)	Απρίλιος	0,334	0,013	68,014	3,603	0,90 *	0,816
E=AG+B (2)	Μάιος	0,647	0,022	40,037	4,291	0,92 *	0,857
E=AG+B (3)	Ιούνιος	0,679	0,026	68,241	5,497	0,90 *	0,813
E=AG+B (4)	Ιούλιος	0,646	0,020	40,194	3,619	0,97 *	0,953
E=A[1-exp(-2.7k)]G+2.7BD (5)	Απρίλιος	0,320	0,015	27,426	1,115	0,94 *	0,875
E=A[1-exp(-3.3k)]G+3.3BD (6)	Μάιος	0,618	0,027	9,157	0,743	0,95 *	0,888
E=A[1-exp(-2.9k)]G+2.9BD (7)	Ιούνιος	0,672	0,029	11,661	0,687	0,93 *	0,870
E=A[1-exp(-2.5k)]G+2.5BD (8)	Ιούλιος	0,641	0,017	9,497	0,386	0,99 *	0,988

* Στατιστικά σημαντικοί συντελεστές συσχέτισης στο επίπεδο σημαντικότητας 1%

Τα συνολικά στοιχεία που προέκυψαν από την προσαρμογή των πειραματικών δεδομένων διαπνοής E, ακτινοβολίας G και ελλείμματος τάσης υδρατμών D για τους τέσσερις μήνες της θερμής περιόδου Απριλίου-Ιουλίου με βάση τη σχέση (V) περιλαμβάνονται στον Πίνακα ΙΙ (οι συντελεστές A και B μαζί με τις εκτιμήσεις των τυπικών αποκλίσεών τους σ_A και σ_B καθώς και οι συντελεστές συσχέτισης R και προσδιορισμού R²). Οι μορφές τις οποίες πήρε η σχέση (V), που χρησιμοποιήθηκε ως βάση εφαρμογής της στατιστικής ανάλυσης, όπως φαίνεται και στον Πίνακα ΙΙ (Εξισώσεις 5-8), διέφεραν από μήνα σε μήνα, μόνο όσον αφορά τον δείκτη της φυλλικής επιφάνειας L, ο οποίος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές (από 2,5 έως 3,3), επειδή η καλλιέργεια είχε φθάσει σχεδόν στην πλήρη ανάπτυξη της κόμης της από τον Απρίλιο, αφού η επιφάνεια των φυτών, από την οποία υπολογίζεται ο L, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μετά τον μήνα αυτό (Πίνακας Ι). Στον Πίνακα ΙΙ περιλαμβάνονται και οι συντελεστές A και B καθώς και οι στατιστικές παράμετροι σ_A , σ_B , R και R² για τους τέσσερις μήνες της θερμής περιόδου Απριλίου-Ιουλίου, που προέκυψαν από την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης των πειραματικών δεδομένων E και G, η οποία βασίστηκε στη σχέση (VI). Με την παρουσίαση αυτή των αποτελεσμάτων στον ίδιο Πίνακα διευκολύνεται περισσότερο η σύγκριση και αξιολόγηση των σχέσεων (V) και (VI), ως εξισώσεων προσδιορισμού της διαπνο-

Πίνακας III. Έλεγχος της σημαντικότητας της διαφοράς των συντελεστών συσχέτισης R, που προέκυψαν από την προσαρμογή των δεδομένων της E με βάση την εξίσωση (V), από τους αντίστοιχους R, που προέκυψαν από την προσαρμογή των δεδομένων της E με βάση την εξίσωση (VI)

Μήνας	Εξίσωση	R	Εξίσωση	R	n	z-κριτήριο
Απρίλιος	E=AG+B (1)	0,900	E=A[1-exp(-2.7k)]G+2.7BD (5)	0,936	160	2,070 **
Μάιος	E=AG+B (2)	0,924	E=A[1-exp(-3.3k)]G+3.3BD (6)	0,949	196	1,811 *
Ιούνιος	E=AG+B (3)	0,900	E=A[1-exp(-2.9k)]G+2.9BD (7)	0,933	190	2,070 **
Ιούλιος	E=AG+B (4)	0,974	E=A[1-exp(-2.5k)]G+2.5BD (8)	0,994	50	3,275 **

* Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συντ. συσχέτισης στο επίπεδο σημαντικότητας 10%

** Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συντ. συσχέτισης στο επίπεδο σημαντικότητας 5%

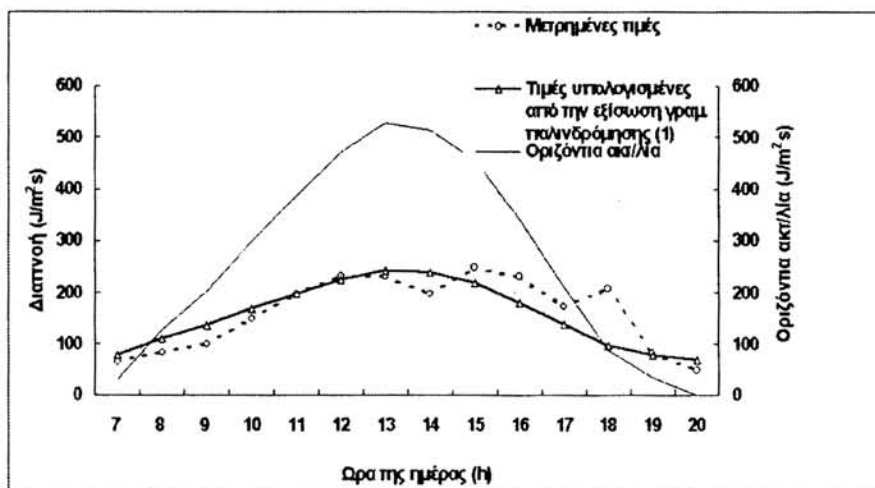
Πίνακας IV. Ημερήσιοι ρυθμοί (μέσες τιμές των ωριαίων τιμών της ημέρας) διαπνοής E και ποσοστά (%) της ενεργειακής και αεροδυναμικής συνιστώσας μιας συνηθισμένης από μετεωρολογικής άποψης ημέρας των μηνών της περιόδου Απριλίου-Ιουλίου, υπολογισμένοι από τις εξισώσεις 5-8 του Πίνακα II

Μήνας	Διαπνοή (E) (Jm ² s ⁻¹)	Ενεργειακή Συνιστώσα (Jm ² s ⁻¹)	Ποσοστό (%)	Αεροδυναμική Συνιστώσα (Jm ² s ⁻¹)	Ποσοστό (%)
Απρίλιος	179,3	80,5	45	98,8	55
Μάιος	190,6	118,8	62	71,8	38
Ιούνιος	202,5	115,3	56	91,2	44
Ιούλιος	172,6	103,4	60	69,1	40

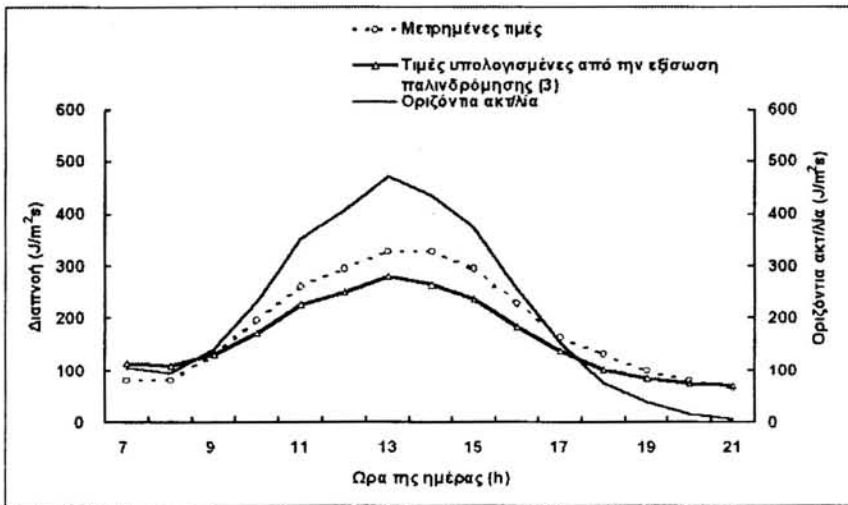
ής E με τη χρήση των στοιχείων του περιβάλλοντος G και G και D, αντίστοιχα.

Από την εφαρμογή των αναλύσεων παλινδρόμησης με βάση τις δύο σχέσεις (V) και (VI) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές τιμές του συντελεστή προσδιορισμού για όλους τους μήνες της περιόδου Απριλίου-Ιουλίου (Πίνακας II). Για τις περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκε η μη γραμμική και πολλαπλή παλινδρόμηση μεταξύ της E και των δύο παραμέτρων του κλίματος G και D, όλες οι τιμές του R βρέθηκαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες (στο επίπεδο 5% για τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Ιούλιο και στο επίπεδο 10% για τον Μάιο) από τις αντίστοιχες τιμές του R, οι οποίες βρέθηκαν για τις περιπτώσεις που εφαρμόστηκε η

γραμμική και απλή παλινδρόμηση μεταξύ της E και της G (Πίνακας III). Η διακύμανση από 0,870-0,988 του R² στη γραμμική πολλαπλή παλινδρόμηση σε σχέση προς 0,813-0,953 της απλής δείχνει ότι η πρώτη εξηγεί κατά μεγαλύτερο ποσοστό (87-99%) απ' ό,τι η δεύτερη (81-95%) την παραλλακτικότητα των στοιχείων της διαπνοής, που λήφθηκαν κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των πειραμάτων της περιόδου Απριλίου-Ιουλίου. Η μικρότερη διαφορά του R² και η λιγότερο σημαντική διαφορά του R (στο επίπεδο 10% αντί στο 5%) μεταξύ των δύο τύπων παλινδρόμησης κατά τον Μάιο σε σχέση με τους άλλους μήνες



Σχήμα 1. Διαπνοή φυτών φράουλας της ποικιλίας Tudla (υπολογισμένες τιμές και ωριαίες μετρήσεις) υπό κάλυψη σε μη σκιαζόμενο θερμοπιο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας (15^η Απριλίου 1997) με διακύμανση της θερμοκρασίας αέρα από 13-22 °C



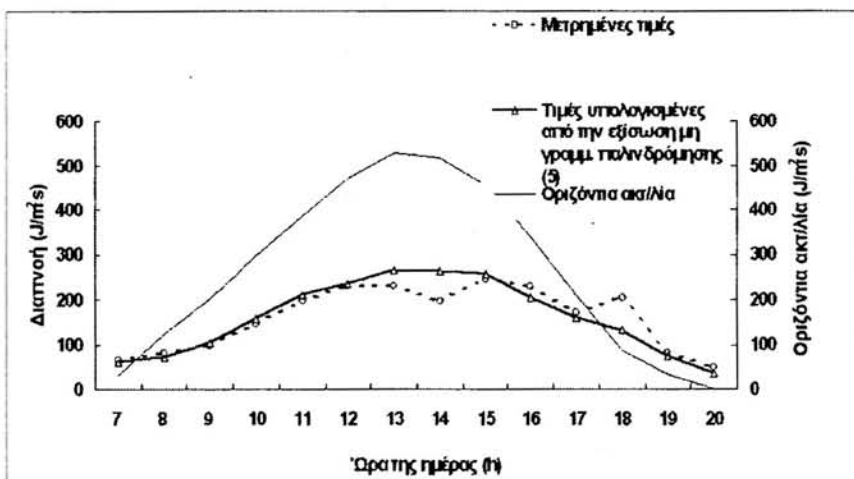
Σχήμα 2. Διαπνοή φυτών φράουλας της ποικιλίας Tudla (υπολογισμένες τιμές και ωριαίες μετρήσεις) υπό κάλυψη σε σκιαζόμενο θερμ/πιο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας (18^η Ιουνίου 1997) με διακύμανση της θερμοκρασίας αέρα από 20-34 °C

μειώνει την ικανότητά τους να διαπνέουν με ρυθμούς ανάλογους της αύξησης του D. Ο συντελεστής A, που διπλασιάστηκε κατά τη διάρκεια των μηνών που εφαρμόστηκε σκίαση, δείχνει ότι η ενεργειακή συνιστώσα της E αυξήθηκε τους μήνες Μάιο έως Ιούλιο (Πίνακας IV) σε σύγκριση με τον Απρίλιο (γιατί, δεδομένης της αύξησης της εξωτερικής ακτινοβολίας συναρτήσει του χρόνου, η μείωση της G κατά το Μάιο λόγω σκίασης κατά 30% τη διατήρησε σταθερά πάνω από το 70% της G του Απριλίου). Αντίθετα η αεροδυναμική συνιστώσα της E μειώθηκε από τον Απρίλιο στο Μάιο (Πίνακας IV), γιατί ο B υποτριπλασιάστηκε περίπου από 27 σε $9 \text{ Jm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Kpa}^{-1}$. Στη συνέχεια ακολούθησε την αυξητική πορεία του D κατά τη διάρκεια του Ιουνίου, ενώ κατά τον Ιούλιο, μειώθηκε εξαιτίας της ελάττωσης του B (από 11,7 σε $9,5 \text{ Jm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Kpa}^{-1}$).

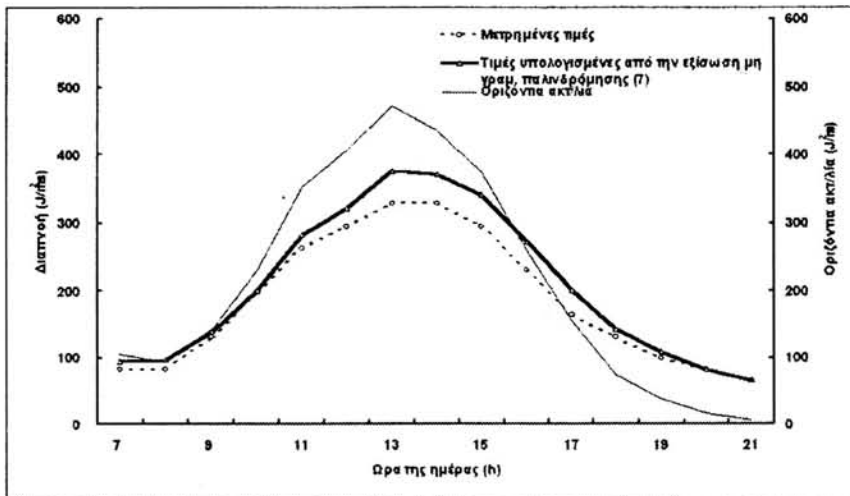
Η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της μη γραμμικής προσομοίωσης των δεδομένων της E σε σχέση με τη γραμμική και για δύο ημέρες του Απριλίου και Ιουνίου αντίστοιχα, παρουσιάζεται στα Σχήματα 1-4. Μεγαλύτερη απόκλιση των υπολογισμένων από τις πειραματικές τιμές της E παρατηρούνται τις μεσημβρινές ώρες, κατά τις οποίες υπάρχει μεγαλύτερη αλληλεπίδραση των παραμέτρων G και D του περιβάλλοντος.

Από την κλίση των ευθειών παλινδρόμησης (Σχήμα 5) υπολογίστηκε ότι η εξατμιστική ικανότητα των φυτών

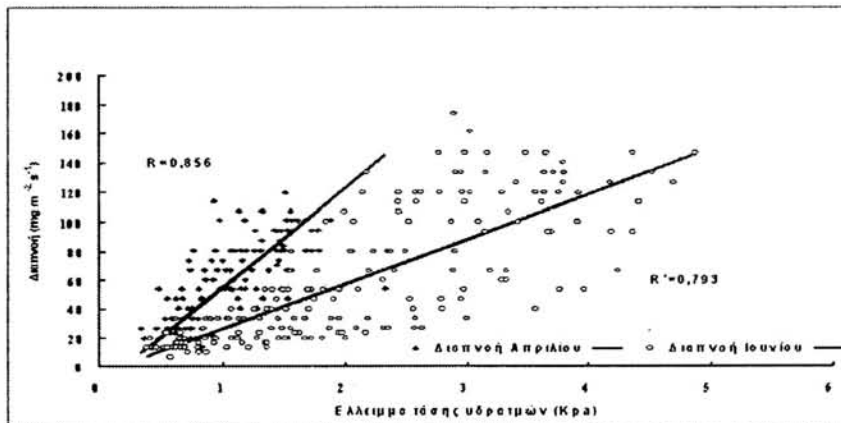
κατά τον Απρίλιο ήταν περίπου $60 \text{ mgm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Kpa}^{-1}$, όταν τα όρια διακύμανσης της D ήταν 0,5 έως 1,8Kpa και με μέγιστο διαπνοής $120 \text{ mgm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (όταν $D=1,5 \text{ Kpa}$), ενώ κατά τον Ιούνιο μειώθηκε σε περίπου $20 \text{ mgm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Kpa}^{-1}$, όταν τα όρια διακύμανσης του D ήταν από 0,5 έως 4,5Kpa και το μέγιστο $180 \text{ mgm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (όταν $D=3 \text{ Kpa}$). Αυτό σημαίνει ότι η ενώ η διαπνοή μιας καλλιέργειας φράουλας είναι δυνατό να αποτελεί μια γραμμική συνάρτηση του D κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου ενός μηνός, όπως ο Απρίλιος, δεν συμβαίνει το ίδιο κατά τη διάρκεια μιας μεγαλύτερης χρονικής περιόδου, όπως αυτή του Απριλίου-Ιουλίου, που το D παρουσιάζει



Σχήμα 3. Διαπνοή φυτών φράουλας της ποικιλίας Tudla (υπολογισμένες τιμές και ωριαίες μετρήσεις) υπό κάλυψη σε μη σκιαζόμενο θερμ/πιο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας (15^η Απριλίου 1997) με διακύμανση της θερμοκρασίας αέρα από 13-22 °C



Σχήμα 4. Διαπνοή φυτών φράουλας της ποικιλίας Tudla (υπολογισμένες τιμές και ωριαίες μετρήσεις) υπό κάλυψη σε σκιαζόμενο θερμοπιο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας (18^η Ιουνίου 1997) με διακύμανση της θερμοκρασίας αέρα από 20-34°C



Σχήμα 5. Συσχέτιση μεταξύ της διαπνοής φυτών φράουλας της ποικιλίας Tudla και του ελλείμματος τάσης υδρατμών του αέρα κατά τη διάρκεια ενός δροσερού (8 °C < T < 27 °C, 0,5 < D < 1,8 Kpa) μήνα (Απριλίου) και ενός ξηρού και θερμού (12 °C < T < 35 °C, 0,5 Kpa < D < 4,8 Kpa) μήνα (Ιουνίου) ανάπτυξης των φυτών

τά το απόγευμα (Σχήμα 6). Οι τιμές του E (τεταγμένες των σημείων του σχεδιαγράμματος) που μετρήθηκαν κατά τις απογευματινές ώρες ήσαν υψηλότερες από τις αντίστοιχες πρωινές, αν και οι τιμές της G (τεταγμένες των σημείων του σχεδιαγράμματος) ήσαν παραπλήσιες, λόγω της συμμετρικότητας της κίνησης του ηλίου γύρω από την μεσημβρινή του θέση και της απουσίας νέφωσης. Το φαινόμενο αποδίδεται (Logenzo et al. 1998) στο ότι, το D είναι συνήθως μεγαλύτερο κατά τις απογευματινές παρά κατά τις πρωινές ώρες, εξαιτίας της υστέρησης που παρουσιάζει η θερμοκρασία (T) του αέρα έναντι της G, από την οποία το D εξαρτάται άμεσα (Mansfield 1965).

Από τη σχέση (III), αν επιλυθεί ως προς r_i/r_e , προκύπτει:

$$\frac{r_i}{r_e} = \left[\frac{\Delta \left(\frac{1-A}{A} \right)}{\gamma} \right] - 1 \quad (\text{VII})$$

διακυμάνσεις από 0,4-4,5 Kpa. Το ίδιο χαρακτηριστικό έχει διαπιστωθεί για τη διαπνοή μιας καλλιέργειας τριαντάφυλλου (Baille et al. 1994a), για την οποία η γραμμικότητα της διαπνοής διατηρείται μέχρι μια οριακή τιμή του $D=1,5$ Kpa, ενώ στο αγγούρι (Logenzo et al. 1998) αυτή διατηρείται μέχρι την τιμή $D=3$ Kpa. Εξάλλου η γραμμικότητα, που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια μιας ομοιογενούς από κλιματική άποψη περιόδου, περιορίζεται σ' ένα μόνο μέρος του ημερήσιου εύρους του D. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι κατά την εμφάνιση υψηλών τιμών του D εξαιτίας της επικράτησης υψηλών τιμών θερμοκρασίας (>30°C) και της κίνησης ξηρού αέρα διαμέσου του φυλλώματος της καλλιέργειας κατά τη διάρκεια των μεσημβρινών ωρών προκαλείται μερικό κλείσιμο των στοματιών με συνέπεια τη μείωση της διαπνοής (Stangellini 1987). Κατά ένα μεγάλο μέρος της η διασπορά των σημείων του διαγράμματος του Σχήματος 5 κατά τον Ιούνιο οφείλεται και στη γήρανση των φύλλων, τα οποία διαπνέουν ελάχιστα όταν το D είναι μικρό.

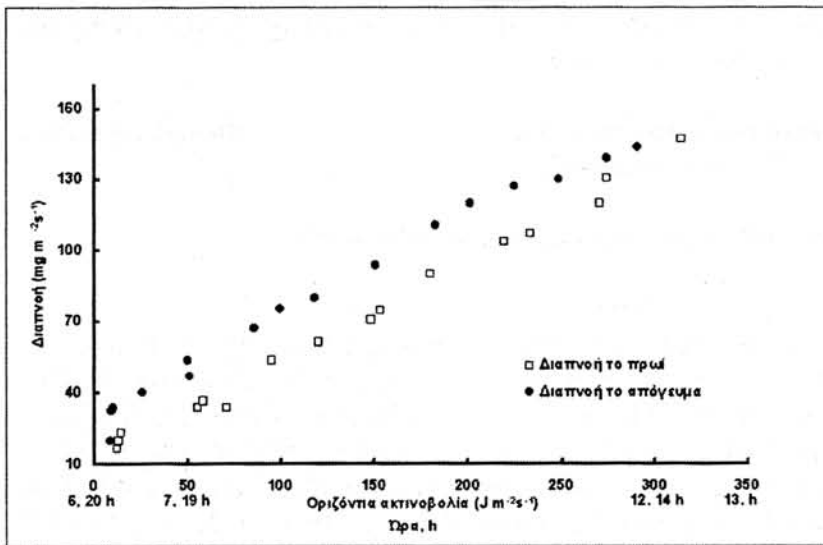
Κατά τη διάρκεια μιας ημέρας με $D < 1,8$ ο ημερήσιος ρυθμός διαπνοής E της καλλιέργειας αυξήθηκε γραμμικά ακολουθώντας κατά το πρωί την αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας G, για να ακολουθήσει στη συνέχεια την αντίστροφη πορεία κα-

$$r_e = \frac{\rho c_p A}{\Delta B} \quad (VIII)$$

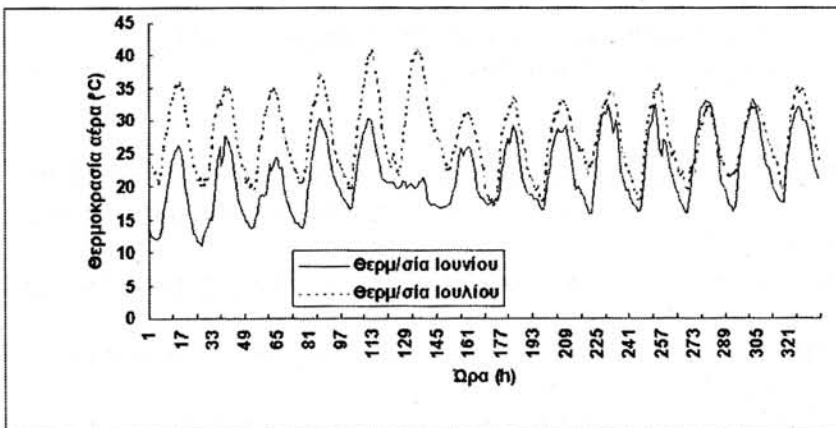
Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (IV) υπολογίζεται ακόμη ότι:

Από τις (VII) και (VIII) υπολογίζεται η αντίσταση των στοματίων στα φύλλα r_i , θέτοντας ως Δ , Δ/γ και c_p χωρίς σημαντικό σφάλμα τις τιμές των παραμέτρων αυτών που αντιστοιχούν σε θερμοκρασία 25 °C (0,189KpaK⁻¹, 2,85KpaK⁻¹ και 1.005J/Kg αντίστοιχα), και ως ρ (σε Kg/m³) την τιμή που προκύπτει από τον τύπο:

$$\rho = 1.201 \frac{p - 3.75 e}{1000} \frac{290}{T} \quad (IX)$$



Σχήμα 6. Ωριαίες μετρήσεις του ρυθμού διαπνοής της φράουλας της ποικιλίας Tudla στις ίδιες συνθήκες ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις πρωινές (6-12h) και κατά τις απογευματινές (14-20h) ώρες, που διέφεραν εξαιτίας των μεγαλύτερων τιμών θερμοκρασίας του απογεύματος



Σχήμα 7. Διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα (με τη χρήση μέσων ωριαίων τιμών θερμ/σίας) στο θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων εβδομάδων των μηνών Ιουνίου και Ιουλίου

όπου p η ολική πίεση, e η τάση υδρατμών του αέρα σε mbars και T η θερμοκρασία του αέρα σε K. Από τον υπολογισμό της r_i για τους μήνες Απρίλιο έως Ιούλιο προκύπτει ότι αυτή μειώθηκε από 363,6 sm⁻¹ κατά τον Απρίλιο σε 305,8 sm⁻¹ κατά το Μάιο και 138,4 sm⁻¹ κατά τον Ιούνιο, ενώ αυξήθηκε πάλι κατά τον Ιούλιο σε 234,2 sm⁻¹. Η εξέλιξη αυτή της r_i είναι πιθανό να οφείλεται στη βελτίωση της υγρασιακής κατάστασης του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου με την εφαρμογή σκίασης και εξαερισμού από το Μάιο και ψεκασμού με νερό κατά τις μεσημβρινές ώρες του Ιουνίου, η οποία συντελεί στο άνοιγμα των στοματίων των φύλλων (Baille et al. 1994a). Κατά τον Ιούλιο αντίθετα η επικράτηση έντονα ξηροθερμικών συνθηκών (Σχήμα 7) είναι πιθανό να συντέλεσαν στο μερικό κλείσιμο των στοματίων με αποτέλεσμα να αυξηθεί η r_i . Η πορεία της E κατά τους μήνες Απρίλιο έως Ιούλιο (Πίνακας IV) ακολούθησε τις μεταβολές της r_i (Δr_i), γεγονός που επιβεβαιώνει και το συμπέρασμα της Stangellini (1987) σύμφωνα με το οποίο η E επηρεάζεται κυρίως από τις μεταβολές της r_i και όχι τόσο από τις τιμές των r_i και r_e .

Συμπεράσματα

Η απλοποιημένη μορφή της εξίσωσης Penman-Monteith (V) παρέχει τη δυνατότητα αποτελεσματικό-

τερης πρόγνωσης ($0,87 < R^2 < 0,99$) των ωριαίων ρυθμών διαπνοής απ' ότι ($0,81 < R^2 < 0,95$) η απλή γραμμική σχέση (VI). Η γραμμικότητα της διαπνοής E ως προς D ελαττώνεται όταν επικρατούν υψηλές τιμές του D, με συνέπεια να μειώνεται και η προγνωστική αξία της (V). Το ίδιο αποτέλεσμα επιφέρει και η γήρανση των φύλλων, ενώ τεχνικές που εμποδίζουν την εμφάνιση υψηλών τιμών του D όπως η σκίαση και οι ψεκασμοί με νερό αυξάνουν την προγνωστική της αξία.

Από τον προσδιορισμό της αντίστασης των στοματίων r_i από τους συντελεστές A και B της εξίσωσης (V) προκύπτει ότι οι τιμές που λαμβάνει η E είναι ανάλογες προς τις μεταβολές του r_i (Δr_i). Ο επαρκής κλιματισμός του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια των ξηροθερμικών συνθηκών, που επικρατούν κατά τις μεσημβρινές ώρες της θερμής περιόδου, εμποδίζει τη μείωση της E εξαιτίας της αύξησης της r_i , η οποία προκαλείται πιθανόν από το μερικό κλείσιμο των στοματίων των φύλλων.

Η απλότητα και αποτελεσματικότητα προσδιορισμού της E με τη χρήση της εξίσωσης (V) την καθιστά κατάλληλη για την ανάπτυξη ενός αλγόριθμου προγραμματισμού και ελέγχου της άρδευσης και του κλίματος ενός θερμοκηπίου κατά τη θερινή περίοδο. Η δυσκολία προσδιορισμού του L με απ' ευθείας μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας μπορεί να ξεπεραστεί με τη βοήθεια μιας εμπειρικής μεθόδου προσδιορισμού του L από απλά γεωμετρικά στοιχεία των φυτών (διαστάσεις των φύλλων κ.ά.).

Strawberry transpiration: comparison of measurements with the output of two mathematical estimation methods

G. K. Spanomitsios* and G. Paraskevopoulou-Parousi*

Abstract

The transpiration rates (E) of pot strawberry plants were measured by weighing during the warm period of April-July 1997 and were studied in relation to climatic parameters (solar radiation, G, vapour pressure deficit, D) and leaf area index, L. The obtained hourly data of E were correlated with those of (i) G and (ii) G and D on the basis of the linear equation form $E=AG+B$ and the simplified form $E=Af_1(L)G+Bf_2(L)D$ of the Penman-Monteith equation, respectively. In both cases the estimated transpiration rates agree well with measured rates with best correlations found in the second case (correlation coefficients, R^2 , equal to 0.870-0.988 instead of 0.813-0.953).

Higher leaf transpiration rates were observed during hourly intervals in the afternoon in comparison to those (with equal radiation intensities) during the morning, apparently due to the corresponding higher vapour pressure deficit values of the air. The effect of the diurnal vapour pressure deficit increase on plant transpiration was more efficient during April than June (evaporation capability $60\text{mgm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Kpa}^{-1}$ against $20\text{mgm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Kpa}^{-1}$).

By the regression coefficients A and B estimated from regression analysis performed on the basis of the second equation were determined the mean values of the leaf stomatal resistance r_i for the months April-July. These values of r_i showed that the course of E during that time followed the changes of r_i . (Δr_i)

Key words: Strawberry, transpiration, climatic factors, leaf area index.

Βιβλιογραφία

- Bailey, B.J., Montero, J.I., Biel, C., Wilkinson, D.J., Anton, A., Jolliet, O. 1993. Transpiration of *Ficus Benjaminia*: comparison of measurements with predictions of the Penman-Monteith model and a simplified version. *Agric. Forest Meteor.* 65: 229-243.
- Baille, M., Baille, A., Delmon, D. 1994a. Microclimate and transpiration of greenhouse rose crops. *Agric. Forest Meteor.* 71: 83-97.
- Baille, M., Baille, A., Laury, J.C. 1994b. Canopy surface resistances to water vapour transfer for nine greenhouse pot plant crops. *Sci. Hort.* 57: 143-155.
- Baille, M., Baille, A., Laury, J.C. 1994c. A simplified model for predicting evapotranspiration rate of nine ornamental species vs. climate factors and leaf area. *Sci. Hort.* 59: 217-232.

* Agricultural Research Center of Macedonia-Thrace, N.AG.RE.F, 57001 Thermi-Thessaloniki, Greece

- Boulard, T. Jemaa. R. 1993. Greenhouse tomato crop transpiration model application to irrigation control. *Acta Hort.* 335: 381-387.
- Chartzoulakis, K., Drosos, N. 1995. Water use and yield of greenhouse grown eggplant under drip irrigation. *Agric. Water Manag.* 28: 113-120.
- Jolliet, O. 1994. HORTITRANS, a model for predicting and optimizing humidity and transpiration in greenhouses. *J. Agric. Enging. Res.* 57: 23-37.
- Kozai, T., Hayashi, M., Suzuki, H., Watanabe, I. 1982. Effects of environmental factors on evapotranspiration of greenhouse cucumber crops in hydroponic culture. *J. Agric. Meteor. Jpn.* 32: 153-159.
- Lorenzo, P., Medrano, E., Sánchez-Guerrero, M.C. 1998. Greenhouse crop transpiration: An implement to soilless irrigation management. *Acta Hort.* 458: 113-119.
- Mansfield, T.A. 1965. Studies in stomatal behaviour XII. Opening in high temperatures in darkness. *J. Expt. Bot.* 16:721-731.
- Marquardt, D.W. 1963. An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters. *J. Soc. Appl. Math.* 2: 431-441.
- Michels, P. 1984. Comparison of soil, plant and climate measuring procedures for scheduling irrigation of greenhouse tomatoes. Ph. D. Dissertation, Leuven University, Belgium, 185 pp.
- Seginer, I. 1984. On night transpiration of greenhouse roses under glass or plastic cover. *Agric. Forest. Meteor.* 30: 257-268.
- Spanomitsios, G.K. 1997. Crop coefficients of a soilless Gerbera culture under plastic greenhouse conditions. *Agric. Mediterranea* 7(4): 298-305.
- Σπανομήτσιος, Γ., Παρούσης, Η., Παρασκευοπούλου-Παρούση, Γ. 1997. Καλλιεργητικοί συντελεστές φράουλας υπό κάλυψη. *Γεωτ. Επιστ. Θέματα τόμος 8, τεύχος 3:* 41-48.
- Stangellini, C. 1987. Transpiration of greenhouse crops. Ph. D. Thesis, Wageningen Agricultural University, the Netherlands, 150 pp.
- Stanley, C.D., Harbaugh, B.K. 1989. Poinsettia irrigation based on evaporative demand and plant growth characteristics. *Hortscience*, 24: 937-939.
- Χατζηγιαννάκης, Σ., Γιακουμάκης, Ε. 1988. Ανάγκες σε αρδευτικό νερό τομάτας και αγγουριού στο θερμοκήπιο. *Τεχνική μελέτη Ινστιτούτου Εγγείων Βελτιώσεων αρ.* 96, σ. 19.
- Yang, X., Short, T.H., Fox, R.D., Bauerle, W.L. 1990. Transpiration, leaf temperature and stomatal resistance of a greenhouse cucumber crop. *Agric. Forest. Meteor.* 51:197-209.

Αποτελεσματική επενδυτική στρατηγική στις θερμοκηπιακές επιχειρήσεις της Πελοποννήσου

Ειρήνη Τζουραμάνη¹, Κων/νος Μάττας²

Περίληψη

Ο κλάδος των θερμοκηπιακών επιχειρήσεων αντιμετωπίζει έντονα προβλήματα τα τελευταία χρόνια αλλά ταυτόχρονα παρουσιάζει τεράστιες δυνατότητες επέκτασης στα πλαίσια της διεύρυνσης της Ευρωπαϊκής αγοράς. Στην περιοχή της Πελοποννήσου, μια από τις σημαντικότερες περιοχές παραγωγής κηπευτικών υπό κάλυψη στην Ελλάδα, οι παραγωγοί αντιμετωπίζουν πλήθος εναλλακτικών επενδυτικών επιλογών. Από την αξιολόγηση παραδοσιακών και σύγχρονων θερμοκηπιακών μονάδων στην περιοχή της Πελοποννήσου διαπιστώθηκε ότι ο κλάδος χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για την επιβίωση του και την ανάπτυξή του στον ανταγωνιστικό χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αποτελεσματικότερη πολιτική που ενδείκνυται να ακολουθηθεί είναι να αξιοποιηθούν τα ήδη ισχύοντα προγράμματα ενίσχυσης του κλάδου και να εκσυγχρονιστούν οι παραδοσιακές απλές κατασκευές θερμοκηπίων με νέες σύγχρονες μονάδες.

Λέξεις κλειδιά: Θερμοκήπια, επενδύσεις, αγροτική πολιτική, χρηματοοικονομική ανάλυση

1. Εισαγωγή

Οι θερμοκηπιακές επιχειρήσεις καταλαμβάνουν σήμερα στην Ελλάδα μια έκταση 40.000 στρεμμάτων περίπου, θεωρούνται από τις πιο εντατικές επιχειρήσεις στη γεωργία και συμβάλλουν σημαντικά τόσο στη διαμόρφωση του γεωργικού εισοδήματος όσο και στην ενίσχυση του εθνικού εισοδήματος. Ο κλάδος των θερμοκηπιακών επιχειρήσεων παρουσιάζει τεράστιες δυνατότητες ανάπτυξης στα πλαίσια της διεύρυνσης της Ευρωπαϊκής Αγοράς και της επέκτασης του διεθνούς εμπορίου, διότι θεωρείται κλάδος με συγκριτικό πλεονέκτημα για τη χώρα μας (Ινστιτούτο Ανάπτυξης και Διαχείρισης Φυσικών Πόρων, 1994). Τα κηπευτικά είναι μια από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες στην Ελλάδα, αφού καταλαμβάνουν περίπου το 1/4 της συνολικής Ακαθάριστης Αξίας της Φυτικής Παραγωγής. Η αξία των κηπευτικών σε θερμοκήπια αντιπροσωπεύει το 15% της αξίας του συνόλου των κηπευτικών και το 3,4% της αξίας του συνόλου της φυτικής παραγωγής της χώρας (Υπουργείο Γεωργίας, 1997).

Η περιοχή της Πελοποννήσου είναι μια σημαντική παραγωγός περιοχή τομάτας θερμοκηπίου στην Ελλάδα, καλύπτοντας το 20,07% της συνολικής έκτασης της τομάτας θερμοκηπίου και το 19,07% της συνολικής παραγωγής (Υπουργείο Γεωργίας, 1990-1996). Η πρώτη περίοδος καλλιέργειας αρχίζει από το Δεκέμβριο και διαρκεί μέχρι τον Ιούλιο, και η δεύτερη από τον Αύγουστο μέχρι τον Δεκέμβριο. Τα τελευταία χρόνια, ο τομέας των θερμοκηπιακών καλλιεργειών αντιμετωπίζει προβλήματα εξαιτίας του έντονου ανταγωνισμού στις διεθνείς αγορές και της έλλειψης οργάνωσης της διακίνησης των προϊόντων της χώρας μας, που έχουν ως αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση του εισοδήματος των καλλιεργητών και τον έντονο προβληματισμό για το μέλλον του κλάδου. Μέσα στις συνθήκες αυτές, ο παραγωγός-επενδυτής έχει ανάγκη από επενδύσεις που να του επιτρέπουν, με μικρό σχετικά κόστος, να βελτιώσει την οικονομική του θέση. Επίσης, μέσα από το πλήθος των επενδυτικών επιλογών θα πρέπει να υλοποιήσει μόνο αυτές που μπορούν να επιφέρουν το καλύτερο οικονομικό αποτέλεσμα.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας αρχικά θα παρουσιαστεί το θεωρητικό πλαίσιο για την αξιολόγηση γεω-

¹ *Ινστιτούτο Γεωργοοικονομικών και Κοινωνιολογικών Ερευνών (Ι.Γ.Ε.Κ.Ε.), Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Παρθενώνος 5, 141 21 Ν. Ηράκλειο, Αθήνα, Τηλ. 01-2756596, Email: eirini20@hol.gr*

² *Καθηγητής του Α.Π.Θ., Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Αγροτικής Οικονομίας, Τ.Θ. 225, 54006 Θεσσαλονίκη, Τηλ. 031-998807, Email: mattas@agro.auth.gr και mattas@eng.auth.gr*

γικών επενδυτικών σχεδίων. Στη συνέχεια θα δοθεί μια πλήρης εικόνα της επενδυτικής κατάστασης των θερμοκηπίων, του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού και των αναμενόμενων τάσεων στην περιοχή της Πελοποννήσου. Τέλος, το αναπτυχθέν θεωρητικό πλαίσιο θα εφαρμοστεί χρησιμοποιώντας στοιχεία από θερμοκηπιακές επιχειρήσεις στην περιοχή της Πελοποννήσου και θα διερευνηθεί ποιες είναι οι αποτελεσματικότερες επενδυτικές στρατηγικές-πολιτικές για τους παραγωγούς-επενδυτές του κλάδου και κάτω από ποιες συνθήκες θα πρέπει να ακολουθηθούν για την ανάπτυξη του κλάδου των θερμοκηπίων στην περιοχή της Πελοποννήσου.

2. Αξιολόγηση γεωργικών επενδύσεων

Η πιο συνηθισμένη τεχνική που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των επενδύσεων στηρίζεται στην προεξόφληση (Brealey and Myers 1991, Bierman and Smidt 1988, Irvin 1978, Hirshleifer 1970, Brigham 1985, Brockington 1988, Grant et al., 1990, Horne and James 1977). Οι μελλοντικές αξίες από τα υπολογιζόμενα έσοδα και έξοδα της επένδυσης ανάγονται σε παρούσες αξίες με την προεξόφληση. Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι τεχνικές των προεξοφλούμενων χρηματοροών θεωρούνται ως η άριστη προσέγγιση για την αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων, επειδή αναγνωρίζουν τη σημαντικότητα των εννοιών, όπως η χρονική αξία των χρημάτων, το κόστος του κεφαλαίου και η ανάγκη της πρόβλεψης για να μειωθεί όσο είναι δυνατόν η αβεβαιότητα μέσα στην οποία ενεργούν οι επενδυτές (Neale and Wagstaff, 1985). Ένα σημαντικό σημείο που επισημαίνεται από τον Irvin (1978) είναι η επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου προεξόφλησης για την κατανόηση και τη χρησιμοποίηση των προεξοφλητικών μεθόδων έτσι ώστε να μετατραπούν οι μελλοντικές αξίες σε σημερινές. Το προεξοφλητικό επιτόκιο παρουσιάζεται ως το μέσο ποσοστό επιστροφής χρημάτων και είναι το μέσο καθαρό κέρδος της επένδυσης.

Για την λήψη της επενδυτικής απόφασης συνήθως χρησιμοποιείται η ανάλυση η οποία συγκρίνει τα έσοδα και τα έξοδα με την επένδυση και χωρίς την επένδυση (*incremental analysis*), δηλαδή υπολογίζονται τα αυξανόμενα έσοδα και έξοδα σε όλη τη διάρκεια της επένδυσης (Pagoulatos, 1992). Στη συνέχεια, θα πρέπει να εξετασθούν κάποια κριτήρια προκειμένου να ληφθεί η απόφαση εάν θα πρέπει ή όχι να πραγματοποιηθεί η επένδυση.

Στη γεωργία η αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων γίνεται κατά κύριο λόγο με τη χρησιμοποίηση κάποιου από τα κριτήρια προεξόφλησης (Gittinger, 1972), δηλαδή:

- την Καθαρή Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α.),
- το Εσωτερικό Επιτόκιο Απόδοσης (Ε.Ε.Α.), και
- το λόγο Ωφελειών-Κόστους.

2.1. Καθαρή Παρούσα Αξία

Το πιο συνηθισμένο, αξιόπιστο και ευρέως χρησιμοποιούμενο κριτήριο για την αξιολόγηση μιας επένδυσης είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία (*Net Present Value*). Καθαρή Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α.) είναι η αξία των προσδοκώμενων καθαρών χρηματικών ροών της επένδυσης, προεξοφλούμενες με το κατάλληλο επιτόκιο αφαιρώντας το αρχικό κόστος της επένδυσης (Brigham 1985, Bromwich 1976, Brealey and Myers 1991, Gittinger, 1972, Hirshleifer 1970, Irvin 1978, Θεοφανίδης 1985).

$$\text{Κ.Π.Α.} = I_0 - \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+R)^t}$$

Όπου:

I_0	= αρχικό κόστος της επένδυσης
T	= διάρκεια ζωής της επένδυσης
CF_t	= χρηματική ροή στο χρόνο t
R	= προεξοφλητικό επιτόκιο

Όλα τα επενδυτικά σχέδια τα οποία έχουν θετική Κ.Π.Α., μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτά και να πραγματοποιηθούν (Gittinger, 1972).

2.2. Εσωτερικό Επιτόκιο Απόδοσης

Εσωτερικό Επιτόκιο Απόδοσης (*Internal Rate of Return*) είναι το επιτόκιο αναγωγής που καθιστά την Καθαρή Παρούσα Αξία ίση με μηδέν. Εσωτερικό Επιτόκιο Απόδοσης (Ε.Ε.Α.) ορίζεται το επιτόκιο το οποίο εξισώνει την παρούσα αξία των αναμενόμενων μελλοντικών χρηματοροών με το αρχικό κόστος της επένδυσης (Brigham 1985, Bromwich 1976, Brealey and Myers 1991, Gittinger 1972, Hirshleifer 1970, Irvin 1978). Το Ε.Ε.Α. ως επιτόκιο δείχνει την πραγματική αποδοτικότητα της συνολικής επένδυσης και παρουσιάζει το μέσο κέρδος των χρημάτων που προκύπτουν για την επένδυση καθ' όλη τη διάρκειά της (Irvin 1978, Dorfman 1981).

Η εξίσωση για τον υπολογισμό του Εσωτερικού Επιτοκίου Απόδοσης είναι:

$$\text{Κ.Π.Α.} = I_0 - \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+R)^t} = 0 \quad (2)$$

Όπου:

I_0	= αρχικό κόστος της επένδυσης
T	= διάρκεια ζωής της επένδυσης
CF_t	= χρηματική ροή στο χρόνο t
R	= προεξοφλητικό επιτόκιο

Μια επένδυση θεωρείται αποδεκτή (συμφέρουσα), όταν το Ε.Ε.Α. είναι υψηλότερο από το επιτόκιο που ισχύει στο συγκεκριμένο κλάδο του σχεδίου επένδυσης. Αποδεχόμαστε επενδυτικές ευκαιρίες οι οποίες προσφέρουν μεγαλύτερη απόδοση απ' ότι το ευκαιριακό κόστος του κεφαλαίου.

2.3. Λόγος Ωφελειών-Κόστους

Ο λόγος ωφελειών-κόστους (*Benefit/Cost ratio*) ορίζεται ως το κλάσμα των προεξοφλούμενων αυξανόμενων εσόδων προς τα προεξοφλούμενα αυξανόμενα έξοδα (Gittinger, 1972).

$$\text{Λόγος Ωφελειών - Κόστους} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+R)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+R)^t}} \quad (3)$$

Όπου:

B_t	= εισροές της επένδυσης στο χρόνο t
T	= διάρκεια ζωής της επένδυσης
C_t	= εκροές της επένδυσης στο χρόνο t
R	= προεξοφλητικό επιτόκιο

Εάν τα προεξοφλούμενα αυξανόμενα έσοδα είναι περισσότερα από τα προεξοφλούμενα αυξανόμενα έξοδα, δηλαδή ο λόγος ωφελειών-κόστους είναι μεγαλύτερος της μονάδας, τότε η επένδυση μπορεί να θεωρηθεί ότι συμφέρει να πραγματοποιηθεί.

3. Οικονομικό προφίλ θερμοκηπιακών επενδύσεων στην Πελοπόννησο

Οι παραγωγοί θερμοκηπιακών προϊόντων αντιμετωπίζουν πολλές επιλογές σχετικά με το είδος της επένδυσης που θα πρέπει να πραγματοποιήσουν. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας, για να προσδιοριστεί η καλύτερη επενδυτική απόφαση θα αξιολογηθούν δύο χαρακτηριστικά είδη θερμοκηπιακών επενδύσεων, ένα παραδοσιακό θερμοκήπιο και ένα σύγχρονο. Παραδοσιακό θερμοκήπιο θεωρείται μια απλή θερμοκηπιακή κατασκευή, η οποία κατασκευάζεται από τον ίδιο τον παραγωγό χωρίς να έχει ιδιαίτερα τεχνικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά και χωρίς να γίνεται χρήση του ανάλογου εξοπλισμού για τη ρύθμιση του μικροπεριβάλλοντος του θερμοκηπίου. Αντίθετα, σύγχρονο θερμοκήπιο θεωρείται το θερμοκήπιο το οποίο έχει κατασκευαστεί από μια εταιρεία, πληροί σχετικές προδιαγραφές και έχει ανάλογο εξοπλισμό, ο οποίος βοηθάει στη ρύθμιση του μικροπεριβάλλοντος για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων.

Η ανάλυση θα πραγματοποιηθεί λαμβάνοντας μια περίοδο αξιοποίησης του θερμοκηπίου δέκα χρόνων

και τούτο διότι για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συνήθως οι αλλαγές στις τιμές είναι απρόβλεπτες με συνέπεια να προκύψουν λανθασμένα αποτελέσματα. Υποθέτουμε ότι οι τιμές των εξόδων αυξάνονται με τον ίδιους ρυθμούς όπως και των εσόδων, με αποτέλεσμα να εξουδετερώνεται εν μέρει η επίδραση του πληθωρισμού. Το μέγεθος της επένδυσης προσδιορίστηκε σε επίπεδο 4 στρεμμάτων γιατί σύμφωνα με το νέο αναπτυξιακό νόμο επιδότησης θερμοκηπιακών μονάδων (Περιφερειακά Επιχειρησιακά Προγράμματα) το μέγεθος των επιδοτούμενων θερμοκηπιακών μονάδων θα πρέπει να κυμαίνεται από 3 έως 5 στρέμματα και επίσης το μέγεθος των τεσσάρων στρεμμάτων θεωρείται ένα τυπικό μέγεθος θερμοκηπιακής εκμετάλλευσης. Η ανάλυση των στοιχείων αναφέρεται στην καλλιεργητική περίοδο 1996-97. Το προεξοφλητικό επιτόκιο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση ισούται με 10% που αντιστοιχεί στην απόδοση μιας επένδυσης χωρίς κίνδυνο στην χρηματοοικονομική αγορά.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα προέρχονται από τη λογιστική παρακολούθηση αντιπροσωπευτικών θερμοκηπιακών εκμεταλλεύσεων (20 εκμεταλλεύσεων) και αφορούν το μέσο μεταβλητό κόστος παραγωγής της περιοχής (Πίνακας Ι). Οι τιμές παραγωγού προέρχονται από στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας και το κόστος κατασκευής και εξοπλισμού προκύπτει από στοιχεία των αντίστοιχων εταιρειών του κλάδου.

Πίνακας Ι. Μέσο μεταβλητό κόστος παραγωγής τομάτας θερμοκηπίου στην Πελοπόννησο(1996-97) (έκταση 4 στρεμ.) (δρχ)

	Σύγχρονο	Παραδοσιακό
Σπόροι – Λιπάσματα – Φυτοφάρμακα – Καύσιμα	3.540.400	3.040.400
Εργασία	3.290.424	3.290.424
Ασφάλιση	63.500	20.000
Συντήρηση	1.013.000	102.500
Συνολικό κόστος	7.907.324	6.453.324

Πηγή: Υπολογισμοί συγγραφέων μετά από λογιστική παρακολούθηση σε αντίστοιχες θερμοκηπιακές μονάδες στην περιοχή της Πελοποννήσου.

Η μέση απόδοση ενός στρέμματος θερμοκηπίου στην περιοχή της Πελοποννήσου σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας (κατά την περίοδο 1990-1996) ένα παραδοσιακό θερμοκήπιο στην Πελοπόννησο παράγει 8,2 τόνους ανά στρέμμα, ενώ ένα σύγχρονο 11,8 τόνους. Οι τιμές του παραγωγού κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, στην περιοχή της Πελοποννήσου, η μέση τιμή πώλησης της τομάτας θερμοκηπίου εκτιμήθηκε στις 138δρχ/κιλό για ένα παραδοσιακό θερμοκήπιο και στις 163δρχ/κιλό για ένα σύγχρονο θερμοκήπιο για την καλλιεργητική περίοδο 1996-97. Η διαφορά στην τιμή προκύπτει κύρια λόγω του ότι στα σύγχρονα θερμοκήπια παράγεται παραγωγή εκτός περιόδου. Συνήθως οι παραγωγοί των σύγχρονων θερμοκηπιακών μονάδων μπορούν ευκολότερα να κατευθύνουν την παραγωγή τομάτας γιατί υπάρχει δυνατότητα ελέγχου του μικροπεριβάλλοντος του θερμοκηπίου επιτυγχάνοντας καλύτερες τιμές σε σχέση με τους παραγωγούς των απλών παραδοσιακών θερμοκηπιακών μονάδων.

Το ύψος της επένδυσης για την κατασκευή ενός θερμοκηπίου επιδρά σημαντικά στην αποδοτικότητα της επένδυσης. Ανάλογα με το μέγεθος της θερμοκηπιακής επένδυσης μεταβάλλονται πολλοί παράμετροι, όπως ο τρόπος παραγωγής του προϊόντος, η απόδοσή του, η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, το κόστος παραγωγής και η τιμή του τελικού προϊόντος. Ο παραγωγός θερμοκηπιακών προϊόντων σήμερα έχει πολλές επιλογές σχετικά με την κατασκευή ενός θερμοκηπίου.

Σύμφωνα με τους ειδικούς του κλάδου, κατάλληλος εξοπλισμός για την καλλιέργεια της τομάτας θερμοκηπίου είναι να διαθέτει σύστημα αυτοματισμού, σύστημα θέρμανσης, σύστημα άρδευσης-λίπανσης, δροσισμού και σκίασης. Το κόστος της θέρμανσης και το κόστος του αυτοματισμού καλύπτουν περισσότερο από το 75% του κόστους του συνολικού εξοπλισμού. Το συνολικό κόστος επένδυσης (κατασκευής και εξοπλισμού) διαφέρει σημαντικά μεταξύ παραδοσιακών και σύγχρονων θερμοκηπίων. Το συνολικό μέσο κόστος επένδυσης σε ένα

σύγχρονο θερμοκήπιο παραγωγής κηπευτικών κυμαίνεται περίπου στα 53 εκατομμύρια δραχμές για έκταση 4 στρεμμάτων ενώ το αντίστοιχο κόστος ενός παραδοσιακού θερμοκηπίου υπολογίζεται σε 10 περίπου εκατομμύρια δραχμές (Πίνακας II).

Πίνακας II. Συνολικό μέσο κόστος επένδυσης (κατασκευής και εξοπλισμού) θερμοκηπίου στην Πελοπόννησο (1996-97) (έκταση 4 στρεμ.) (δρχ)

	Σύγχρονο	Παραδοσιακό
Κατασκευή		
Σκελετός	25.400.000	8.000.000
Ανέγερση	2.000.000	2.000.000
Εξοπλισμός		
Αυτοματισμός	6.500.000	0
Σύστημα Θέρμανσης	14.000.000	750.000
Σύστημα Άρδευσης-Λίπανσης	750.000	0
Σύστημα Δροσισμού	1.800.000	0
Σύστημα Σκίασης	2.250.000	0
Συνολικό κόστος	52.700.000	10.750.000

Πηγή: Υπολογισμοί συγγραφέων μετά από έρευνα στις αντίστοιχες μονάδες κατασκευής θερμοκηπίων.

4. Αξιολόγηση Θερμοκηπιακών Επενδύσεων

Θα ακολουθήσει αξιολόγηση θερμοκηπιακών επενδύσεων παραδοσιακού και σύγχρονου τρόπου παραγωγής κηπευτικών υπό κάλυψη στην περιοχή της Πελοποννήσου. Οι αντίστοιχες επενδύσεις θα αξιολογηθούν με τη χρησιμοποίηση των κριτηρίων της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Κ.Π.Α.), του Εσωτερικού Επιτοκίου Απόδοσης (Ε.Ε.Α.) και του λόγου Ωφελειών-Κόστους.

4.1. Αξιολόγηση Επένδυσης σ' ένα Παραδοσιακό Θερμοκήπιο

Στον Πίνακα III παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της επένδυσης ενός παραδοσιακού θερμοκηπίου στην Πελοπόννησο. Σύμφωνα με το κριτήριο της Κ.Π.Α., η επένδυση σ' ένα παραδοσιακό θερμοκήπιο έκτασης 4 στρεμμάτων στην περιοχή της Πελοποννήσου μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή (Κ.Π.Α. ίση με 3.581.795δρχ). Σύμφωνα με το κριτήριο του Ε.Ε.Α., παρουσιάζεται αποδοτική με μικρά περιθώρια κέρδους, γιατί το Ε.Ε.Α. είναι ίσο με 21%. Τέλος, σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου ωφελειών-κόστους, η συγκεκριμένη επένδυση είναι αποδεκτή χωρίς όμως μεγάλα περιθώρια αποδοτικότητας γιατί ο λόγος ωφελειών-κόστους ισούται με 1,07, είναι δηλαδή μεγαλύτερος της μονάδας αλλά αρκετά οριακά. Συμπερασματικά, η επένδυση σε παραδοσιακό θερμοκήπιο μεγέθους 4 στρεμμάτων αποτελεί μια οριακά αποδοτική επένδυση σύμφωνα με την ανάλυση των στοιχείων και την εφαρμογή των κριτηρίων αξιολόγησης για την περιοχή της Πελοποννήσου.

4.2. Αξιολόγηση Επένδυσης σ' ένα Σύγχρονο Θερμοκήπιο

Η επένδυση σε μια σύγχρονη θερμοκηπιακή μονάδα απαιτεί ένα σημαντικό επενδυτικό κεφάλαιο. Ένα σύγχρονο θερμοκήπιο παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με μια απλή θερμοκηπιακή κατασκευή. Το μικροπεριβάλλον ενός σύγχρονου θερμοκηπίου έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται στις περιβαλλοντικές συνθήκες που απαιτούνται για τη σωστή ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών, με αποτέλεσμα να υπάρχει σταθερότητα τόσο στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος όσο και στην ποσότητα. Στον Πίνακα III παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης μιας επένδυσης σ' ένα σύγχρονο θερμοκήπιο 4 στρεμμάτων για την παραγωγή τομάτας στην περιοχή της Πελοποννήσου.

Σύμφωνα με το κριτήριο της Κ.Π.Α., η επένδυση σ' ένα σύγχρονο θερμοκήπιο είναι αποδοτική με θετικά οικονομικά αποτελέσματα με την προϋπόθεση ότι θα ενταχθεί στα πλαίσια κάποιου επενδυτικού σχεδίου. Μια τέτοια επένδυση στην περιοχή της Πελοποννήσου, είναι οικονομικά συμφέρουσα σύμφωνα με το κριτήριο της Κ.Π.Α.. Η Κ.Π.Α. της επένδυσης σ' ένα σύγχρονο θερμοκήπιο στην περιοχή της Πελοποννήσου για την περίοδο των 10 χρόνων είναι ίση με 24.736.758δρχ (Πίνακας III).

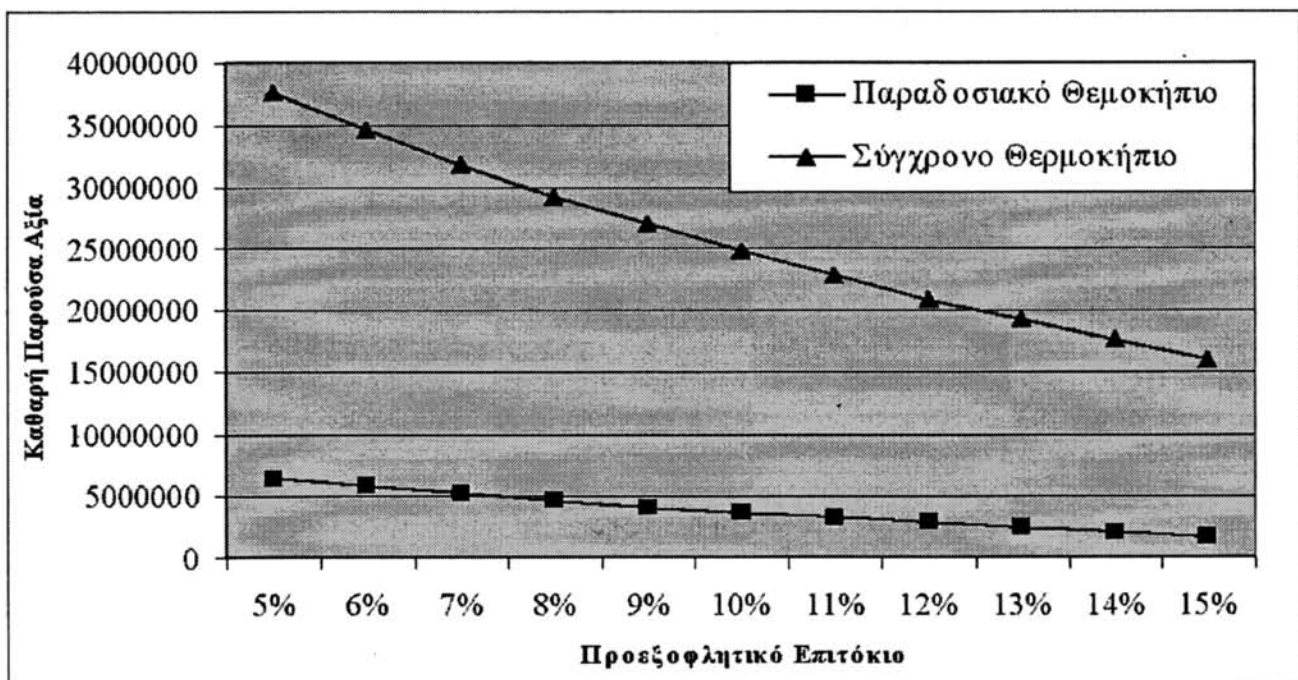
Πίνακας III. Αποτελέσματα αξιολόγησης Επένδυσης θερμοκηπίου στην Πελοπόννησο (4 στρέμματα, 1996-97).

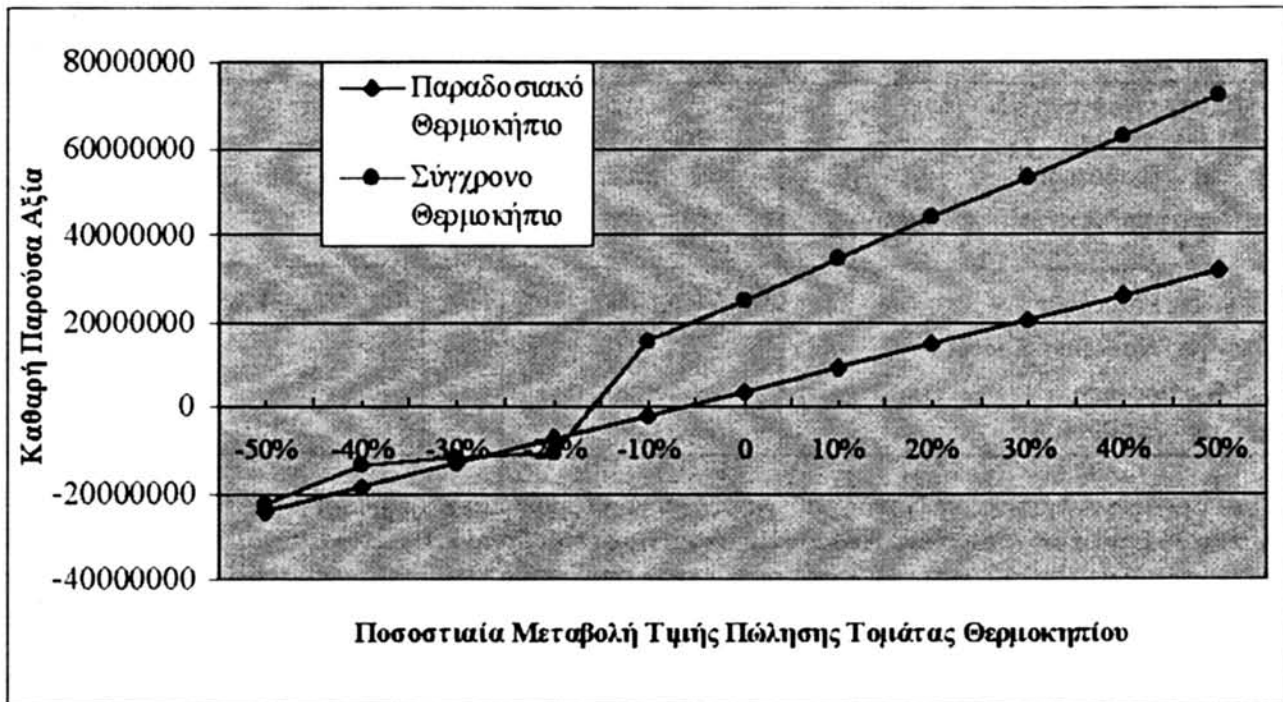
Κριτήριο	Σύγχρονο	Παραδοσιακό
Καθαρή Παρούσα Αξία (δρχ)		
Με επιδότηση	24.736.758	-
Χωρίς Επιδότηση	782.213	3.581.795
Εσωτερικό Επιτόκιο Απόδοσης		
Με επιδότηση	37%	-
Χωρίς Επιδότηση	10%	21%
Λόγος Ωφελειών-Κόστους		
Με επιδότηση	1,20	-
Χωρίς Επιδότηση	0,96	1,07

Για την αξιολόγηση της επένδυσης σ' ένα σύγχρονο θερμοκήπιο χρησιμοποιήθηκε και το κριτήριο του Εσωτερικού Επιτοκίου Απόδοσης. Από τον Πίνακα III φαίνεται ότι το Ε.Ε.Α. είναι μεγαλύτερο από το ευκαιριακό κόστος του κεφαλαίου στην Πελοπόννησο, με αντίστοιχη τιμή 37%, που σημαίνει ότι οι επενδύσεις είναι οικονομικά συμφέρουσες. Τέλος, το κριτήριο του λόγου ωφελειών-κόστους δίνει τα ίδια αποτελέσματα με τα δύο παραπάνω κριτήρια (1,20). Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα η επένδυση σ' ένα σύγχρονο θερμοκήπιο έκτασης 4 στρεμμάτων, εάν ενταχθεί σε ένα αναπτυξιακό πρόγραμμα, αποδεικνύεται οικονομικά συμφέρουσα.

4.3. Ανάλυση Ευαισθησίας

Η ανάλυση ευαισθησίας αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη αλλαγή μιας οικονομικής μεταβλητής σε σχέση με τη διακύμανση της αποδοτικότητας της επένδυσης. Καθαρές Παρούσες Αξίες υπολογίστηκαν υποθέτοντας ένα ευρύ φάσμα τιμών στο προεξοφλητικό επιτόκιο και στην τιμή πώλησης του προϊόντος. Παρατηρήθηκε ότι υπάρχει έντονη σχέση μεταξύ της Κ.Π.Α. της επένδυσης ενός θερμοκηπίου και του προεξοφλητικού επιτοκίου. Συγκεκριμένα, από το Διάγραμμα 1 παρατηρείται ότι αλλαγές στο προεξοφλητικό επιτόκιο επηρεάζουν εντο-

**Διάγραμμα 1.** Επίδραση του Προεξοφλητικού Επιτοκίου στην Καθαρή Παρούσα Αξία.



Διάγραμμα 2. Επίδραση της Τιμής Πώλησης της τομάτας θερμοκηπίου στην Καθαρή Παρούσα Αξία.

νότερα την Κ.Π.Α. της επένδυσης ενός παραδοσιακού θερμοκηπίου έναντι ενός σύγχρονου. Μια μείωση του προεξοφλητικού επιτοκίου κατά 50% προκαλεί αύξηση στην Κ.Π.Α. κατά 81% στην επένδυση ενός παραδοσιακού θερμοκηπίου ενώ στην επένδυση ενός σύγχρονου θερμοκηπίου παρατηρείται αύξηση 52%.

Η ίδια τάση παρατηρείται και στις ποσοστιαίες αλλαγές στην τιμή πώλησης της τομάτας θερμοκηπίου. Ποσοστιαίες μεταβολές στην τιμή πώλησης του παραγόμενου προϊόντος έχουν μεγαλύτερη επίδραση σε επενδύσεις παραδοσιακών θερμοκηπίων έναντι επενδύσεων σε σύγχρονα θερμοκήπια (Διάγραμμα 2). Συγκεκριμένα μια μείωση της τιμής κατά 10% προκαλεί αντίστοιχη μείωση στην Κ.Π.Α. κατά 44,7% στο παραδοσιακό θερμοκήπιο έναντι 38,4% στο σύγχρονο θερμοκήπιο.

5. Συμπεράσματα

Στην περιοχή της Πελοποννήσου η επένδυση σε μια απλή θερμοκηπιακή κατασκευή μεγέθους 4 στρεμμάτων δεν αποτελεί μια αποδοτική επένδυση αλλά είναι οριακά αποδεκτή σύμφωνα με την ανάλυση των στοιχείων και την εφαρμογή των κριτηρίων αξιολόγησης. Αντίθετα, η επένδυση σε μια σύγχρονη θερμοκηπιακή μονάδα μπορεί να είναι αποδοτική μόνο εάν ενταχθεί σε πρόγραμμα επιδότησης του αρχικού επενδυτικού κόστους της (π.χ. ΠΕΠ). Ένα σύγχρονο θερμοκήπιο αν και απαιτεί ένα σημαντικό επενδυτικό κεφάλαιο παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με μια απλή θερμοκηπιακή κατασκευή τόσο στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος όσο και στην ποσότητα αλλά και στον χρόνο παραγωγής. Μια τέτοια επένδυση στην περιοχή της Πελοποννήσου, είναι οικονομικά συμφέρουσα. Συνεπώς, για διάρκεια αξιοποίησης ενός θερμοκηπίου τουλάχιστον 10 ετών, ένας παραγωγός που επενδύει σε μια παραδοσιακή κατασκευή έχει οριακά κέρδη, σε αντίθεση με ένα παραγωγό-επενδυτή μιας σύγχρονης θερμοκηπιακής μονάδας που θα ενταχθεί σε ένα αναπτυξιακό πρόγραμμα.

Συμπερασματικά αναφέρεται ότι είτε για τη διατήρηση είτε για την επέκταση των θερμοκηπίων στην περιοχή της Πελοποννήσου θα πρέπει να ασκηθεί μια πολιτική ενίσχυσης του αρχικού επενδυτικού κεφαλαίου. Ο κλάδος των θερμοκηπίων για να γίνει ανταγωνιστικός θα πρέπει να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις της εποχής και να παράγει ποιοτικά προϊόντα με όσο το δυνατό μικρότερο κόστος και κάτω από άλλες ελεγχόμενες συνθήκες. Σύγχρονες μονάδες εξοπλισμένες με τον απαραίτητο εξοπλισμό μπορούν με κατάλληλη αρχική-επιδότηση του κόστους να γίνουν βιώσιμες και να παράγουν ανταγωνιστικά και ποιοτικά προϊόντα και να ενισχύσει την ανάπτυξη του ελληνικού αγροτικού χώρου.

Efficient investment strategies in Peloponnesus greenhouse enterprises**Irene Tzouramani¹, Konstadinos Mattas²****Summary**

Over the last decade, Greek greenhouse enterprises confront several impediments restricting an efficient performance in the market. Mainly high initial investment expenses halt the sector's expansion in growing competitive market. Farmers in Peloponnesus, one of the major vegetables producing regions in Greece, could pursue through two investment alternatives, either to build an expensive modern greenhouse or a cheaper traditional one. Thus, results reveal that both greenhouse constructions (modern or traditional) require a very careful consideration and substantial subsidy to excel in the competitive environment.

Key words: Greenhouses, investments, agricultural policy, financial analysis

Βιβλιογραφία

- Bierman, H. Jr. and S. Smidt. 1988. *The Capital Budgeting Decision*. (7th ed). Macmillan Publishing Co. Inc., New York.
- Brealey, A.R. and St.C. Myers. 1991. *Principles of Corporate Finance*. (4th ed). McGraw-Hill, Inc.
- Brigham, E.F. 1985. *Financial Management. Theory and Practice*. (3rd ed). Holt-Saunders, International Editions.
- Brockington, R. 1988. *Financial Management*. (5th ed). D.P. Publications Limited, London.
- Bromwich, M. 1976. *The Economics of capital budgeting*. Penguin, Harmondsworth.
- Dorfman, D. 1981. The meaning of the Internal Rate of Return, *Journal of Finance*, 36, 1011-1021.
- Gittinger, J.P. 1972. *Economic analysis of agricultural projects*. International Bank for Reconstruction and Development, United States of America.
- Grant, E.L., W.G. Ireson, and R.S. Leavenworth 1990. *Principles of Engineering Economy*. (8th ed). Ronald Press New York.
- Hirshleifer, J. 1970. *Investment, Interest and Capital*. Prentice-Hall, Inc., United States of America.
- Horne, V. and C. James. 1977. *Financial Management and Policy*. Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, United States of America.
- Irvin, G. 1978. *Modern Cost - Benefit Methods*. The Macmillan Press LTD, London and Basingstone.
- Neale, C.W. and G. Wagstaff. 1985. Discounted cash flow and life cycle costing for construction projects, *International Journal of Operation and Production Management*, 5(4), 55-70.
- Pagoulatos, A. 1992. *Investment Project Analysis*. Training Material International, Lexington, Ky.
- Θεοφανίδης, Στ. 1985. *Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Επενδυτικών Σχεδίων*. Εκδόσεις Παπαζήση ΑΕΒΕ, Αθήνα.
- Ινστιτούτο Ανάπτυξης και Διαχείρισης Φυσικών Πόρων (ΙΑΔΦΠ). 1994. *Μελέτη για την Διερεύνηση των Προϋποθέσεων Επιχειρηματικού Εκσυγχρονισμού των Ελληνικών Θερμοκηπίων*. ΕΤΒΑ, Αθήνα.
- Υπουργείο Γεωργίας. 1990-1996. *Ετήσια στατιστικά στοιχεία*. Δ/ση Π.Α.Π. Δενδρο/κης. Τμήμα Κηπευτικών. Αθήνα.
- Υπουργείο Γεωργίας. 1997. *Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης, Τμήμα Εισοδηματικής Πολιτικής*. Ακαθάριστη Αξία Γεωργικής Παραγωγής. Αθήνα.

¹ *National Agricultural Research Foundation, Agricultural Economics and Social Research Institute, Parthenonos 5, 141 21 N. Iraklio, Attiki, Greece.*

² *Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Department of Agricultural Economics 540 06, Thessaloniki, Greece.*

Αναδιάρθρωση των καλλιεργειών στην οικολογικά ευαίσθητη περιοχή της λίμνης Βεγορίτιδας (Εφαρμογή Multiobjective και Goal Programming)

Α. Ψυχουδάκης¹, Ε. Σαπαλίδου²

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά την οικολογικά ευαίσθητη περιοχή της λίμνης Βεγορίτιδας και αναφέρεται στη διερεύνηση των δυνατοτήτων μείωσης της χρήσης αγροχημικών και νερού στην καλλιεργούμενη έκταση της λεκάνης της λίμνης. Η μείωση της χρήσης των παραπάνω εισροών θα συμβάλει στην άμβλυνση των αρνητικών συνεπειών της γεωργίας στο οικολογικά ευαίσθητο οικοσύστημα της λίμνης, με τον περιορισμό των μεταφερόμενων υπολειμμάτων και της άντλησης νερού. Η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, με αύξηση της έκτασης των λιγότερο απαιτητικών και μείωση των πιο απαιτητικών σε αγροχημικά και νερό καλλιεργειών, θα συμβάλει στην ελάττωση της συνολικής ποσότητας εισροών στην περιοχή. Οι δυνατότητες αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών με περιορισμό των συγκεκριμένων εισροών διερευνάται με την εφαρμογή Μαθηματικού Προγραμματισμού. Τα αποτελέσματα εφαρμογής του Προγραμματισμού δείχνουν τις δυνατότητες μείωσης της συνολικής κατανάλωσης των συγκεκριμένων εισροών και τη μείωση του ακαθάριστου κέρδους που αυτή συνεπάγεται. Η υιοθέτηση της μειωμένης χρήσης αγροχημικών επιδιώκεται στα πλαίσια εφαρμογής του κανονισμού 1257/1999 που περιλαμβάνει το γεωργοπεριβαλλοντικό σκέλος της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και παρέχει ενισχύσεις για την κάλυψη της απώλειας του εισοδήματος που συνεπάγεται η εκτατικοποίηση. Η σύγκριση της προβλεπόμενης ενίσχυσης με τις απώλειες σε ακαθάριστο κέρδος δείχνει ότι η ενίσχυση που προβλέπεται είναι ικανοποιητική για την ουσιαστική μείωση της κατανάλωσης αγροχημικών και νερού.

Λέξεις κλειδιά: οικολογικά ευαίσθητες περιοχές, χρήση αγροχημικών, προγραμματισμός πολλαπλών στόχων

1. Εισαγωγή

Οι οικονομικές δραστηριότητες σε εκτάσεις που περιβάλλουν υγροτόπους επηρεάζουν τα ευαίσθητα οικοσυστήματά τους. Η γεωργία, που αποτελεί κύρια οικονομική δραστηριότητα σε τέτοιες εκτάσεις, επηρεάζει τα οικοσυστήματα όταν αντλείται νερό για άρδευση και όταν μεταφέρονται υπολείμματα των χρησιμοποιούμενων αγροχημικών ουσιών. Έτσι μειώνεται η έκταση των υγροτόπων και προκαλείται ρύπανση και ποιοτική υποβάθμιση. Οι επιπτώσεις της γεωργίας στους υγροτόπους συνδέονται με την εντατικοποίησή της που ενισχύθηκε από την ασκούμενη πολιτική.

Η πολιτική προστασίας του περιβάλλοντος συνδυάστηκε με την ανάγκη για μείωση της γεωργικής παραγωγής. Τα μέτρα που αποσκοπούν στη μείωση της γεωργικής παραγωγής απαιτείται να έχουν ευνοϊκές συνέπειες στο περιβάλλον. Πρόκειται για την περιβαλλοντική διάσταση της Κοινής Γεωργικής Πολιτικής που ενισχύθηκε κατά την αναθεώρησή της, το 1992, με την υιοθέτηση του κανονισμού 2078/92 (Ε.Ο.Κ. 2078/1992), πρόκειται για κανονισμό που καταργήθηκε μετά από την ένταξη των γεωργοπεριβαλλοντικών μέτρων στον κανονισμό 1257/1999 (Ε.Κ. 1257/1999). Η εφαρμογή των γεωργοπεριβαλλοντικών μέτρων αποβλέπει στον περιορισμό των αρνητικών συνεπειών της γεωργικής δραστηριότητας στο περιβάλλον και παρέχει κίνητρα για την εκτατικοποίηση της γεωργίας. Στα προβλεπόμενα κίνητρα περιλαμβάνονται ενισχύσεις στους παραγωγούς που μειώνουν ουσιαστικά τη χρήση αγροχημικών ουσιών.

Η μείωση της χρήσης αγροχημικών ουσιών μπορεί να επιδιωχθεί με διαφορετικές γεωργικές πρακτικές

1 Καθηγητής, Τομέας Αγροτικής Οικονομίας, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ.

2 Γεωπόνος, M.Sc, Υποψήφια διδάκτορας, Τομέας Αγροτικής Οικονομίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ.

(βιολογική και ολοκληρωμένη γεωργία), με παύση της καλλιέργειας γεωργικών εκτάσεων, ακόμα και μόνο με την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών με τις υφιστάμενες γεωργικές πρακτικές. Η αύξηση της έκτασης των λιγότερο απαιτητικών σε αγροχημικά καλλιεργειών με αντίστοιχη μείωση των πιο απαιτητικών συνεπάγεται μείωση της συνολικής ποσότητας αγροχημικών εισροών που χρησιμοποιούνται σε μια περιοχή. Η παρούσα μελέτη, που αφορά την οικολογικά ευαίσθητη περιοχή της Βεγορίτιδας λίμνης, διερευνά τις δυνατότητες τέτοιας αναδιάρθρωσης στις εκτάσεις που την περιβάλλουν και τις δυνατότητες μείωσης της κατανάλωσης νερού για άρδευση.

Η μείωση της χρήσης αγροχημικών ουσιών και νερού σε μια γεωργική περιοχή θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των εισοδημάτων των παραγωγών, γι' αυτό και είναι αμφίβολη η υιοθέτησή της. Η υιοθέτηση μιας τέτοιας πρακτικής ενθαρρύνεται με την εφαρμογή των γεωργοπεριβαλλοντικών μέτρων που αποζημιώνουν τους γεωργούς για την απώλεια εισοδήματος που οφείλεται στη μείωση της παραγωγής όταν αυτή συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Η μείωση της παραγωγής αντιπροσωπεύει το κόστος άμβλυσης της υποβάθμισης της λίμνης και προσδιορίζεται στην παρούσα μελέτη με την εφαρμογή μαθηματικού προγραμματισμού. Έτσι, έμμεσα προσδιορίζεται η απαιτούμενη αποζημίωση για κάθε επίπεδο μείωσης των σχετικών εισροών, η οποία συγκρίνεται με τις προβλεπόμενες ενισχύσεις. Συγχρόνως, αξιολογείται η αποτελεσματικότητα των γεωργοπεριβαλλοντικών μέτρων ως προς την συμβολή τους στην ουσιαστική μείωση των σχετικών εισροών.

Η εφαρμογή Μαθηματικού Προγραμματισμού αποτελεί καθιερωμένη τεχνική ανάλυσης των συνεπειών του ελέγχου των μη σημειακών πηγών ρύπανσης, δηλαδή πηγών ρύπανσης που μεταφέρονται σε άλλα σημεία και έχει εφαρμοσθεί για τη διερεύνηση οικολογικών προβλημάτων (Burton και Martin 1987). Ενδεικτικά αναφέρονται οι εργασίες των Hitchens κ. α. (1978) και Thamparillai και Siden (1979) οι οποίοι εφάρμοσαν την τεχνική του Προγραμματισμού Πολλαπλών Στόχων σε προβλήματα με δύο αντικρουόμενους στόχους, τη μεγιστοποίηση του εισοδήματος και τα οικολογικά οφέλη. Η παρούσα ανάλυση περιλαμβάνει την εφαρμογή Προγραμματισμού Σκοπών (Goal Programming) με στόχους που προσδιορίζονται από την τεχνική που εντάσσεται στην εφαρμογή του Προγραμματισμού Πολλαπλών Στόχων (Multiobjective Programming). Η εφαρμογή που παρουσιάζεται εξετάζει τις συνέπειες συμβιβασμού αντικρουόμενων στόχων, όπως είναι η επίτευξη του μέγιστου εισοδήματος με περιορισμό των εισροών.

Η μελέτη περιλαμβάνει, εκτός από την εισαγωγή και τα συμπεράσματα, τρία μέρη. Στο δεύτερο περιγράφεται η περιοχή με τα κύρια προβλήματά της, το τρίτο μέρος αναφέρεται στα πλαίσια της ανάλυσης και τα τεχνικοοικονομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται και στο τέταρτο μέρος παρουσιάζονται η εφαρμογή του προγραμματισμού και τα αποτελέσματα. Η μελέτη, εκτός των άλλων, υποδεικνύει μια μεθοδολογία εφαρμογής των γεωργοπεριβαλλοντικών μέτρων του κανονισμού 1257/99 που θα υλοποιηθεί την περίοδο 2000-2006.

2. Χαρακτηριστικά της Περιοχής

Η λίμνη Βεγορίτιδα είναι μία από τις σημαντικότερες λίμνες της χώρας. Χαρακτηρίζεται ως λίμνη αλπικού τύπου και βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο μιας ευρύτερης κλειστής λεκάνης απορροής στη Δ. Μακεδονία, συνολικής έκτασης 1.853 Km², που περιβάλλεται από τα βουνά Βέρνον, Βόρας και Βέρμιο. Στη λεκάνη απορροής εκτός από την λίμνη Βεγορίτιδα υπάρχουν σημαντικοί υγρότοποι, οι οποίοι επικοινωνούν επιφανειακά μεταξύ τους, όπως οι λίμνες Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα και Πετρών.

Το νερό της λίμνης χρησιμοποιείται για την άρδευση των παραλίμνιων γεωργικών εκτάσεων, είτε με άμεση άντληση είτε με έμμεση από τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, καθώς και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Την τελευταία τριακονταετία έχουν διαπιστωθεί σημαντικά προβλήματα στη λίμνη. Το σπουδαιότερο από αυτά είναι η συνεχιζόμενη πτώση του ύψους της στάθμης της και κατά συνέπεια η μείωση της έκτασής της. Σημαντικό επίσης πρόβλημα και απειλή για τη διατήρηση της λίμνης είναι η ρύπανση που προκαλείται από την μεταφορά υπολειμμάτων προερχόμενων από την άσκηση της γεωργίας στην περιβάλλουσα περιοχή, πέραν της ρύπανσης που προκαλούν οι βιομηχανικές και οι αστικές δραστηριότητες. Ιδιαίτερα το νότιο τμήμα της παρουσιάζει σημαντικά αυξημένες συγκεντρώσεις αζώτου, τοξικής μορφής για τα ψάρια (Αντωνόπουλος κ.α. 1996).

Η μείωση της χρήσης αγροχημικών και της κατανάλωσης νερού στις γεωργικές εκτάσεις που ανήκουν στην υδρογεωλογική λεκάνη της λίμνης θα αμβλύνουν το πρόβλημα της ρύπανσης και της συνεχιζόμενης πτώσης του ύψους της στάθμης της. Αυτό μπορεί να επιδιωχθεί με την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, η οποία είναι εφικτή

καθώς οι Γεωργικές Υπηρεσίες ελέγχουν την έκταση σχεδόν όλων των καλλιεργειών στην περιοχή.

Η γεωργική έκταση που ανήκει στη λεκάνη της λίμνης είναι 172.438 στρέμματα. Η κυριότερη κατηγορία καλλιεργειών είναι οι αροτραίες (σκληρός σίτος, αραβόσιτος, κριθάρι, ζαχαρότευτλα) και ακολουθούν οι δενδροκομικές (μήλα, ροδάκινα). Οι γεωργικές πρακτικές στην περιοχή είναι παρόμοιες με αυτές των γειτνιαζόντων περιοχών.

3. Τα Πλαίσια της Ανάλυσης - Τεχνικοοικονομικά Δεδομένα

Οι δυνατότητες μείωσης της χρήσης αγροχημικών και της κατανάλωσης νερού με την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών της περιοχής διερευνώνται με την επίλυση δύο προβλημάτων. Πρόκειται, πρώτον για το πρόβλημα αριστοποίησης των αντικρουόμενων στόχων, δηλαδή της μεγιστοποίησης του ακαθάριστου κέρδους που επιδιώκεται από τους παραγωγούς και της ελαχιστοποίησης των εισροών η οποία απαιτείται για τη μείωση της μεταφοράς υπολειμμάτων στη λίμνη και τη μείωση της άντλησης νερού. Το πρόβλημα αυτό επιλύεται με τεχνική που εντάσσεται στην εφαρμογή του Προγραμματισμού Πολλαπλών Στόχων και η επίλυση του προσδιορίζει τους επιθυμητούς αλλά ανέφικτους στόχους. Το δεύτερο πρόβλημα που επιλύεται με την εφαρμογή Προγραμματισμού Σκοπών προσδιορίζει τις ελάχιστες αποκλίσεις από τους επιθυμητούς αλλά ανέφικτους στόχους που προσδιορίστηκαν από την επίλυση του πρώτου προβλήματος.

Οι λύσεις των παραπάνω προβλημάτων προσδιορίζουν τη σύνθεση των κλάδων παραγωγής στην περιοχή με τους υφιστάμενους περιορισμούς. Η περιοχή θεωρείται ως μια εκμετάλλευση συνολικής έκτασης 149,4 χιλ. στρ., η οποία αποτελείται από τις εκτάσεις των 15 κοινοτήτων που βρίσκονται στη λεκάνη της λίμνης. Ο πίνακας των περιορισμών προσομοιώνει τις καλλιεργητικές συνθήκες και περιλαμβάνει τους τεχνικούς περιορισμούς σε επίπεδο κοινοτικού αγροκτήματος. Οι αντικειμενικές συναρτήσεις του πρώτου προβλήματος αντιπροσωπεύουν τους έξι στόχους που έχουν τεθεί. Πρόκειται για το στόχο μεγιστοποίησης του ακαθάριστου κέρδους (Z_1) και τους στόχους ελαχιστοποίησης των απαιτήσεων σε ζιζανιοκτόνα (Z_2), νερό (Z_3), μυκητοκτόνα (Z_4), εντομοκτόνα (Z_5) και λιπάσματα (Z_6). Οι αντικειμενικές συναρτήσεις έχουν την αλγεβρική σχέση:

$$Z = \sum C_j X_j$$

όπου:

- X_j αντιπροσωπεύει τους κλάδους παραγωγής. Πρόκειται για εννέα κλάδους φυτικής παραγωγής, εκ των οποίων οι τέσσερις είναι ετήσιοι (σίτος, κριθή, αραβόσιτος, τεύτλα) και οι πέντε πολυετείς (άμπελος, μήλα, ροδάκινα, κεράσια και αγλάδια) και

- C_j αντιπροσωπεύει το ακαθάριστο κέρδος των κλάδων και τις απαιτήσεις σε εισροές.

Οι τεχνικοοικονομικοί συντελεστές που απαιτούνται για την κατάρτιση του πίνακα προγραμματισμού προέκυψαν από τα τεχνικοοικονομικά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν με τη διενέργεια πρωτογενούς έρευνας ενός δείγματος 100 γεωργικών εκμεταλλεύσεων που ανήκουν στις κοινότητες της περιοχής το έτος 1997. Η έρευνα περιελάμβανε τη συμπλήρωση ενός ημερολογίου καλλιεργητικών εργασιών όλων των κλάδων παραγωγής με τις αποδόσεις των καλλιεργειών και τις επιτυγχανόμενες τιμές. Από την έρευνα προέκυψαν οι ποσότητες των απαιτήσεων σε εισροές των κλάδων παραγωγής και η δαπάνη τους. Αφού διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει ικανοποιητική μέθοδος άθροισης των ποσοτήτων των εισροών κρίθηκε αναπόφευκτο οι απαιτήσεις σε εισροές να εκφραστούν με τις δαπάνες τους.

Ο πίνακας προγραμματισμού του πρώτου προβλήματος περιλαμβάνει 94 στήλες που αντιπροσωπεύουν τους κλάδους παραγωγής των 15 κοινοτήτων (είναι προφανές ότι σε ορισμένα αγροκτήματα δεν καλλιεργούνται όλες οι αναφερθείσες καλλιέργειες) και 307 σειρές στις οποίες περιλαμβάνεται ο πίνακας τεχνικών περιορισμών και οι έξι αντικειμενικές συναρτήσεις (Πίνακας Ι). Ο πίνακας προγραμματισμού του δεύτερου προβλήματος, περιλαμβάνει 100 στήλες που αντιπροσωπεύουν τους κλάδους παραγωγής συν τις έξι αποκλίσεις από τους στόχους και 308 σειρές που περιλαμβάνουν τον πίνακα τεχνικών περιορισμών και την αντικειμενική συνάρτηση που αντιπροσωπεύει το άθροισμα των αποκλίσεων.

4. Εφαρμογή και Αποτελέσματα

Επίλυση του πρώτου προβλήματος. Το πρώτο πρόβλημα είναι της μορφής:

$$\max Z(x_1, x_2, \dots, x_j) = [Z_1(x_1, x_2, \dots, x_j), Z_2(x_1, x_2, \dots, x_j), \dots, Z_6(x_1, x_2, \dots, x_j)]$$

Πίνακας Ι: Συντεταγμένος Πίνακας Προγραμματισμού – Concise Linear Programming Matrix

	Κλάδοι Παραγωγής Αγροκτήματος 1 $X_{1,1}$	Κλάδοι Παραγωγής Αγροκτ. από 2 έως 14 $X_{9,1}$	Κλάδοι Παραγωγής Αγροκτήματος 15 $X_{1,15}$ $X_{2,15}$
A. Αντικειμενικές Συνφορτίσεις			
1. Ακαθάριστο Κέρδος (Z_1)	max =	$C_{1,1}X_{1,1}$ $C_{9,1}X_{9,1}$	$C_{1,15}X_{1,15}$ $C_{9,15}X_{9,15}$
2. Ζιζανιοκτόνα (Z_2)	min =	$A_{2,1,1}X_{1,1}$ $A_{2,9,1}X_{9,1}$	$A_{2,1,15}X_{1,15}$ $A_{2,9,15}X_{9,15}$
3. Νερό (Z_3)	min =	$A_{3,1,1}X_{1,1}$ $A_{3,9,1}X_{9,1}$	$A_{3,1,15}X_{1,15}$ $A_{3,9,15}X_{9,15}$
4. Μυκητοκτόνα (Z_4)	min =	$A_{4,1,1}X_{1,1}$ $A_{4,9,1}X_{9,1}$	$A_{4,1,15}X_{1,15}$ $A_{4,9,15}X_{9,15}$
5. Εντομοκτόνα (Z_5)	min =	$A_{5,1,1}X_{1,1}$ $A_{5,9,1}X_{9,1}$	$A_{5,1,15}X_{1,15}$ $A_{5,9,15}X_{9,15}$
6. Αντάμια (Z_6)	min =	$A_{6,1,1}X_{1,1}$ $A_{6,9,1}X_{9,1}$	$A_{6,1,15}X_{1,15}$ $A_{6,9,15}X_{9,15}$
B. Περιορισμοί			
Συνολικού Εδάφους (σπ.)		149.404 ≥	1 1 1
<i>Αγροκτήματα 1 - 15</i>			
Εδαφος Αγροκτήματος 1 (σπ.)	E_1 ≥	1 1	
Εδαφος Αγροκτήματος 2 έως 14 (σπ.)	E_2 E_{14}		
Εδαφος Αγροκτήματος 15 (σπ.)	E_{15} ≥		1 1
Αποσπώμενο Εδαφος Αγροκτήματος 1 (σπ.)	Ea_1 ≥	1 1	
Αποσπώμενο Εδαφος Αγροκτήματος 2 έως 14 (σπ.)	Ea_2 Ea_{14}		
Αποσπώμενο Εδαφος Αγροκτήματος 15 (σπ.)	Ea_{15} ≥		1 1
Μέγιστες Εκτάσεις Καλλιέργειών Αγροκτήματος 1	$E_{1,1}$ ≥	1	
X_1	$E_{2,1}$ ≥	1	
X_2		
.....	$E_{9,1}$ ≥	1	
X_9	$E_{1,2}$ $E_{1,14}$ ≥		
Μέγιστες Εκτάσεις Καλλιέργειών Αγροκτ. 2 έως 14	$E_{1,15}$ ≥		1
Μέγιστες Εκτάσεις Καλλιέργειών Αγροκτήματος 15	$E_{2,15}$ ≥		1
X_1			
X_2			
.....	$E_{9,15}$ ≥		1
X_9			
Διαθέσιμη Μηνιαία Εργασία ανά σπ. Αγροκτήματος 1	L_1 ≥	v	
Διαθέσιμη Μηνιαία Εργασία ανά σπ. Αγροκ. 2 έως 14	L_2 L_{14} ≥		v
Διαθέσιμη Μηνιαία Εργασία ανά σπ. Αγροκτήματος 15	L_{15} ≥		v

s.t. (με περιορισμούς)

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \in Fd$$

όπου $Z(x_1, x_2, \dots, x_n)$ είναι η αντικειμενική συνάρτηση πολλαπλών στόχων, Z_1, Z_2, Z_6 είναι οι έξι συναρτήσεις που αντιπροσωπεύουν μεμονωμένους στόχους

Fd ο πίνακας περιορισμών.

Πρόκειται για συμβατικό πρόβλημα πολλαπλών στόχων, το οποίο είναι συνδεδεμένο με την ύπαρξη έξι αντικειμενικών στόχων. Στον προγραμματισμό πολλαπλών στόχων η έννοια της άριστης λύσης (optimal solution) αντικαθίσταται από την έννοια της μη υποδεέστερης λύσης (non - inferiority) (Cohon 1978, Romero και Rehman 1989) και επιδιώκεται η εύρεση ενός συνόλου εφικτών λύσεων οι οποίες είναι μη υποδεέστερες (non - inferior ή Pareto optimal solutions). Οι λύσεις που επιλέγονται είναι τέτοιες ώστε καμία άλλη εφικτή λύση δεν κατορθώνει να βελτιώσει μια αντικειμενική συνάρτηση χωρίς να προκαλέσει μείωση σε μία τουλάχιστον άλλη συνάρτηση. Το πρόβλημα αυτό δεν επιλύεται στην παρούσα εργασία αλλά εφαρμόζεται τεχνική που εντάσσεται στη διαδικασία επίλυσής του, για τον προσδιορισμό των στόχων που αφορούν τα επιθυμητά μεγέθη του ακαθάριστου κέρδους και των εισροών¹, οι οποίοι αν δεν εφαρμόζονταν η τεχνική αυτή θα έπρεπε να προσδιορισθούν αυθαίρετα.

Ο προσδιορισμός των επιθυμητών στόχων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της τεχνικής αριστοποίησης των περιορισμών (constraint technique) που συνεπάγεται την προσαρμογή του προβλήματος πολλαπλών στόχων σε πρόβλημα αριστοποίησης των περιορισμών της μορφής:

$$\max \text{ ή } \min Z_h(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

s.t.

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \in Fd$$

όπου ο h αντικειμενικός στόχος επιλέγεται αυθαίρετα. Η μορφή αυτή αποτελεί συμβατικό πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού με μία αντικειμενική συνάρτηση που επιλύεται με τη συμβατική τεχνική επίλυσης προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού. Έτσι επιλύονται έξι προβλήματα Γραμμικού Προγραμματισμού των οποίων οι λύσεις αποτελούν μη υποδεέστερες λύσεις του αρχικού προβλήματος πολλαπλών στόχων.

Αποτελέσματα της επίλυσης των έξι προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού παρουσιάζονται στον Πίνακα II (payoff table). Κάθε σειρά του Πίνακα αντιπροσωπεύει μια λύση με τις αξίες των αντικειμενικών συναρτήσεων. Τα στοιχεία της πρώτης σειράς προέκυψαν από την επίλυση του προβλήματος μεγιστοποίησης του ακαθάριστου κέρδους, που αποτελεί τον επιθυμητό στόχο Z_1 . Τα στοιχεία των υπόλοιπων σειρών προέκυψαν από την επίλυση των προβλημάτων ελαχιστοποίησης των σχετικών εισροών που αντιπροσωπεύουν στους στόχους Z_2 έως Z_6 . Κάποια συμπληρωματικότητα μεταξύ των εισροών ήταν αναπόφευκτη, ωστόσο ο Πίνακας II δείχνει ότι δεν υπάρχει σταθερή σχέση μεταξύ των εισροών. Αν υπήρχε τέτοια σχέση θα αρκούσε η επίλυση δύο μόνο προβλημάτων, δηλαδή της μεγιστοποίησης του ακαθάριστου κέρδους και της ελαχιστοποίησης μιας εισροής.

Ο Πίνακας II δείχνει τα όρια των απαιτήσεων σε δαπάνες μεμονωμένων αγροχημικών και κατανάλωσης νερού και την αντίστοιχη αξία του ακαθάριστου κέρδους, από τα οποία προκύπτουν οι δυνατότητες περιορισμού της χρήσης τους. Είναι προφανές ότι η μείωση μιας εισροής, π.χ. των λιπασμάτων, συνεπάγεται μείωση του ακαθάριστου κέρδους και ακόμη ότι οι απαιτήσεις των σχετικών εισροών μεγιστοποιούνται όταν επιτυγχάνεται το μέγιστο ακαθάριστο κέρδος (λύση μεγιστοποίησης του ακαθάριστου κέρδους Z_1). Το μέγιστο ακαθάριστο κέρδος και οι απαιτούμενες εισροές για την επίτευξή του θεωρούνται ότι αντιπροσωπεύουν το συνδυασμό των σχετικών συντελεστών, στον οποίο θα προσαρμοσθεί η γεωργία της περιοχής, όταν δεν τίθενται περιορισμοί. Έτσι, οι δυνατότητες μείωσης της χρήσης των αναφερόμενων εισροών προκύπτουν από τη σύγκριση των άλλων συνδυασμών (Z_2 έως Z_6) με τον συνδυασμό που προκύπτει από τη μεγιστοποίηση του ακαθάριστου κέρδους (Z_1). Η σχετική σύγκριση δείχνει ότι μείωση κατά 65% της δαπάνης των ζιζανιοκτόνων συνεπάγεται περιορισμό του ακαθάριστου κέρδους κατά 6,6%, μείωση της ποσότητας του νερού κατά 33,9% συνεπάγεται μείωση του ακαθάριστου κέρδους κατά 14,6%, μείωση πάνω από 54,0% της δαπάνης των μυκητοκτόνων και των εντομοκτόνων συνεπάγεται περιορισμό του ακαθάριστου κέρδους που φτάνει το 41,1%

1 Η επίλυση του προβλήματος αυτού αποτελεί εναλλακτική μεθοδολογία διερεύνησης των δυνατοτήτων αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών της περιοχής με περιορισμό της χρήσης εισροών.

Πίνακας ΙΙ: Αξίες Αντικειμενικών Συναρτήσεων - Payoff Table

Στόχοι	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Αντικειμενικές Συναρτήσεις
	Ακ. Κέρδος (χιλ. δρχ./10 στρ.)	Ζιζανιοκτόνα (χιλ. δρχ./10 στρ.)	Νερό (m ³ /10 στρ.)	Μυκητοκτόνα (χιλ. δρχ./10 στρ.)	Εντομοκτόνα (χιλ. δρχ./10 στρ.)	Αιτιάματα (χιλ. δρχ./10 στρ.)	
Z ₁	632,6	4,3	1.060,6	48,9	36,2	71,6	Ακαθάριστο Κέρδος
Z ₂	591,0	2,5	867,1	47,4	36,8	67,5	Ζιζανιοκτόνα
Z ₃	540,2	2,4	701,4	43,5	29,7	62,7	Νερό
Z ₄	372,9	4,2	954,7	22,5	18,3	54,2	Μυκητοκτόνα
Z ₅	358,6	2,6	785,3	29,4	16,3	52,2	Εντομοκτόνα
Z ₆	336,7	2,4	798,1	28,7	17,7	51,0	Αιτιάματα

Σημείωση: Οι αξίες ανά 10 στρ. προκύπτουν από τη διαίρεση της αξίας κάθε αντικειμενικής συνάρτησης με την συνολική έκταση της περιοχής.

Πηγή: Αποτελέσματα Εφαρμογής Γραμμικού Προγραμματισμού

και το 43,3% αντιστοίχως, ενώ μείωση της δαπάνης των λιπασμάτων κατά 28,8% συνεπάγεται μείωση του ακαθάριστου κέρδους κατά 46,8%.

Οι επιθυμητοί στόχοι, δηλαδή η επίτευξη του μέγιστου ακαθάριστου κέρδους με τις ελάχιστες εισροές, αντιπροσωπεύονται από τις αξίες των συναρτήσεων στη διαγώνιο του Πίνακα ΙΙ. Οι αξίες αυτές δείχνουν την άριστη αλλά μη εφικτή λύση στην οποία όλοι οι στόχοι λαμβάνουν ξεχωριστά την άριστη αξία τους. Ο συνδυασμός αυτός είναι: ακαθάριστο κέρδος 632,6 χιλ. δρχ./10 στρέμματα, δαπάνη ζιζανιοκτόνων 1,5 χιλ.δρχ./10στρ., κατανάλωση νερού 701,4 κ.μ./10στρ., δαπάνη μυκητοκτόνων 22,3 χιλ.δρχ./10στρ., δαπάνη εντομοκτόνων 16,3 χιλ.δρχ./10στρ. και δαπάνη λιπασμάτων 51,0 χιλ.δρχ./10στρ. Οι αξίες αυτές αποτελούν τους στόχους του δεύτερου προβλήματος από την επίλυση του οποίου προκύπτουν οι εφικτές λύσεις και η εφαρμόσιμη αναδιάρθρωση των καλλιεργειών.

Είναι προφανές ότι οι λύσεις των έξι προβλημάτων δίνουν τους συνδυασμούς των κλάδων παραγωγής, οι οποίοι στην πρώτη φάση αυτής της ανάλυσης δε δίνουν αξιοποιήσιμες πληροφορίες και γι' αυτό δεν παρουσιάζονται.

Επίλυση του δεύτερου προβλήματος. Το δεύτερο πρόβλημα επιλύεται με την εφαρμογή Προγραμματισμού Σκοπών. Ο Προγραμματισμός Σκοπών είναι τεχνική που αντιπροσωπεύει διαφορετική προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων πολλαπλών στόχων. Αφορά στόχους που πρέπει να επιτευχθούν, παρά ποσότητες που πρέπει να ελαχιστοποιηθούν ή να μεγιστοποιηθούν. Στον Προγραμματισμό Σκοπών αντί να αριστοποιηθούν δύο ή περισσότερες αντικειμενικές συναρτήσεις, τίθενται οι στόχοι στα επιθυμητά τους επίπεδα και στη συνέχεια βρίσκεται μια εφικτή λύση, ελαχιστοποιώντας τις αποκλίσεις από τους στόχους αυτούς (Rehman και Romero 1993).

Η εφαρμογή του Προγραμματισμού Σκοπών απαιτεί την κατάλληλη διαμόρφωση του πίνακα προγραμματισμού. Οι έξι συναρτήσεις που αντιπροσωπεύουν τους στόχους με τους περιορισμούς μέγιστου ή ελαχίστου μεταφέρονται στον πίνακα περιορισμών, με την προσθήκη έξι μεταβλητών που αντιπροσω-

πεύουν τις αποκλίσεις από τους στόχους. Αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος είναι η συνάρτηση των αποκλίσεων, της οποίας επιζητείται η ελαχιστοποίηση. Έτσι ο πίνακας Προγραμματισμού έχει την παρακάτω διάρθρωση:

$$\begin{aligned} \min &= 1p_1 + 1p_2 + 1p_3 + 1p_4 + 1p_5 + 1p_6 \\ \text{s.t.} & \\ \alpha_1 &= Z_1 - p_1 \\ \alpha_2 &= Z_2 + p_2 \\ \alpha_3 &= Z_3 + p_3 \\ \alpha_4 &= Z_4 + p_4 \\ \alpha_5 &= Z_5 + p_5 \\ \alpha_6 &= Z_6 + p_6 \\ \text{Fd} & \end{aligned}$$

όπου:

p_1 έως p_6 = οι αποκλίσεις από τους στόχους

α_1 έως α_6 = οι αξίες των αντικειμενικών συναρτήσεων που αντιπροσωπεύουν τους επιθυμητούς στόχους

(Πίνακας II)

$Z_1 - Z_6$ = οι αντικειμενικές συναρτήσεις του προηγούμενου προβλήματος που μεταφέρονται στον πίνακα περιορισμών

Fd = ο πίνακας περιορισμών του προηγούμενου προβλήματος

Οι απαιτήσεις σε εισροές και ο συνδυασμός των κλάδων παραγωγής που προκύπτουν από την εφαρμογή του Προγραμματισμού Σκοπών δίνονται στη δεύτερη σειρά (GP) του Πίνακα III. Η σύγκριση με τον συνδυασμό που επιτυγχάνει το μέγιστο ακαθάριστο κέρδος (πρώτη σειρά LP) δείχνει τη μείωση των απαιτήσεων σε εισροές που είναι δυνατόν να επιτευχθεί με κόστος που ανέρχεται στο 10,4% του δυνάμενου να επιτευχθεί ακαθάριστο κέρδος στην περιοχή. Η προτεινόμενη εκτατικοποίηση συνεπάγεται τη μείωση της έκτασης των καλλιεργειών αραβοσίτου (60%), μήλων (24%) και τεύτλων (19%), ενώ αυξάνεται κατά 25% περίπου η καλλιέργεια των χειμερινών σιτηρών (σίτος, κριθή).

Η περαιτέρω διερεύνηση συνεπάγεται τη διαφοροποίηση της βαρύτητας κάθε εισροής με τη μεταβολή του συντελεστή κάθε απόκλισης η οποία επιτυγχάνεται με την εφαρμογή Παραμετρικού Προγραμματισμού, από την εφαρμογή του οποίου προέκυψε ένα σύνολο 47 εφικτών λύσεων, μετά την αφαίρεση των σχεδόν όμοιων μεταξύ τους. Το σύνολο αυτό των 47 λύσεων περιλαμβάνει συνδυασμούς που δε διαφέρουν ουσιαστικά, γι' αυτό κρίθηκε απαραίτητη η επιλογή των συνδυασμών που παρουσιάζουν διακριτές και ουσιαστικές διαφορές μεταξύ τους. Για τη μείωση του αριθμού των λύσεων εφαρμόστηκε Τεχνική Επιλογής (Filtering Technique) η οποία επιλέγει τις εφικτές λύσεις που διαφέρουν μεταξύ τους (Steuer και Harris 1980, Romero κ. α. 1987). Με την εφαρμογή της παραπάνω τεχνικής προέκυψε ένα υποσύνολο εννέα λύσεων, συμπεριλαμβανομένης της λύσης μεγιστοποίησης του ακαθάριστου κέρδους (πρώτη σειρά) και της λύσης του Προγραμματισμού Σκοπών (δεύτερη σειρά). Οι λύσεις αυτές αντιπροσωπεύουν το σύνολο των εφικτών λύσεων (Πίνακας III).

Οι συνδυασμοί που επιλέχθηκαν δείχνουν τις δυνατότητες μείωσης των αγροχημικών και του νερού στην περιοχή και την αντιστοιχούσα σ' αυτές μείωση του ακαθάριστου κέρδους. Ως συνδυασμός αναφοράς με τον οποίο συγκρίνονται οι άλλοι προτεινόμενοι συνδυασμοί θεωρείται αυτός με τον οποίο μεγιστοποιείται το ακαθάριστο κέρδος (1. LP). Όπως αναμενόταν η μείωση της χρήσης αγροχημικών και της κατανάλωσης νερού συνεπάγεται τη μείωση της έκτασης των πιο απαιτητικών καλλιεργειών και την υποκατάστασή τους από λιγότερο απαιτητικές καλλιέργειες σε αγροχημικές εισροές και νερό για άρδευση. Από τις πολυτελείς καλλιέργειες μειώνεται η έκταση των καλλιεργειών μήλων και αχλαδιών και λιγότερο μειώνονται οι εκτάσεις των καλλιεργειών ροδάκινων και κερασιών. Ετήσιες καλλιέργειες των οποίων οι εκτάσεις περιορίζονται είναι ο αραβόσιτος και τα τεύτλα. Οι λιγότερο απαιτητικές καλλιέργειες των οποίων προτείνεται η αύξηση των εκτάσεων είναι τα χειμερινά σιτηρά.

Η εφικτή εκτατικοποίηση εξαρτάται από τα κίνητρα που προβλέπονται από τα γεωργοπεριβαλλοντικά μέτρα του κανονισμού 1257/1999 για να αντισταθμισθεί η απώλεια του εισοδήματος που οφείλεται στον περιορισμό των εισροών. Η προβλεπόμενη ενίσχυση των 185 χιλ. δρχ. ανά 10 στρ. καλύπτει την απώλεια σε ακαθάριστο κέρδος για την επίτευξη του με αριθμό 9 συνδυασμού μειωμένων εισροών. Ο συνδυασμός αυτός

Πίνακας 3.: Αξίες Αντικειμενικών Συνδρασησών και Προτεινόμενη Σύνθεση Καλλιεργιών- Value of objective Functions and Cropping Part

Αξίες Αντικειμενικών Συνδρασησών ανά 10 στρ.						Εκτάσεις Καλλιεργιών σε στρ.										
Αριθμός Δόσης	Ακαθάριστο Κέρδος χιλ. δραχ.	Ζιζανιοκτόνα χιλ. δραχ.	Νερό m ³	Μυκητοκτόνα χιλ. δραχ.	Εντομοκτόνα χιλ. δραχ.	Λιπάσματα χιλ. δραχ.	Ροδόκινα	Κεράσια	Μήλα	Αγλάδια	Αμπέλια	Σκάληρος Σίτος	Κριθάρι	Αραβόσιτος	Τεύτλια	Σύνολο
1(LP)	632,6	4,3	1.060,6	48,9	36,2	71,6	12.364	3.535	16.084	1.255	4.688	53.919	25.860	21.438	10.261	149.404
2(GP)	566,7	1,8	704,0	45,2	29,5	63,8	12.326	3.350	12.216	1.185	4.771	54.640	44.673	7.930	8.314	149.404
3	554,1	1,9	703,0	44,1	27,9	63,0	12.300	3.342	11.372	1.066	4.771	54.640	44.699	8.372	8.843	149.404
4	547,5	1,9	703,0	43,4	28,9	62,1	12.030	3.342	11.172	1.835	1.141	54.640	48.329	7.930	8.716	149.134
5	535,8	1,9	706,0	42,6	25,9	61,9	12.300	3.342	10.496	642	4.771	54.640	44.699	9.672	8.843	149.404
6	526,5	2,0	709,0	41,6	25,0	61,2	12.300	3.342	9.769	640	4.771	54.640	44.699	10.401	8.843	149.404
7	512,7	2,0	719,0	35,1	25,5	59,6	12.300	3.342	9.402	1.193	1.125	48.502	53.953	10.872	8.716	149.404
8	469,0	2,1	726,0	35,4	19,1	56,6	12.300	3.342	5.326	640	4.771	54.640	44.699	14.844	8.843	149.404
9	451,9	2,2	737,0	28,7	19,7	54,7	12.300	3.342	4.701	1.193	1.125	48.502	53.953	15.573	8.716	149.404
Υφ/μένο	596,3	4,1	1.099,0	49,5	34,8	70,4	11.209	2.786	16.238	755	4.372	63.193	16.454	25.992	8.405	149.404

Πηγή: Αποτέλεσματα επίλυσης Προγραμματισμού Σκοπών

συνεπάγεται μείωση του ακαθάριστου κέρδους κατά 180,7 χιλ.δραχ. ανά 10 στρ., όπως προκύπτει από τη σύγκριση με το μέγιστο ακαθάριστο κέρδος που μπορεί να επιτευχθεί στην περιοχή (σειρά 1 πίνακας ΙΙΙ) χωρίς περιορισμό των εισροών.

Το μέγιστο ακαθάριστο κέρδος είναι προφανές ότι διαφέρει από το υφιστάμενο διότι, πρώτον είναι αδύνατον να συμπεριληφθούν σε πίνακα περιορισμών όλοι οι τεχνικοί περιορισμοί της γεωργίας και δεύτερον διότι δεν περιλαμβάνονται οι περιορισμοί των μεμονωμένων εκμεταλλεύσεων². Το υφιστάμενο ακαθάριστο κέρδος ανέρχεται σε 596,3 χιλ. δραχ./ 10 στρ. Έτσι η προβλεπόμενη ενίσχυση των 185 χιλ. δραχ. ανά 10 στρ. αντισταθμίζει την απώλεια σε ακαθάριστο κέρδος που συνεπάγεται η υιοθέτηση της 9^{ης} λύσης. Η σύνθεση των καλλιεργειών που προτείνεται κατανέμει το 15,2% της έκτασης στις πολυτελείς καλλιέργειες και το 84,8% στις ετήσιες, ενώ η σύνθεση του υφιστάμενου συνδυασμού είναι 23,7% και 76,3% αντίστοιχα. Σε σύγκριση με τον υφιστάμενο συνδυασμό των κλάδων προτείνεται η μείωση της έκτασης της καλλιέργειας ροδόκινων (9,7%), μήλων

- 2 Η σχετικά μικρή διαφορά μεταξύ του μέγιστου και του υφιστάμενου ακαθάριστου κέρδους είναι ενδεικτική της ικανοποιητικής προσομοίωσης των υφιστάμενων περιορισμών.
- 3 Η κατανάλωση αγροχημικών ουσιών και νερού εξαρτάται από την απόδοση σε ακαθάριστο κέρδος ανά μονάδα περιορισμένου συντελεστή. Έτσι δικαιολογείται η αύξηση της έκτασης ορισμένων εντατικών καλλιεργιών.

(71,0%), αμπέλου (74,3%) και αραβοσίτου (40,1%), ενώ αυξάνεται η έκταση των άλλων καλλιεργειών³ και κυρίως των χειμερινών σιτηρών κατά 28,6%. Η αναδιάρθρωση που προτείνεται συμβάλλει στη μείωση των χρησιμοποιούμενων ζιζανιοκτόνων κατά 46,3%, νερού για άρδευση κατά 32,9%, μυκητοκτόνων κατά 42,0%, εντομοκτόνων κατά 43,4% και λιπασμάτων κατά 22,3%. Η συμβολή της προτεινόμενης μείωσης των εισροών στην άμβλυση των επιπτώσεων της γεωργίας στη λίμνη αφήνεται να αξιολογηθεί από τους ειδικούς επιστήμονες.

Η εφαρμογή του Παραμετρικού Προγραμματισμού έδειξε πώς μεταβάλλεται ο συνδυασμός των κλάδων παραγωγής από τη μείωση μιας εισροής. Η μείωση εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων συνεπάγεται τον περιορισμό των εκτάσεων των καλλιεργειών μήλων και αχλαδιών. Η μείωση της χρήσης λιπασμάτων και της κατανάλωσης νερού έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της έκτασης των πολυετών καλλιεργειών. Όσον αφορά τα ζιζανιοκτόνα, ο περιορισμός της χρήσης τους ευνοεί τις πολυετείς καλλιέργειες, οι οποίες δεν τα απαιτούν. Τα αποτελέσματα αυτά δεν παρουσιάζονται αφού ουσιαστικά οδηγούν σε ίδια συμπεράσματα με αυτά που προκύπτουν από τη συνδυασμένη μείωση των εισροών.

Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν τους συνδυασμούς των κλάδων παραγωγής για το κάθε κοινοτικό αγρόκτημα οι οποίοι και είναι διαθέσιμοι. Εντούτοις στον Πίνακα III οι συνδυασμοί που παρουσιάζονται αφορούν το σύνολο της καλλιεργούμενης έκτασης της περιοχής.

Η μεταφορά αγροχημικών υπολειμμάτων στη λίμνη είναι μια εξωτερική αρνητική επίπτωση (externality) η οποία υποβαθμίζει ένα δημόσιο αγαθό. Η εκτίμηση του κόστους της υποβάθμισης, που θα προέκυπτε από τη μείωση της αξίας του δημόσιου αγαθού, είναι πολύ δύσκολη, αν όχι αδύνατη, διότι δεν είναι δυνατή η αποτίμηση του δημόσιου αγαθού και ακόμη διότι η επίπτωση της γεωργικής δραστηριότητας στη ρύπανση της λίμνης δεν είναι δυνατό να ποσοτικοποιηθεί. Αυτό το κόστος πρέπει να αναληφθεί από τη γεωργία. Στην ανάλυση εκτιμάται το εναλλακτικό κόστος άμβλυσης της ρύπανσης, το οποίο, αναλαμβάνεται από την κοινωνία με την εφαρμογή του κανονισμού που χορηγεί ενισχύσεις στους παραγωγούς για τη μείωση της ρύπανσης που προκαλούν στη λίμνη. Επισημαίνεται όμως ότι η εφαρμογή της πολιτικής τιμών η οποία εκτιμάται ότι συμβάλλει στη διαμόρφωση του μέσου ακαθάριστου κέρδους, περίπου κατά 50%, αυξάνει το εναλλακτικό κόστος άμβλυσης της ρύπανσης και κατά συνέπεια την απαιτούμενη ενίσχυση κατά το ίδιο ποσό.

5. Συμπεράσματα

Η μείωση της ρύπανσης την οποία δημιουργεί η γεωργία μπορεί να επιτευχθεί με τον περιορισμό της χρήσης αγροχημικών ουσιών, ο οποίος ενθαρρύνεται από τα γεωργοπεριβαλλοντικά μέτρα του κανονισμού 1257/99. Η υιοθέτηση της βιολογικής και ολοκληρωμένης γεωργίας, η παύση της καλλιέργειας γεωργικών εκτάσεων και η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, αποτελούν μεθόδους που συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης αγροχημικών ουσιών σε μια περιοχή. Στην παρούσα εργασία αναλύονται οι δυνατότητες μείωσης αγροχημικών ουσιών με την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών σε μια περιοχή. Η περιοχή που έχει επιλεγεί είναι η καλλιεργούμενη έκταση στην υδρογεωλογική λεκάνη της λίμνης Βεγορίτιδας, η οποία ρυπαίνεται από τη γεωργία και μειώνεται η έκταση της από την άντληση νερού για άρδευση.

Η καλλιεργούμενη έκταση στην περιοχή που περιβάλλει τη λίμνη θεωρείται μια εκμετάλλευση που συνδυάζει κλάδους παραγωγής για τη μεγιστοποίηση του γεωργικού εισοδήματος. Η μεγιστοποίηση επιτυγχάνεται με τον άριστο συνδυασμό των διαθέσιμων συντελεστών μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται οι αγροχημικές εισροές και το νερό για άρδευση. Η μείωση της χρήσης αγροχημικών και νερού αποτελούν ανταγωνιστικούς της μεγιστοποίησης του εισοδήματος στόχους, αφού έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωσή του. Έτσι, η αναδιάρθρωση των κλάδων παραγωγής, με την οποία επιδιώκεται η μείωση των σχετικών εισροών, αποτελεί ένα πρόβλημα με αντικρουόμενους στόχους. Η επίλυση του προβλήματος αυτού επιτυγχάνεται με την εφαρμογή Μαθηματικού Προγραμματισμού (Προγραμματισμός Πολλαπλών Στόχων και Προγραμματισμού Σκοπών).

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής των παραπάνω τεχνικών δείχνουν τις δυνατότητες αναδιάρθρωσης των κλάδων παραγωγής στην καλλιεργούμενη έκταση της περιοχής για διάφορα επίπεδα απαιτήσεων σε αγροχημικές εισροές και νερό. Πρόκειται για εννέα συνδυασμούς εισροών και κλάδων παραγωγής. Η μείωση των εισροών επηρεάζει το εισόδημα το οποίο μειώνεται και προφανώς δεν είναι δυνατή η υιοθέτησή της από τους παραγωγούς αν δεν αποζημιωθούν για την απώλεια του εισοδήματος. Τέτοια αποζημίωση προβλέπεται από

την εφαρμογή των γεωργοπεριβαλλοντικών μέτρων του κανονισμού 1257/99 που ενθαρρύνουν τους παραγωγούς να υιοθετήσουν πρακτικές που συμβάλλουν στην άμβλυνση των αρνητικών συνεπειών της γεωργίας στο περιβάλλον. Είναι προφανές ότι το μέγεθος της αποζημίωσης καθορίζει την εφικτή μείωση των εισροών.

Ο συνδυασμός των κλάδων παραγωγής που μεγιστοποιεί το εισόδημα στην περιοχή έχει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε εισροές. Δυνατότητες υπάρχουν για ουσιαστική μείωση των εισροών αυτών (ζιζανιοκτόνα 49%, νερό 31%, μυκητοκτόνα 41%, εντομοκτόνα 46% και λιπάσματα 24%) με κόστος που ανέρχεται στο 29% του μέγιστου ακαθάριστου κέρδους. Η προβλεπόμενη ενίσχυση των 185 χιλ. δρχ. ανά 10 στρ. καλύπτει την απώλεια σε ακαθάριστο κέρδος που συνεπάγεται η παραπάνω μείωση των εισροών και καθιστά εφικτή την υιοθέτησή της.

Η σύγκριση με τον υφιστάμενο συνδυασμό των κλάδων παραγωγής, δείχνει ότι είναι εφικτή η μείωση των χρησιμοποιούμενων ζιζανιοκτόνων (46,3%), νερού (32,9%), μυκητοκτόνων (42,0%), εντομοκτόνων (43,4%) και λιπασμάτων (22,3%) διότι αποζημιώνεται η απώλεια σε ακαθάριστο κέρδος από την προβλεπόμενη ενίσχυση. Η παραπάνω μείωση οφείλεται στον περιορισμό της έκτασης της καλλιέργειας ροδάκινων, μήλων, αμπέλου, και αραβόσιτου.

Η ανάλυση έδειξε ότι είναι δυνατή η ουσιαστική μείωση των αγροχημικών και του νερού, με την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, που μπορεί να συνδυασθεί με άλλες πρακτικές που δεν εξετάζονται στην παρούσα μελέτη. Επισημαίνεται ακόμη ότι οι μεσογειακές συνθήκες της χώρας, που επιτρέπουν μεγάλο εύρος καλλιεργειών, παρέχουν τη δυνατότητα προσαρμογής της γεωργίας και υιοθέτησης μεθόδων γεωργικής πρακτικής που μειώνουν τη ρύπανση την οποία δημιουργεί η γεωργία. Το κόστος όμως της προσαρμογής που απαιτείται για την υιοθέτηση πρακτικών που αμβλύνουν τις αρνητικές συνέπειες της γεωργίας στο περιβάλλον αυξάνεται από την πολιτική τιμών.

Agricultural Land Use in the Environmentally sensitive area of Lake Vegoritis

Asimakis Psychoudakis¹, Eleni Sapidou²

Abstract

Agri-environmental measures (Re 1257/1999 EC) encourage agricultural production compatible with the protection of the environment and maintenance of the countryside. An option of such environmentally favourable management of farming round the sensitive ecosystem of Lake Vegoritis is examined. The introduced programming model is used to assess the cost of reducing the use of agrochemical and water. The solution shows that a substantial reduction of the use of agrochemical and water can be achieved, by changing the pattern of cropping alone, since the proposed aid by the regulation offsets income losses due to extensification.

Key words: Environmentally sensitive area, Agrochemical use, Multiobjective programming

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνόπουλος Β., Διαμαντίδης Γ., Τσιούρης Σ. (1996) «Λίμνη Βεγορίτιδα: Διαχρονική εξέλιξη των υδρολογικών και ποιοτικών παραμέτρων της», Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα Τόμος 7, Τεύχος 1, σελ. 63 -77.
- Burton R. O., and Martin M. M. (1987) «Restrictions on Herbicide Use: An Analysis of Economic Impacts on U.S. Agriculture», North Central Journal of Agricultural Economics, Vol. 9, No 2, page 181 - 194.
- Cohon J. L. (1978) «Multiobjective Programming and Planning», Academic Press London page 98-162.
- E.K. (1999) «Κανονισμός αριθ.1257/1999 για τη στήριξη της αγροτικής ανάπτυξης από το Ευρωπαϊκό Γεωργικό Ταμείο Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΕΓΤΠΕ) και για την τροποποίηση και κατάργηση ορισμένων κανονισμών» Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, L160, Βρυξέλλες 26.6.1999

1 Professor , Department of Agricultural Economics, School of Agriculture, Aristotle University, GR-54006, Thessaloniki, Greece

2 Postgraduate Student, Department of Agricultural Economics, School of Agriculture, Aristotle University, GR-54006, Thessaloniki, Greece

σελ.80-102

- **E.O.K. (1992)** «Κανονισμός αριθ.2078/1992 σχετικά με μεθόδους γεωργικής παραγωγής που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και με τη διατήρηση του φυσικού χώρου» Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων L215, Λουξεμβούργο 30.7.1992, σελ. 85-90.
- **Hitchens, M.T., Thampapillai D.J., and Sinden J.A. (1978)**, «The Opportunity Cost Criteria for Land Allocation», Rev. MKEg and Agr.Econ., Vol. 46, page 275 - 293.
- **Rehman T., and Romero C. (1993)** «The application of the MCDM Paradigm to the Management of Agricultural Systems: Some Basic Considerations», Agricultural Systems No 41, page 239 - 255.
- **Romero, C., Amador F., and Barco A. (1987)**, «Multiple Objectives in Agricultural Planning: A Compromise Programming Application», American Journal of Agricultural Economics 69, page 78 - 86.
- **Romero C., and Rehman T. (1989)**, «Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions», Elsevier, Amsterdam page 31-85.
- **Steuer R.E., and Harris F.W. (1980)**, «Intra - set Point Generation and Filtering in Decision and Criterion Space», Computer and Research , Vol. 7, page 41 - 53.
- **Thampapillai, D.J., and Sinden J.A. (1979)**, «Trade - Offs for Multiple Objective Planning through Linear Programming», Water Resource Research, Vol. 15, page 1028- 1033

Εξοικονόμηση νερού για άρδευση σε συνθήκες λειψυδρίας

Θ. Ι. Μαυρόπουλος*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξοικονόμηση νερού για άρδευση σε συνθήκες λειψυδρίας είναι μια απαίτηση μεγάλης σπουδαιότητας και προτεραιότητας για την ελληνική γεωργία. Η απαίτηση αυτή μπορεί να ικανοποιηθεί εν πολλοίς αν, εκτός από την ορθολογιστική διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας, προσεχθούν τα παρακάτω σημεία στη διαχείριση του αρδευτικού νερού σε διάφορα επίπεδα: τεχνικό, οικονομικό και θεσμικό.

Στο τεχνικό επίπεδο: Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στις τιμές των φυτικών συντελεστών που χρησιμοποιούνται κατά τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών μια και η ορθή εκτίμησή της συμβάλλει στην εξοικονόμηση νερού. Ο προγραμματισμός των αρδεύσεων των καλλιεργειών θα πρέπει να βασίζεται στη γνώση της σχέσης νερού και παραγωγής για να μπορεί να εφαρμόζεται η ελλειμματική άρδευση. Η μέθοδος άρδευσης που τελικά επιλέγεται ως η καλύτερη και από την άποψη της εξοικονόμησης νερού, θα πρέπει και να σχεδιάζεται αλλά και να λειτουργεί καλά. Το σύστημα με το οποίο επιλέγεται τελικά να λειτουργήσει ένα συλλογικό αρδευτικό δίκτυο, θα πρέπει να μπορέσει να εντάξει στη φιλοσοφία του και την πειθαρχία ως μεθοδολογικό εργαλείο εξοικονόμησης νερού. Η αγρομετεωρολογία μπορεί να καθοδηγήσει την άρδευση των καλλιεργειών, και όχι μόνον, μιας αρδευτικής περιμέτρου και να συμβάλλει έτσι στην εξοικονόμηση νερού.

Στο οικονομικό επίπεδο: Η γεωργική παραγωγή θα πρέπει να τείνει στην άριστη από οικονομική άποψη και όχι στη μέγιστη, με καλλιεργείες στις οποίες να μπορεί να εφαρμόζεται η ελλειμματική άρδευση. Η τιμολόγηση του αρδευτικού νερού θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως μεθοδολογικό εργαλείο εξοικονόμησης νερού.

Στο θεσμικό επίπεδο: Οι Ο.Ε.Β. θα πρέπει να μετατραπούν σε αυτόνομους οργανισμούς μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, ώστε να μπορούν να λειτουργούν με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια για να λύσουν άμεσα και αποτελεσματικά τα προβλήματά τους. Οι χρήστες των συλλογικών αρδευτικών δικτύων της χώρας, θα πρέπει να γνωρίζουν τις στοιχειώδεις σχέσεις νερού - εδάφους - φυτού από πλευράς πρακτικής των αρδεύσεων και να εκπαιδεύονται στην εφαρμογή του νερού στο χωράφι, για να αναμένεται επιτυχής αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και εφαρμογή του νερού μέσα σ' αυτά. Το προσωπικό του κάθε φορέα που σχετίζεται με τους υδατικούς πόρους γενικότερα και το αρδευτικό νερό σε συλλογικό επίπεδο ειδικότερα, θα πρέπει να είναι καλά εκπαιδευμένο, καταρτισμένο και ενημερωμένο στα συναφή θέματα, για να προσδοκάται ορθολογιστική διαχείριση του νερού και κατ' επέκταση εξοικονόμησης του.

Λέξεις κλειδιά: Λειψυδρία, εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, σχέσεις νερού-παραγωγής, κριτικές περίοδοι καλλιεργειών, ελλειμματική άρδευση, στάγδην άρδευση, καταιονισμός.

1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση των καλλιεργειών προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι, χαλάζι κ.λπ.) που μεταφέρουν πίσω στη Γη το νερό που έφυγε από αυτήν προς την ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών στην ανέμη ανακύκλωσή του στη φύση. Το νερό όμως που πέφτει πάνω στη Γη με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, τα οποία αποτελούν την αρχή της φυσικής ανακύκλωσής του στο λεγόμενο υδρολογικό του κύκλο, χρησιμοποιείται επίσης από τα φυτά και τα ζώα που βρίσκονται πάνω στη Γη, καθώς επίσης και από τον άνθρωπο στη γεωργία, στη βιομηχανία, στα οικιακά, αστικά και τουριστικά κέντρα και στους τόπους αναψυχής.

Για την ελληνική περιοχή, σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου Ανάπτυξης (1996), το σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτει πάνω από τη χώρα εκτιμάται σε 115,6 km³/έτος, ενώ το συνολικό

¹ Καθηγητής του ΤΕΙ Δυτ. Μακεδονίας - Παράρτημα Φλώρινας, Ταχ.Δ/ση: Τέρμα Κοντοπούλου, 53100 ΦΛΩΡΙΝΑ Τηλ.: 0385/23302, Fax: 0385/25528-46630

υδατικό δυναμικό εκτιμάται κατά προσέγγιση σε 70,2 km³/έτος, στα οποία περιλαμβάνονται τα νερά που εισρέουν από γειτονικές χώρες. Η κατανάλωση του νερού, σύμφωνα με στοιχεία της ίδιας πηγής που αναφέρθηκε παραπάνω, υπολογίζεται σε 5,5 km³/έτος συνολικά, από τα οποία το 80-84% αφορά την άρδευση, το 13-15% την ύδρευση και το 2,5-4,0% τη βιομηχανία και την ενέργεια. Το μεγαλύτερο δηλαδή ποσοστό (80-84%) του νερού καταναλώνεται στην άρδευση των καλλιεργειών, ενώ αυτή είναι η τελευταία στη σειρά προτεραιότητας των οργανωμένων δραστηριοτήτων του ανθρώπου.

Έτσι, γεννιέται το ερώτημα εάν το νερό που καταναλώνεται στην άρδευση θεωρείται αρκετό γι' αυτήν.

Η απάντηση στο ερώτημα αυτό ήταν αναμφίβολα θετική πριν από μερικές δεκαετίες, διότι τα επιφανειακά νερά (λίμνες, ποταμοί) στην αρχή μόνα τους και στη συνέχεια μαζί με τα υπόγεια νερά δημιουργούσαν μια επιφανειακή και πλασματική αφθονία νερού. Τότε μπορούσε κανείς να σκεφθεί την επέκταση των αρδεύσεων με την αναζήτηση νέων πηγών νερού, για να μπορέσει η γεωργία να παίξει το ρόλο της κοντά στο εμπόριο, στη βιομηχανία και στον τουρισμό στην εθνική προσπάθεια για οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη.

Σήμερα είναι σε όλους γνωστό ότι τα αποθέματα νερού στη χώρα μειώνονται και η στάθμη των ποταμών, λιμνών και υπόγειων υδροφόρων οριζόντων κατέρχεται επικίνδυνα. Υπάρχουν ήδη περιοχές όπου η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων, για την επέκταση των αρδεύσεων, έχει φτάσει στα επιτρεπόμενα όριά της, ενώ σε άλλες έχει ξεπεραστεί τόσο, ώστε ο υποβιβασμός της στάθμης στους μεν ποταμούς και στις λίμνες να έχει προκαλέσει ζημιές στα υδάτινα οικοσυστήματα, στους δε υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες να έχει προκαλέσει σε άλλους ποιοτική υποβάθμιση (υφαλμύρωση του νερού των υδροφορέων που γειτνιάζουν με τη θάλασσα κ.λπ.) και σε άλλους μερική ή και ολική καταστροφή. Η χώρα βρίσκεται δηλαδή μπροστά στον κίνδυνο σταδιακής διολίσθησης προς οικολογική ερήμωση και χρόνια λειψυδρία και πρέπει γι' αυτό να αναθεωρηθούν κάποιες από τις κρατούσες αντιλήψεις στη διαχείριση και εκμετάλλευση των υδατικών πόρων.

Είναι επίσης γνωστό ότι οι νέες οικονομικές συνθήκες που επικρατούν στην οικουμενική αγορά θέλουν μια γεωργία που να μπορεί κάθε φορά να εξισορροπεί τις ποσοτικές και ποιοτικές απαιτήσεις της αγοράς. Θέλει δηλαδή η οικουμενικοποιημένη αγορά μια γεωργία που να έχει τη δυνατότητα κάθε φορά να επιλέγει μεταξύ πολλών καλλιεργουμένων φυτικών ειδών, εκείνα τα οποία θα ικανοποιούν περισσότερο τις ανάγκες και τις επιθυμίες των καταναλωτών και θα αποφέρουν το μεγαλύτερο καθαρό κέρδος στους επιχειρηματίες παραγωγούς. Η ξηρική γεωργία, ως αναπτυσσόμενη μέσα σε πολύ περιορισμένα περιθώρια τα οποία θέτει το οικολογικό περιβάλλον της χώρας, δεν μπορεί να ανταποκριθεί σε τέτοιες απαιτήσεις. Οι δυνατότητες δε βελτίωσης του περιβάλλοντος, δηλαδή του κλίματος (της θερμοκρασίας, της βροχής, του ανέμου κ.λπ.), του εδάφους (της μηχανικής σύστασης, της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία, της οξύτητας κ.λπ.) και του βιολογικού περιβάλλοντος (χλωρίδα, πανίδα), ώστε να μπορούν τα καλλιεργούμενα φυτά να προσαρμόζονται σ' αυτό και να συμβάλλουν στην ορθολογικότερη αξιοποίησή του, είναι πολύ περιορισμένες. Έτσι, υπό τους μεγάλους περιορισμούς που βάζει το οικολογικό περιβάλλον στην ανάπτυξη και στην κατανομή των καλλιεργειών, η ξηρική γεωργία δεν ανταποκρίνεται στη διάρθρωση της παραγωγής. Από τους παράγοντες του περιβάλλοντος εκείνος που θέτει τους μεγαλύτερους περιορισμούς στην εντατικοποίηση της ελληνικής γεωργίας είναι η δυσμενής κατανομή των βροχοπτώσεων που συγκεντρώνονται στους χειμερινούς κυρίως μήνες, στους νεκρούς δηλαδή από πλευράς βλάστησης μήνες του έτους. Με δεδομένη, λοιπόν, τη σταθερότητα γενικά των εδαφοκλιματικών συνθηκών κατά περιοχή, η άρδευση είναι η μόνη που μπορεί να δώσει στην ελληνική γεωργία τη δυνατότητα να καλλιεργεί νέα φυτικά είδη, τα οποία να προσφέρονται καλύτερα για εντατική εκμετάλλευση του εδάφους και της βλαστικής περιόδου και η παραγωγή τους να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες της αγοράς. Επιπλέον, το γεγονός ότι η αρδευόμενη γεωργία, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥ (1996), καταλαμβάνει το 34% περίπου (13.284.000 στρέμματα) της συνολικής γεωργικής γής της χώρας (39.032.000 στρέμματα), ποσοστό ιδιαίτερα μεγάλο σε σύγκριση με άλλες χώρες της Μεσογείου (Ιταλία, Ισπανία, Πορτογαλία) όπου το αντίστοιχο ποσοστό είναι τρεις φορές περίπου μικρότερο, δείχνει ότι η ελληνική γεωργία είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό εξαρτημένη από την άρδευση. Έτσι, η εξασφάλιση νερού για άρδευση είναι για τη γεωργία της χώρας μεγάλης σημασίας, σπουδαιότητας και προτεραιότητας, ώστε να μπορεί να υπάρξει πλήρης αξιοποίηση της βλαστικής περιόδου κάθε εδαφοκλιματικής ζώνης.

Πώς όμως θα μπορεί να παίξει αυτό το στρατηγικής σημασίας ρόλο της η άρδευση όταν αυτή υστερεί σε προτεραιότητα έναντι των άλλων οργανωμένων δραστηριοτήτων του ανθρώπου, οι οποίες μάλιστα με τη συνεχή ανάπτυξή τους αυξάνουν όλο και περισσότερο τις ανάγκες τους σε νερό μειώνοντας αντίστοιχα το

νερό που μένει για την άρδευση;

Πολλά έχουν ειπωθεί και γραφτεί κατά την τελευταία ιδιαίτερα δεκαετία, σε διάφορες ανακοινώσεις και άρθρα, γύρω από τους υδατικούς πόρους και τη γεωργική ανάπτυξη της χώρας (Διαμαντής 1992, Πουλοβασιλίας κ.ά. 1992, Τερζίδης 1992, Γκούμας 1996 κ.ά.) και λίγα συγκριτικά γύρω από τη διαχείριση του αρδευτικού νερού (Μιχελάκης, 1992 κ.ά). Σύμφωνα με αυτά χρειάζεται μια άλλη αντίληψη στη διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας γενικότερα και του αρδευτικού νερού ειδικότερα για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας στην ελληνική γεωργία.

Έχοντας υπόψη τις εν λόγω ανακοινώσεις και άρθρα, οι στόχοι της παρούσας εργασίας επικεντρώνονται στην ανάδειξη εκείνων των πτυχών του προβλήματος που είτε εθίγησαν λίγο είτε δεν εθίγησαν καθόλου, κυρίως σε ό,τι αφορά στη διαχείριση του αρδευτικού νερού σε συνθήκες λειψυδρίας, και πρέπει γι' αυτό να αναδειχτούν και να τονιστούν, ώστε να μπορεί να υπάρξει η μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση νερού για άρδευση σε συνθήκες λειψυδρίας.

2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Η εξοικονόμηση νερού για άρδευση ξεκινά κατ' ουσία από την ορθολογιστική διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας.

Ως διαχείριση των υδατικών πόρων, στην παρούσα εργασία, ορίζεται η οργάνωση του συνόλου των μέτρων και ενεργειών που είναι απαραίτητα για την ικανοποίηση διαφόρων χρήσεων νερού με ταυτόχρονη προστασία τους από την υποβάθμιση και την εξάντληση.

Η διαχείριση και προστασία των πόρων αυτών παρουσιάζει δυσκολίες και αδυναμίες που οφείλονται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της χώρας σε σχέση με τους υδατικούς της πόρους και συγκεκριμένα:

- 1-Στα χαρακτηριστικά των υδατικών πόρων και της εθνικής ανάπτυξης,
- 2-Στη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων και στις ανάγκες σε νερό και
- 3-Στο θεσμικό πλαίσιο και στην εφαρμογή του.

Η παρούσα εργασία, λόγω της μεγάλης έκτασης που πήρε, θα ασχοληθεί εφεξής μόνο με τη διαχείριση του αρδευτικού νερού.

3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

Ως διαχείριση του αρδευτικού νερού σε συνθήκες λειψυδρίας, στην παρούσα εργασία, ορίζεται η οργάνωση του συνόλου των μέτρων και ενεργειών που είναι απαραίτητα για την ορθολογιστική χρήση του νερού που προορίζεται για την κάλυψη των αναγκών σε νερό των καλλιεργειών μιας αρδευτικής περιμέτρου, όταν αυτό δεν είναι αρκετό για την κανονική άρδευση.

Η διαχείριση του αρδευτικού νερού υπό τις παραπάνω συνθήκες προϋποθέτει ανθρώπινες επεμβάσεις σε διάφορα επίπεδα: τεχνικό, οικονομικό και θεσμικό.

3.1 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

3.1.1. Ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών

Παρόλες τις προόδους που έχουν συντελεστεί τόσο σε θεωρητικό-πειραματικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο στον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό, εξακολουθούν να υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες για μια ικανοποιητική προσέγγιση των πραγματικών σε νερό αναγκών των καλλιεργειών. Οι δυσκολίες αφορούν τόσο στον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET_c) αλλά και στην επιλογή της καλλιέργειας αναφοράς, όσο και κυρίως στον καθορισμό του φυτικού συντελεστή (K_c) των καλλιεργειών ως συντελεστή αναλογίας που συνδέει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET_c) και τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή των καλλιεργειών (ET_c) σύμφωνα με τη σχέση:

$$ET_c = K_c ET_o \quad (1)$$

Η σχέση αυτή έχει προταθεί από τους Doorenbos and Pruitt (1977) για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό των καλλιεργειών και έχει γίνει αποδεκτή από το σύνολο σχεδόν των ασχολουμένων με την άρδευση των καλλιεργειών.

Η διαμόρφωση της σχέσης (1) βασίστηκε πάνω στο κριτήριο να θεωρούνται η εξάτμιση και η διαπνοή, από

φυσική άποψη, ως ένα και το αυτό φαινόμενο και να εκτιμώνται συνολικά οι ανάγκες της εξατμισοδιαπνοής ως άθροισμα του νερού που χάνεται με εξάτμιση και διαπνοή από το σύστημα έδαφος-φυτό ενός καλλιεργούμενου χωραφιού.

Η σύνδεση της (ET_c) με μια συγκεκριμένη καλλιέργεια αναφοράς έχει το πλεονέκτημα ότι συνδέει τις βιολογικές και φυσικές διαδικασίες που συμμετέχουν στην εξισορρόπηση της ενέργειας πάνω από μια καλά διατηρούμενη φυτική επιφάνεια, όπως δε αναφέρεται διεξοδικά από τους Perrier (1978), Wright (1982) και Jensen et al. (1990), η διαδικασία $K_c - ET_o$ κάνει προφανή την ανάγκη προσαρμογής κάθε εξίσωσης υπολογισμού της ET_c σε κάθε καλλιέργεια και στάδιο ανάπτυξης (Παπαζαφειρίου, 1999).

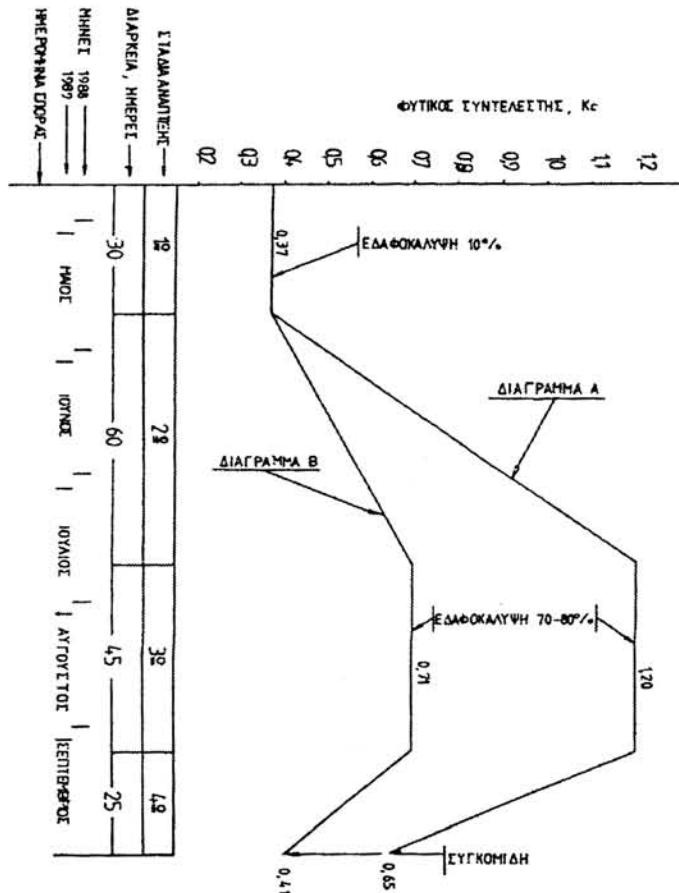
Παρά την καθολική σχεδόν αποδοχή της μεθόδου υπάρχουν ωστόσο ορισμένες αμφιβολίες και αντιρρήσεις για την αποτελεσματικότητά της, που από τη σκοπιά τουλάχιστον της εξοικονόμησης νερού για άρδευση δεν μπορούν να αγνοηθούν, μια και η ορθή εκτίμηση των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό συμβάλλει στην εξοικονόμησή του. Όπως υποστηρίζει ο Cavazza (1992), αν σ'ένα υγρό ή ύφυγρο περιβάλλον σκέψεις σαν αυτές που βασίστηκε η σχέση (1) φαίνεται να βρίσκουν ικανοποιητική ανταπόκριση, κατεβαίνοντας σιγά σιγά σε περιβάλλοντα όλο και πιο ξηρά διαπιστώνεται η απόλυτη ακαταλληλότητα της μεθόδου. Ο ίδιος (Cavazza, 1992), έχει διαπιστώσει ότι σε μια αλγερινή όαση καλλιεργούνταν ένας εξαιρετικός οπωρώνας (βερικοκεώνας) με μια πηγή 100 l/s σε έκταση 1000 εκταρίων, που αρδεύονταν με λεκάνες και το νερό μεταφέρονταν με καναλέττα. Αν υπολογίζονταν οι ανάγκες σε νερό με τη μέθοδο των Doorenbos and Pruitt (1977) θα απαιτούνταν μια παροχή τουλάχιστον 5 φορές μεγαλύτερη.

Επίσης, ο Μαυρόπουλος (1992), κατά την εκπόνηση της διδακτορικής του διατριβής τα έτη 1988, 1989, 1990, διεπίστωσε ότι η μέθοδος των Doorenbos and Pruitt (1977), για τον υπολογισμό της ET_c με την τροποποιημένη μέθοδο του Penman κατά FAO-24, οδηγεί σε πολύ μεγάλες τιμές υδατοκατανάλωσης. Πράγματι, κατά τα συγκεκριμένα έτη, σχεδιάστηκαν με τη διαδικασία που προτείνουν οι Doorenbos and Pruitt (1977) δυο διαγράμματα για το φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας βαμβακιού, που κυριαρχούσε (>82%) στην περιοχή έρευνας (περιοχή αντλιοστασίου άρδευσης Σ9 των αρδευτικών δικτύων πρώην λίμνης Γιαννιτών). Το ένα με τις τιμές που προτείνουν οι ερευνητές αυτοί (Doorenbos and Pruitt, 1977) για το 3^ο και 4^ο στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας και το άλλο με τις τιμές που δίνει ο Παπαζαφειρίου (1990) για τα ίδια στάδια (Σχήμα 1). Το διάγραμμα Α έδωσε στο φυτικό συντελεστή π.χ. για το 3^ο δεκαήμερο Ιουλίου (περίοδος αιχμής ζήτησης νερού) τιμή $K_c = 1,20$ έναντι $K_c = 0,71$ του διαγράμματος Β, δηλαδή τιμή κατά 69% μεγαλύτερη έναντι της τιμής που έδωσε το διάγραμμα Β. Οι τιμές που έδωσε το διάγραμμα Α στο φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας βαμβακιού οδήγησαν σε τιμές της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας εξωπραγματικές για τις συνθήκες της περιοχής έρευνας και γι' αυτό απορρίφθηκαν, ενώ οι αντίστοιχες τιμές που έδωσε το διάγραμμα Β οδήγησαν σε τιμές της εξατμισοδιαπνοής αποδεκτές διό και υιοθετήθηκαν ως ορθές. Τα παραπάνω υποδηλώνουν την ανάγκη προσδιορισμού της ET_c και της ET_o , σε ημερήσια βάση, για τον αντίστοιχο υπολογισμό των τιμών του K_c με τη βοήθεια της σχέσης:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (2)$$

για κάθε καλλιέργεια κατά την περίοδο ανάπτυξής της σε κάθε περιοχή της χώρας υπό τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν και τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται. Η ανάγκη αυτή δημιουργεί την υποχρέωση να υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή της κάθε καλλιέργειας στην κάθε περιοχή της χώρας με τη βοήθεια της σχέσης (1) αλλά με τη μέθοδο υπολογισμού της ET_o που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των τιμών του K_c που εφαρμόζονται.

Σε ό,τι αφορά τώρα στον υπολογισμό της ET_o , το γεγονός ότι έχουν προταθεί μέχρι σήμερα σωρεία εξισώσεων από διάφορους ερευνητές, κάθε μια από τις οποίες θεμελιώθηκε πάνω σε διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή των καλλιεργειών κατά διάφορο τρόπο, δημιουργεί, κατ' αρχήν, δυσκολίες στην επιλογή της καλύτερης για το θεωρούμενο κάθε φορά περιβάλλον. Στη συνέχεια, το ότι όλες οι εξισώσεις έχουν υποστεί και υφίστανται από τους ίδιους τους ερευνητές που τις θεμελίωσαν συνεχείς τροποποιήσεις και αναβολές σε δοκιμές όλο και καλύτερης προσαρμογής της εξίσωσης στο θεωρούμενο κάθε φορά περιβάλλον (Lauciani, 1993), δημιουργούν την υποχρέωση να καθορίζονται κάθε φορά και νέες τιμές για το



Σχήμα 1: Καμπύλη φυτικού συντελεστή (K_c) καλλιέργειας βαμβακιού κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου σε μια περιοχή των Γιαννιτσών .
Figure 1: Crop coefficient (K_c) curve of cotton during the growing season for one Yannitsa location.

K_c για μια και την αυτή εξίσωση που μετασχηματίζεται προσθέτοντας έτσι νέες δυσκολίες. Από τις μέχρι σήμερα συγκρίσεις μεταξύ διαφόρων μεθόδων υπολογισμού της ET_0 , προκύπτει ότι τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει η μέθοδος των Penman-Monteith κατά FAO (Ravelli e Rota 1994, Παπαζαφειρίου 1999) Η μέθοδος αυτή, όπως αναφέρουν οι Ravelli e Rota (1994), αντιπροσωπεύει την εξατμισοδιαπνοή από μια υποθετική καλλιέργεια ύψους 12 cm με στοματική αντίσταση ίση με 70 s.m^{-1} και με ανακλαστικότητα (albedo) ίση με 0,23, πολύ προσομοιάζουσα με την εξατμισοδιαπνοή από μια εκτεταμένη επιφάνεια λειβαδιού ομοιόμορφου ύψους, σε πλήρη βλαστική δραστηριότητα, που σκιάζει πλήρως το έδαφος και δεν του λείπει νερό.

Με λίγα λόγια, στη μέθοδο των Penman-Monteith κατά FAO, ως τυπική καλλιέργεια αναφοράς θεωρείται ο χορτοτάπητας (γρασίδι). Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι το πρόβλημα της επιλογής της καλλιέργειας αναφοράς έχει κλείσει. Απλώς ο χορτοτάπητας εκφράζει την τάση που επικρατεί σήμερα και τίποτε περισσότερο ή λιγότερο. Κατά τον Cavazza (1992), δεν είναι λίγες οι αμφιβολίες πάνω στην εκλογή της ET_0 (γενικά θεωρείται ο χορτοτάπητας) για τον υπολογισμό των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών μεγάλου ύψους, όπως ο αραβόσιτος ή το ζαχαρότευτλο που εκτός των άλλων έχουν ένα πολύ μεγάλο LAI (δείκτη φυλλικής επιφάνειας).

Ο ίδιος (Cavazza, 1992) υποστηρίζει ότι με-

γάλες δυσκολίες παρουσιάζονται και στον καθορισμό των τιμών του K_c , μεταξύ των οποίων έχουν παρατηρηθεί η πυκνότητα σποράς ή μεταφύτευσης, η έλλειψη διαδικασιών για την εκτίμηση των στρες και των συνεπειών τους πάνω στη χρησιμοποίηση του νερού, ο ορισμός του μοντέλου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος κ.λπ.. Θεωρεί δε ότι η λύση των Doorenbos and Pruitt (1977) είναι εξαιρετικά απλουστευμένη, όταν διαιρεί πρακτικά τις φαινολογικές φάσεις μόνο σε τέσσερις: φύτευμα, ανάπτυξη, άνθηση, ωρίμανση, καθόσον υπάρχουν φυτά που δεν ανθίζουν, όπως το ζαχαρότευτλο, ενώ άλλα έχουν κλιμακωτή άνθηση, φυτά των οποίων η παραγωγή δεν εξαρτάται από τον κύκλο άνθησης και σποροποίησης (πατάτα, καπνός), υπάρχουν φυλλοβόλα και αειθαλή δέντρα.

Εξάλλου στην όλη διαδικασία προσδιορισμού των τιμών του φυτικού συντελεστή των καλλιεργειών δεν υπεισέρχονται ουσιώδεις παράγοντες που ξεχωρίζουν την εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς, όπως το ύψος των φυτών, το φύλλωμα, το ριζικό σύστημα, η μηχανική σύσταση και η υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους, η απόσταση των φυτών μεταξύ τους, η μέθοδος άρδευσης κ.ά.

Ήδη ο FAO, στα πλαίσια της όλης διαδικασίας αναθεώρησης του υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, ένα σημαντικό μέρος αφιερώνει και στη διαδικασία προσδιορισμού των τιμών των φυτικών συντελεστών, όπως αναφέρει και στη συνέχεια αναλύει ο Παπαζαφειρίου (1999).

Μια διαφορετική προσέγγιση του θέματος γίνεται από το Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante-Roma (1989), το οποίο συνδέει το φυτικό συντελεστή με την πρώτη παράγωγο ως προς το χρόνο μιας λογιστικού τύπου εξίσωσης (που εκφράζει την πραγματική παραγωγή) μέσω μιας εξίσωσης εκθετικής μορφής.

Οι Mecella et al. (1992), βελτίωσαν τη λογιστικού τύπου εξίσωση που χρησιμοποιεί το εν λόγω ινστιτούτο, του οποίου είναι ερευνητές, χωρίς να αλλάξουν τη μορφή της και υποστηρίζουν ότι η νέα πρωτότυπη διατύπωση τείνει να λύσει ένα από τα κύρια προβλήματα εφαρμογής των πειραματικών αποτελεσμάτων στην τεχνική των αρδεύσεων: εκείνο της μεταφοράς των συντελεστών σ' ένα περιβάλλον διαφορετικό από εκείνο που προσδιορίστηκαν οι φυτικοί συντελεστές χωρίς τον συνήθη επιτόπιο έλεγχο ακριβείας.

Στην περίπτωση αυτή η ET_c υπολογίζεται με τη βοήθεια της σχέσης:

$$ET_c = E_f EV \quad (3)$$

όπου:

E_f = φυτικός συντελεστής και

EV = το νερό σε mm ανά ημέρα που εξατμίστηκε από ένα εξατμισόμετρο τύπου Class A pan ή υπολογίστηκε με μια κλιματική μέθοδο, όπως των Tombesi e Lauciani (Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, 1989).

3.1.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ

Ο προγραμματισμός των αρδεύσεων σε συνθήκες ανεπάρκειας νερού ή υψηλού κόστους θα πρέπει να βασίζεται στη γνώση της σχέσης νερού και παραγωγής. Η σχέση αυτή μπορεί να αναλυθεί σε καλλιέργειες των οποίων οι διάφορες περιόδους ανάπτυξης δεν παρουσιάζουν την ίδια ευαισθησία στην έλλειψη νερού. Έτσι, υπό συνθήκες περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού σε δεδομένες εδαφοκλιματικές συνθήκες και τεχνική καλλιέργειας, με ίδια ποσότητα νερού μπορούν να ληφθούν διαφορετικές αποδόσεις από μια καλλιέργεια που παρουσιάζει περιόδους ανάπτυξης ευαίσθητες στην έλλειψη νερού (κριτικές περιόδους), ανάλογα με το είδος των φυτών και τις περιόδους ανάπτυξης κατά τις οποίες παρατηρείται συγκεκριμένη έλλειψη νερού.

Πέρα όμως από την παραγωγή μετρήσιμη είναι και η εδαφική υγρασία που χάνεται από ένα καλλιεργούμενο χωράφι με την εξατμισμό από το έδαφος και τη διαπνοή των φυτών, ενόσω τα φυτά παράγουν βιομάζα με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης υπό τις δεδομένες εδαφοκλιματικές συνθήκες και την ακολουθούμενη τεχνική καλλιέργειας. Όσο η εδαφική υγρασία μειώνεται με την εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας αλλά εξακολουθεί να βρίσκεται μέσα στα όρια της ωφέλιμης για την καλλιέργεια υγρασίας του εδάφους, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ET_a) παραμένει ίση με τη μέγιστη εξατμισοδιαπνοή (ET_m), δηλαδή $ET_a = ET_m$. Περαιτέρω όμως μείωση της εδαφικής υγρασίας μέχρι το όριο της ελάχιστης επιτρεπόμενης για την καλλιέργεια συνεπάγεται ανάλογη μείωση της ET_a σε σχέση με την ET_m , δηλαδή $ET_a < ET_m$. Όταν, τέλος, η εδαφική υγρασία φτάσει στο σημείο μόνιμης μάρανσης, τότε η διαθέσιμη εδαφική υγρασία στο ριζόστρωμα της καλλιέργειας μηδενίζεται, μαζί της δε θεωρείται ότι μηδενίζεται και η ET_a , δηλαδή $ET_a = 0$.

Οι επιπτώσεις της έλλειψης νερού στην παραγωγή, υπό δεδομένες εδαφοκλιματικές συνθήκες και τεχνική καλλιέργειας, δεν είναι εύκολο να αναλυθούν. Το φυτό, ως ζωντανός οργανισμός, αντιδρά με δικό του πολύ ειδικό τρόπο, συχνά απροσδόκητο και ανυποψίαστο, στις υδατικές συνθήκες που βρίσκεται κάθε φορά, ανάλογα με την ανάπτυξη και την κατάστασή του, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν και την τεχνική καλλιέργειας που εφαρμόζεται. Έτσι, οι σχέσεις που υφίστανται μεταξύ του διαθέσιμου για μια καλλιέργεια νερού και της παραγωγής της, είναι πολύ δύσκολο να καθοριστούν σε συνθήκες χωραφιού. Από τις διάφορες σχέσεις νερού και παραγωγής, που μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί, πρακτικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν η εξίσωση του Jensen (1968), όπως αναφέρεται από τον Κωτσόπουλο (1995, 1997) και ιδιαίτερα εκείνη των Doorenbos and Kassam (1979), που είναι πολύ απλή και πολύ πρακτική στην εφαρμογή της για ένα μεγάλο αριθμό καλλιεργειών και για ποικίλες κλιματικές συνθήκες. Σύμφωνα με τους ερευνητές αυτούς (Doorenbos and Kassam, 1979), υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ της μείωσης της σχετικής παραγωγής

$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right)$ και του ελλείμματος της σχετικής εξατμισοδιαπνοής $\left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right)$ για κάθε μια από τις τέσσερις

χαρακτηριστικές περιόδους της βλαστικής ανάπτυξης: εγκατάστασης (0), βλαστικής περιόδου (1), άνθησης (2),

σηματισμού της παραγωγής (3) και ωρίμανσης (4), για έλλειψη υγρασίας μέχρι 50% ή για $\left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \leq 0,50$

που δίνεται από τη σχέση:

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (4)$$

όπου :

Y_a = πραγματική παραγωγή σε $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Y_m = μέγιστη παραγωγή σε $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

ET_a = πραγματική εξαμισοδιαπνοή σε mm

ET_m = μέγιστη εξαμισοδιαπνοή σε mm

K_y = συντελεστής απόκρισης παραγωγής (αδιάστατος)

Η σχέση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην επιλογή των αρδευόμενων καλλιεργειών και στην εφαρμογή της ελλειμματικής άρδευσης, στην εφαρμογή δηλαδή μικρότερου όγκου νερού από εκείνον που χρειάζεται για να επιτευχθεί η μέγιστη παραγωγή κατά τη συστηματική άρδευση των καλλιεργειών.

3.1.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η πεποίθηση ότι η ζήτηση αρδευτικού νερού θα συνεχίσει να αυξάνει, ενώ η ποσοστιαία αναλογία του νερού αυτού στο σύνολο του νερού που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για διάφορες οργανωμένες δραστηριότητες του θα συνεχίσει να μειώνεται, οδηγεί στην υποχρέωση να δοθεί περισσότερη προσοχή στην αποτελεσματικότητα εφαρμογής του νερού στις καλλιεργείες απ'ότι δίνεται μέχρι σήμερα. Αυτό σημαίνει ότι κατά την επιλογή μιας ή περισσότερων μεθόδων άρδευσης για την εφαρμογή του νερού στις καλλιεργείες αρδευτικού δικτύου, σύμφωνα με τα όσα αναφέρει ο Μαυρόπουλος (1997β) κ.ά., θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις δυνατότητες που παρέχουν αυτές για αποτελεσματικότερη εφαρμογή και κατ'επέκταση για εξοικονόμηση νερού.

Καμία μέθοδος από μόνη της δεν είναι ικανή να πετύχει στην πράξη οικονομία νερού. Όλες υπόκεινται σε δυσκολίες από άποψη εξοικονόμησης νερού ακόμη και σε αποτυχία αν δεν σχεδιαστούν και εφαρμοστούν σωστά. Έτσι, δεν αρκεί μόνο να επιλέγεται μια μέθοδος άρδευσης ως η καλύτερη κατά περίπτωση, θα πρέπει και να σχεδιάζεται αλλά και να λειτουργεί αυτή σωστά.

Υπό συνθήκες λειψυδρίας η άρδευση με σταγόνες ή ο καταιονισμός δίνουν τη δυνατότητα να επιτευχθεί αξιόλογη οικονομία νερού αρκεί, όπως ειπώθηκε, ο σχεδιασμός και η λειτουργία των δικτύων τους να γίνονται σωστά. Ένα σύστημα στάγδην άρδευσης που δε χρησιμοποιείται σωστά μπορεί κατά τον Vermeiren (1980), όπως αναφέρει ο Svehlik (1987), να καταναλώσει περισσότερο νερό από μια επιφανειακή άρδευση που θα έχει καλή διαχείριση.

Η εισαγωγή της πληροφορικής και του αυτοματισμού μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα βελτίωσης των μεθόδων άρδευσης.

3.1.4. ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΡΗΣΤΕΣ ΣΥΛΛΟΓΙΚΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Ο καλύτερος τρόπος διανομής του νερού στους χρήστες ενός συλλογικού δικτύου άρδευσης σε συνθήκες λειψυδρίας φαίνεται να είναι η προγραμματισμένη διανομή με μεταβαλλόμενο εύρος άρδευσης και μεταβαλλόμενο όγκο χορηγούμενου νερού ανάλογα με τη φυσιολογική ανάπτυξη των καλλιεργειών της περιμέτρου.

Η λειτουργία όμως των συλλογικών αρδευτικών δικτύων με προγραμματισμένη διανομή προϋποθέτει μέτρηση του όγκου του νερού που χορηγείται σε κάθε χρήστη, πιστή εφαρμογή του ωρολόγιου προγράμματος χορήγησης της αρδευτικής κεφαλής στους χρήστες ενός δικτύου σε 24ωρη βάση κ.ά., που θέλουν, χωρίς αμφιβολία, πιο άκαμπτη την προγραμματισμένη διανομή και πιο υπεύθυνη τη διοίκηση των αρδευτικών δικτύων και αποθαρρύνουν έτσι την εφαρμογή της, παρά τα εμφανή θεωρητικά πλεονεκτήματά της υπό τις νέες συνθήκες που διαγράφονται για την εφαρμογή των αρδεύσεων σε συλλογικό επίπεδο. Όμως, υπό τις συνθήκες αυτές, υπό συνθήκες δηλαδή λειψυδρίας θα πρέπει να αρχίσει να συνειδητοποιείται η ανάγκη εφαρμογής της.

Το ίδιο πνεύμα θα πρέπει να αρχίσει να περνά και στα συλλογικά δίκτυα που λειτουργούν με ελεύθερη ζήτηση ή με συνεχή διανομή, με τις επιπλέον προϋποθέσεις ότι στην ελεύθερη ζήτηση η πληρωμή του τυχόν

επιπλέον του κανονικού νερού που θα χρησιμοποιείται θα πληρώνεται με τιμή απαγορευτικού χαρακτήρα, στη δε συνεχή διανομή θα πρέπει κάθε χρήστης να κατασκευάζει και μια υδαταποθήκη, οπότε και αναλαμβάνει ο ίδιος την ευθύνη της όλης διαχείρισης του αρδευτικού νερού που του παροχετεύεται. Έτσι, η διανομή με ελεύθερη ζήτηση, που όταν υπάρχει επάρκεια νερού απελευθερώνει τους παραγωγούς από τους αναπόφευκτους στο χώρο και στο χρόνο περιορισμούς που βάζει η προγραμματισμένη διανομή, μπορεί και σε συνθήκες ανεπάρκειας νερού να εφαρμοστεί και να εξακολουθεί έτσι να είναι ίσως το πιο ελκυστικό σύστημα λειτουργίας των συλλογικών αρδευτικών δικτύων. Στην περίπτωση όμως αυτή θα πρέπει να αλλάξουν οι στόχοι και οι μέθοδοι της τιμολογιακής πολιτικής του αρδευτικού νερού, έτσι ώστε να μπορεί αυτή να προσαρμόζεται κάθε φορά στις νέες συνθήκες που δημιουργούνται.

Η επιλογή του ενός ή του άλλου συστήματος λειτουργίας ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου σε συνθήκες λιψυδρίας, εξαρτάται, εκτός από τα όσα αναφέρει ο Μαυρόπουλος (1997β) και από το πόσο θα μπορέσει το σύστημα που τελικά επιλέγεται να ανταποκριθεί στην ανάγκη εξοικονόμησης νερού.

3.1.5. Η ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ

Η αγρομετεωρολογία μπορεί να βοηθήσει στην εξοικονόμηση νερού για άρδευση, διότι με την επεξεργασία των στοιχείων που καταγράφονται στους σταθμούς μιας αρδευτικής περιμέτρου σε καθημερινή βάση μπορούν να παραχθούν πληροφορίες που αφορούν στην εκτέλεση των αρδεύσεων αλλά και άλλων καλλιεργητικών φροντίδων, όπως φυτοπροστασίες κ.ά. Έτσι, αν ο φορέας διοίκησης ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου εγκαταστήσει έναν ή περισσότερους αγρομετεωρολογικούς σταθμούς, ανάλογα με την έκταση και τη μορφολογία της αρδευτικής περιμέτρου, για τις ανάγκες της άρδευσης των καλλιεργειών του δικτύου και όχι μόνον, θα μπορεί να υπολογίζει τις υδατικές τους απαιτήσεις σε ημερήσια ή άλλη π.χ. εβδομαδιαία βάση και να καθορίζει το χρόνο εκτέλεσης των αρδεύσεων και τις αρδευτικές δόσεις. Θα μπορεί δηλαδή μ'αυτόν τον τρόπο να καθοδηγεί την άρδευση και άλλες καλλιεργητικές φροντίδες σε συλλογικό επίπεδο κατά περιοχές με ομοιογενείς εδαφικές συνθήκες και καλλιέργειες.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια σοβαρή προσπάθεια για την επίτευξη μοντέλων με τα οποία επιδιώκεται η πάνω σε ημερήσια βάση προσομοίωση των σχέσεων νερού-εδάφους-φυτού, από την οποία προσδιορίζονται οι ημερομηνίες προσθήκης νερού στο έδαφος, όπως και των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων, για τη βέλτιστη ανάπτυξη και απόδοση διαφόρων καλλιεργειών, κάτω από δεδομένες κλιματικές συνθήκες (Παπαζαφειρίου, 1999).

Ο καθορισμός του χρόνου εκτέλεσης μιας άρδευσης μολονότι δεν είναι επιτακτικός, όπως είναι ο υπολογισμός των αναγκών σε νερό των καλλιεργειών για τον προγραμματισμό και την εφαρμογή των αρδεύσεων, εντούτοις γίνεται πολύ χρήσιμος για τη σωστή χρήση του νερού με τη βοήθεια μιας υπεύθυνης πληροφόρησης. Ο χρόνος αυτός μπορεί να καθοριστεί με τη συνεχή παρακολούθηση του δυναμικού του εδαφικού νερού ή της υγρασίας του εδάφους με μια από τις πολλές μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα και βρίσκονται σε συνεχή τεχνολογική εξέλιξη. Η άρδευση εκτελείται κάθε φορά που το δυναμικό του εδαφικού νερού ή η υγρασία του εδάφους φτάσει σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο, οριακό κατά καλλιέργεια, έδαφος και επικρατούσες κλιματικές συνθήκες. Ο ακριβής καθορισμός τέτοιου οριακού δυναμικού του εδαφικού νερού ή τέτοιας ελάχιστης επιτρεπόμενης υγρασίας του εδάφους δεν έχει μέχρι σήμερα επιτευχθεί. Η έρευνα συνεχίζεται. Άλλες μέθοδοι καθορισμού του χρόνου εκτέλεσης μιας άρδευσης, που όμως δεν έχουν μέχρι σήμερα διαδοθεί, βασίζονται στη διάγνωση της υδατικής κατάστασης των φύλλων με τη μέτρηση του δυναμικού του νερού των φύλλων ή της αντίστασης στη διαπνοή από τα φύλλα ή του βαθμού ανοίγματος των στομάτων των φύλλων. Για την εφαρμογή τους όμως χρειάζεται, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, να καθοριστούν πειραματικά τα επίπεδα του υδατικού δυναμικού ή της αντίστασης ή του βαθμού ανοίγματος των φύλλων κατά τα οποία θα πρέπει να γίνεται μια άρδευση.

Στην πράξη, οι αρδευτές, όταν δεν καθοδηγούνται ή παρασύρονται από γεωργούς-ηγέτες, οδηγούνται στην εκτέλεση μιας άρδευσης παρακολουθώντας την υγρασία του επιφανειακού στρώματος του εδάφους και την κατάσταση των φυτών των καλλιεργειών τους σε συνδυασμό με τον επικρατούντα καιρό. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε από τον Μαυρόπουλο (1992), κατά την εκπόνηση της διδακτορικής του διατριβής στην περιοχή έρευνας (περιοχή άρδευσης Σ9 των αρδευτικών δικτύων πρώην λίμνης Γιαννιτσών). Πρόκειται για κριτήρια πολύ εμπειρικά που εξαρτώνται από τη γνώση, την τεχνική δεξιότητα και την εμπειρία που έχει ο κάθε

αρδευτής πάνω στην πρακτική των αρδεύσεων με τα οποία προσπαθεί να προσεγγίσει διαισθητικά το πρόβλημα χωρίς να μπορεί να προχωρήσει αναλυτικά και πρέπει γι' αυτό να απορριφθούν ως πολύ υποκειμενικά.

Μεγάλης σημασίας στην εφαρμογή των αρδεύσεων και όχι μόνον είναι και οι βροχομετρικές παρατηρήσεις που εκτελούνται στους αγρομετεωρολογικούς σταθμούς που είναι εγκατεστημένοι μέσα στην αρδευτική περίμετρο κάθε συλλογικού δικτύου άρδευσης. Ο υπολογισμός όμως της ωφέλιμης βροχής, του μέρους δηλαδή της βροχής που επωφελώς χρησιμοποιείται από τα φυτά, με καμία από τις μεθόδους που μέχρι σήμερα έχουν προταθεί δεν μπορεί να γίνει με ικανοποιητική ακρίβεια, εκτός από τις λογιστικές με μοντέλα προσομοίωσης, που όμως, επί του παρόντος τουλάχιστον, δεν είναι προσιτά στους ασχολούμενους με τις αρδεύσεις σε πρακτικό επίπεδο. Όπως υποστηρίζει ο Παπαζαφειρίου (1999), πέρα από τις "λογιστικές" διαδικασίες που μπορούν να εκτιμήσουν τη χρήσιμη βροχή με ικανοποιητική ακρίβεια, οι άλλες σχέσεις περιορίζονται στον υπολογισμό του μηνιαίου ύψους της μόνο κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα, και συνεχίζει: Από πρακτική άποψη, αυτό είναι ίσως αρκετό στα ξερά κλίματα, όπου κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου το συνολικό ύψος βροχής είναι πολύ μικρό. Αν όμως, πάντα κατά τον Παπαζαφειρίου (1999), δεν συμβαίνει αυτό, όπως παρατηρείται σε πολλά εδαφικά διαμερίσματα της Ελλάδος όπου το ύψος βροχής κυρίως κατά την άνοιξη είναι αρκετά σημαντικό, πρέπει να καταβληθεί ιδιαίτερη προσπάθεια για το σωστό υπολογισμό της χρήσιμης βροχής, γεγονός που έχει άμεση επίπτωση στην οικονομία νερού και τη σωστή άρδευση των καλλιεργειών.

Η διάθεση της αγρομετεωρολογίας στην υπηρεσία των αρδεύσεων βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη σε διάφορες προηγμένες χώρες, όπως για παράδειγμα στην Ιταλία (Crespi et al. 1993, Lauciani 1993 κ.ά.). Στην Ελλάδα η καθοδήγηση της άρδευσης σε συλλογικό επίπεδο με την αγρομετεωρολογία εφαρμόστηκε πειραματικά στα Χανιά κατά τα έτη 1990 και 1992. Ο υπολογισμός των υδατικών απαιτήσεων βασίστηκε στις ενδείξεις εξατμισομέτρων Class A pan που είχαν εγκατασταθεί κατά περιοχές και γινόταν σε εβδομαδιαία βάση. Τα αποτελέσματα, ως προς την οικονομία νερού, ήταν αρκετά ικανοποιητικά αφού υπήρξαν περιοχές όπου επετεύχθη μείωση της υδατοκατανάλωσης νερού της τάξης του 50 % σε σχέση με προηγούμενες περιόδους χωρίς να υπάρξουν επιπτώσεις στην παραγωγή (Μιχελάκης, 1992).

3.2. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

3.2.1. Οικονομική χρήση του αρδευτικού νερού

Σε συνθήκες λειψυδρίας αντικειμενικός σκοπός της άρδευσης πρέπει να είναι η μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέσματος ανά μονάδα όγκου αρδευτικού νερού και όχι της παραγωγής. Όπως αναφέρει ο Sardo (1994), μια λύση βελτιστοποίησης του οικονομικού αποτελέσματος έχει προταθεί από τον Ortega (1990) και μια άλλη από τον Lee et. (1991) με τη χρησιμοποίηση του γραμμικού προγραμματισμού και του δυναμικού προγραμματισμού αντίστοιχα. Όμως, ο ίδιος (Sardo, 1994) υποστηρίζει ότι στην πραγματικότητα καμιά από τις προτάσεις αυτές δεν φαίνεται να έχει τύχει μεγάλης επιτυχίας, πιθανόν λόγω της ανελαστικότητας του γραμμικού προγραμματισμού και της πολυπλοκότητας του δυναμικού προγραμματισμού.

Ο Heermann et al. (1990), όπως αναφέρει ο Sardo (1994), έδωσε μια πολύ ενδιαφέρουσα παραδειγματική λύση με την οποία εξηγεί τον τρόπο που πρέπει να ακολουθηθεί σε μια υποθετική περίπτωση όπου η διαθέσιμη ποσότητα νερού και η διαθέσιμη αρδευσιμη έκταση είναι περιορισμένες και μπορεί να είναι διαθέσιμες ξηρικές καλλιέργειες εναλλασσόμενες. Το συμπέρασμά του, πάντα κατά τον Sardo (1994), είναι ότι ένα μόνο κριτήριο για τη βελτιστοποίηση των περιορισμένων υδατικών πόρων δεν μπορεί να παρουσιάζεται με μοναδικό τρόπο, αλλά ότι η καλύτερη λύση αναζητείται από περίπτωση σε περίπτωση, με τη σύγκριση μεταξύ των αποδόσεων της αρδευόμενης καλλιέργειας και εκείνης των ξηρικών καλλιεργειών.

Για την ελληνική πραγματικότητα είναι προς το παρόν αρκετό ο γεωργός να επιλέγει, σε κάθε καλλιεργητική περίοδο, μεταξύ των διαφόρων καλλιεργειών που είναι δυνατόν να αναπτυχθούν στη γεωργική του εκμετάλλευση και στο συγκεκριμένο εδαφοκλίμα, την καλλιέργεια εκείνη που με την εφαρμογή της ελλειμματικής άρδευσης θα του αποφέρει το μεγαλύτερο ακαθάριστο κέρδος ανά στρέμμα (= ακαθάριστη πρόσδος της καλλιέργειας ανά στρέμμα - μεταβλητές δαπάνες της καλλιέργειας ανά στρέμμα). Μια τέτοια επιλογή μπορεί να γίνει μόνο όταν είναι γνωστή η σχέση μεταβολής της παραγωγής που προκαλείται από μια δεδομένη μεταβολή της υδατοκατανάλωσης. Από την άποψη αυτή μεγάλης χρησιμότητας είναι η σχέση (4) με τη βοήθεια

της οποίας μπορεί κανείς να προσδιορίσει την παραγωγή και κατ' επέκταση το οικονομικό αποτέλεσμα που αναμένεται να υπάρξει από κάθε καλλιέργεια, με την εφαρμογή της ελλειμματικής άρδευσης σε μια ή περισσότερες κύριες βλαστικές περιόδους της και να πάρει πληροφορίες για την επιλογή τους με σειρά φθίνουσας προτεραιότητας.

3.2.2. Τιμολόγηση του αρδευτικού νερού

Η τιμολόγηση του αρδευτικού νερού, σε συνθήκες λειψυδρίας, πρέπει να γίνεται με τέτοιες αρχές και θέσεις ώστε αφενός να καλύπτονται οι δαπάνες διοίκησης, λειτουργίας, συντήρησης και επισκευής των έργων, και αφετέρου να αποφεύγεται η σπατάλη αρδευτικού νερού. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να επικρατήσει η αντίληψη της επιβολής χαμηλού επιπέδου εισφορών στους ωφελούμενους από τα έργα παραγωγούς με σκοπό τη μείωση του κόστους παραγωγής. Η τυχόν επικράτηση τέτοιων αντιλήψεων θα οδηγήσει τους φορείς διοίκησης των εγγειοβελτιωτικών έργων, για τους οποίους γίνεται λόγος αμέσως παρακάτω, στη δυσχερή θέση να μην μπορούν να καλύπτουν ούτε τις δαπάνες που απαιτούνται για τη συντήρηση των έργων, ώστε αυτά να βρίσκονται σε καλή λειτουργική κατάσταση για να αποφεύγονται, εκτός των άλλων, σημαντικές απώλειες πολύτιμου νερού άρδευσης.

Θα πρέπει επιπλέον να γίνει συνείδηση των ωφελούμενων από τα έργα παραγωγών ότι η χρησιμοποίηση περισσότερου νερού από εκείνο που χρειάζονται οι καλλιέργειές του, σε συνθήκες λειψυδρίας, αποτελεί σοβαρό παράπτωμα και ως τέτοιο πρέπει να αντιμετωπίζεται με κατάλληλες τιμολογήσεις.

3.3. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

3.3.1. Αποκέντρωση της διαχείρισης του αρδευτικού νερού

Η διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση των εγγειοβελτιωτικών έργων, που κατασκευάζονται με φροντίδα και δαπάνη του δημοσίου, μεταβιβάζεται στους ωφελούμενους από τα έργα παραγωγούς, αφού πρώτα οργανωθούν σε Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (Ο.Ε.Β.). Οι Ο.Ε.Β. στην αρχή αποτελούσαν Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.) (Ν.Δ. 3881/58) και στη συνέχεια οι μεν Τοπικοί Ο.Ε.Β. (Τ.Ο.Ε.Β.) μετατράπηκαν σε συνεταιριστικές γεωργικές οργανώσεις αναγκαστικής μορφής, οι δε Γενικοί Ο.Ε.Β. (Γ.Ο.Ε.Β.) σε οργανισμούς κοινής ωφέλειας (Ν.414/76). Σήμερα οι Τ.Ο.Ε.Β. υπάγονται στον ευρύτερο δημόσιο τομέα (Ν.1892/90 και Ν.1943/91) παρά τη νομική τους μορφή ως Ν.Π.Ι.Δ., διότι έχουν καθαρά δημόσιο χαρακτήρα, ασκούν υπηρεσία που προσιδιάζει σε Ν.Π.Δ.Δ. και επιδιώκουν κοινοφελείς εν γένει δημόσιους σκοπούς.

Οι φορείς αυτοί διοίκησης, λειτουργίας και συντήρησης των εγγειοβελτιωτικών έργων, οι Τ.Ο.Ε.Β. για τα έργα τοπικού ενδιαφέροντος και οι Γ.Ο.Ε.Β. για τα έργα γενικότερου ενδιαφέροντος, δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν στις προσδοκίες της πολιτείας. Οι ωφελούμενοι από τα έργα παραγωγού μέλη των Ο.Ε.Β. διακατέχονται, στην πλειονότητά τους τουλάχιστον, από μια πάγια αντίληψη που θέλει τις στρεμματικές εισφορές για τη συντήρηση των έργων να βρίσκονται πάντα σε χαμηλά επίπεδα, ώστε να μειωθεί το κόστος παραγωγής των προϊόντων τους. Η ελλειπής αυτή χρηματοδότηση της συντήρησης των έργων από πλευράς παραγωγών εξαναγκάζει την πολιτεία να επιχορηγεί συνέχεια τους Ο.Ε.Β. για να αποφύγει τη γρήγορη καταστροφή τους.

Το καταστροφικό έργο των ωφελούμενων από τα έργα παραγωγών μελών των Ο.Ε.Β. δεν σταματά δυστυχώς στην ελλειμματική χρηματοδότηση των έργων για τη συντήρησή τους. Αρκετοί από τους παραγωγούς αυτούς κάνουν επιπλέον αυθαίρετες επεμβάσεις στα δίκτυα (στους ρυθμιστές στάθμης, στις υδροληψίες, στους εκκνωτές, στους υπερχειλιστές κ.λπ.), με πρόσχημα τις ελλείψεις ή ατέλειες που δυστυχώς πάντα υπάρχουν σε αφθονία στα δίκτυα, αγνοώντας, παραβιάζοντας ή καταστρατηγώντας τις κείμενες διατάξεις, πιστεύοντας ίσως ενδόμυχα ότι δεν πρόκειται να υποστούν κανενός είδους τιμωρία. Η απαράδεκτη αυτή συμπεριφορά ωφελούμενων από τα έργα παραγωγών γίνεται πράγματι, σε τελευταία ανάλυση, σχεδόν πάντα αποδεκτή από την ίδια την πολιτεία, η οποία ίσως με τον τρόπο αυτό να θέλει να επιβεβαιώσει τον Αριστοτέλη ο οποίος πριν από 2350 έτη δίδασκε:

“ότι είναι κοινό σε πολλούς φροντίζεται λιγότερο, διότι ο καθένας φροντίζει κυρίως τα δικά του, ενώ τα κοινά τα φροντίζει λιγότερο από όσο αναλογεί στον καθένα να τα φροντίζει. Εκτός των άλλων, τα κοινά τα παραμελούν περισσότερο, διότι θεωρούν πως τα φροντίζει κάποιος άλλος”.

Ίσως πάλι η στάση αυτή της πολιτείας να επιβάλλεται από τον τρόπο που ασκείται η πολιτική στη χώρα (πολιτική πελατειακών σχέσεων, πολιτική συναλλαγής).

Είναι ανάγκη οι Ο.Ε.Β. να λειτουργούν με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια, ως αυτόνομοι οργανισμοί μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, ώστε τόσο ο σχεδιασμός, η μελέτη και η κατασκευή των εγγειοβελτιωτικών έργων όσο και η διοίκηση, η λειτουργία και η συντήρησή τους να μπορούν γίνονται με τους κανόνες της επιστήμης και της τεχνικής. Η ανάγκη αυτή πηγάζει από το γεγονός ότι οι μελέτες εγγειοβελτιωτικών έργων, η πορεία εκτέλεσης των έργων και ο τρόπος λειτουργίας τους δεν συνάδουν σε ευνομούμενη πολιτεία, όπως τουλάχιστον θέλει να παρουσιάζεται η ελληνική πολιτεία.

3.3.2. Εκπαίδευση και πληροφόρηση των χρηστών αρδευτικού νερού

Οι ασχολούμενοι με την αρδευόμενη γεωργία θα πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι η άρδευση δεν είναι ένας τρόπος απασχόλησης αλλά μια τεχνική καλλιέργειας που θέλει γνώσεις, τεχνική δεξιότητα και εμπειρία. Υπό την έννοια αυτή αν οι χρήστες του αρδευτικού νερού δεν θα γνωρίζουν τις στοιχειώδεις σχέσεις νερού-εδάφους-φυτού από πλευράς πρακτικής των αρδεύσεων και δεν θα εκπαιδεύονται στην εφαρμογή του νερού στο χωράφι κάτω από τις τοπικές συνθήκες της κάθε περιοχής, είναι μάταιο να αναμένεται βελτίωση της αρδευτικής πρακτικής που να στοχεύει στην επιτυχή αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και εφαρμογή του αρδευτικού νερού μέσα στα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα της χώρας.

Η παραπάνω ανάγκη επιβεβαιώνεται στην εργασία του Μαυρόπουλου (1997α), όπου διαπιστώνεται ότι το πρόβλημα της εκπαίδευσης και της πληροφόρησης των γεωργών, για τις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται καθημερινά στο χώρο της ελληνικής γεωργίας, εξακολουθεί να υπάρχει και σήμερα ύστερα από 45 χρόνια από την ίδρυση της Δ/σης Γεωργικών Εφαρμογών και Εκπαίδευσης στο υπουργείο Γεωργίας (Ν. 1643/51), με διαφοροποιημένους βέβαια στόχους που τέθηκαν διαχρονικά.

3.3.3. Στελέχωση και ενημέρωση του προσωπικού που διαχειρίζεται το αρδευτικό νερό

Το επιστημονικό προσωπικό όλων των κλάδων και όλων των βαθμίδων των υπηρεσιών, οργανισμών και επιχειρήσεων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, που σχετίζεται με τη μελέτη, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση των εγγειοβελτιωτικών έργων, πρέπει να είναι εκπαιδευμένο, καταρτισμένο και ενημερωμένο πάνω στα θέματα που διαχειρίζεται, πάνω δηλαδή στη διαχείριση των υδατικών πόρων γενικότερα και του αρδευτικού νερού σε συλλογικό επίπεδο ειδικότερα.

4- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με τα όσα έχουν εκτεθεί με τρόπο κριτικό, γενικό και όχι αναλυτικό, φαίνεται ότι η διαχείριση του αρδευτικού νερού, υπό το πνεύμα της εξοικονόμησης νερού για άρδευση σε συνθήκες λειψυδρίας, αποτελεί ένα θέμα εξαιρετικά πολύπλοκο.

Επισημάνθηκαν μια σειρά από δυσκολίες και αδυναμίες που εξακολουθούν να υπάρχουν στη διαχείριση της άρδευσης υπό το πνεύμα της εξοικονόμησης νερού, παρά την αξιόλογη επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο που σημειώθηκε ιδιαίτερα τις τελευταίες δεκαετίες. Οι λύσεις που κατά καιρούς δίνονται, υπό το πνεύμα της "Υδατικής Πολιτικής" που ασκείται στη χώρα και που εν πολλοίς συνίσταται στην εξυπηρέτηση παντοειδών σκοπιμοτήτων, καταλήγουν τελικά σε βάρος των υδατικών πόρων της χώρας γενικότερα και της γεωργίας ειδικότερα.

Προκειμένου να εξοικονομηθεί νερό για την αρδευόμενη γεωργία της Ελλάδας, σε συνθήκες λειψυδρίας, πρέπει:

1- Να μετατραπούν οι Ο.Ε.Β. σε αυτόνομους οργανισμούς μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα ώστε να μπορούν να λειτουργούν με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια για να λύνουν άμεσα και αποτελεσματικά τα προβλήματά τους.

2-Να αναθεωρηθεί και ανασυνταχθεί το θεσμικό πλαίσιο αφενός σχεδιασμού, μελέτης και κατασκευής και αφετέρου λειτουργίας, συντήρησης και διοίκησης των εγγειοβελτιωτικών έργων, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η αριότητα των μελετών, η ακώλυτη πορεία εκτέλεσης των έργων και η ομαλή λειτουργία των δικτύων.

3-Να επιλέγεται το σύστημα λειτουργίας ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου με κριτήριο, εκτός των

άλλων, και την εξοικονόμηση νερού.

4-Να επιλέγονται, να σχεδιάζονται και να εφαρμόζονται οι μέθοδοι άρδευσης των καλλιεργειών με στόχο, εκτός των άλλων, την εξοικονόμηση αρδευτικού νερού.

5-Να επιλέγονται οι προς άρδευση καλλιέργειες υπό το πνεύμα εξοικονόμησης αρδευτικού νερού και άριστης από οικονομική άποψη παραγωγής.

6-Να προωθηθεί η έρευνα για τον πειραματικό προσδιορισμό των τιμών του φυτικού συντελεστή των καλλιεργειών κατά περιοχή, καλλιέργεια και στάδιο ανάπτυξης της, ώστε να αποφεύγονται μεγάλα σφάλματα στον υπολογισμό της υδατοκατανάλωσης των καλλιεργειών.

7-Να προωθηθεί η έρευνα για τον πειραματικό προσδιορισμό των κριτικών περιόδων των καλλιεργειών και της σχέσης νερού και παραγωγής κατά περιοχή και καλλιέργεια, ώστε να είναι γνωστές οι διάρκειες των διαφόρων κριτικών περιόδων και το ποσοτικό μέγεθος της ευαισθησίας που παρουσιάζουν τα φυτά κατά τις περιόδους ανάπτυξης τους σε διάφορα επίπεδα διαθεσιμότητας νερού, για να μπορεί να εφαρμόζεται η ελλειμματική άρδευση.

8-Να προωθηθεί η έρευνα για τη διατύπωση σχέσεων υπολογισμού του ωφέλιμου ύψους των βροχοπτώσεων υπό τις ελληνικές συνθήκες.

9-Να αναθεωρηθούν οι αρχές και οι θέσεις της τιμολογιακής πολιτικής του αρδευτικού νερού για να μπορέσει αυτή να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες που διαγράφονται για την άρδευση.

10-Να ενημερώνονται οι χρήστες των δικτύων πάνω στις βασικές σχέσεις νερού-εδάφους-φυτού και να εκπαιδεύονται πάνω στην εφαρμογή του αρδευτικού νερού στο χωράφι.

11-Να εγκαθίστανται σε κάθε αρδευτική περιμέτρο ένας ή περισσότεροι αγρομετεωρολογικοί σταθμοί, ανάλογα με την έκταση και τη μορφολογία της περιμέτρου, για τις ανάγκες της άρδευσης και όχι μόνον.

12-Να στελεχώνονται οι φορείς διοίκησης των έργων με το κατάλληλο προσωπικό και να εφοδιάζονται με τον αναγκαίο εξοπλισμό, ώστε να μπορούν να επιτελούν το έργο τους γρήγορα και αποτελεσματικά.

Συμπερασματικά η οικονομική επιβίωση της αρδευόμενης γεωργίας, εκεί όπου το νερό είναι ανεπαρκές ή υψηλού κόστους, εξαρτάται από το νερό που μπορεί να εξοικονομηθεί για την παραγωγή περισσότερων προϊόντων υπό άριστες οικονομικές συνθήκες.

Saving irrigation water in scarcity of water conditions

Theofylaktos I. Mayropoulos¹

Summary

Saving irrigation water in scarcity of water conditions is a demand of major gravity and priority for the hellenic agriculture. This demand could be satisfied, if - a part the rational management of the country's water sources - issues of the irrigation water management have to be satisfied in the following levels: technical, economic and legislation.

At the technical level: Special attention should be given to the values of the crop coefficients employed when evapotranspiration is estimated, since its precise estimation contributes to the saving of water. Irrigation scheduling should rely on the cognition of the relation between water and production so that deficit irrigation can be applied. The method of irrigation ultimately chosen as the best, with respect to water saving, must not only be scheduled well but must also operate thoroughly. The system which is ultimately chosen to run the collective irrigation network must make allowance in its philosophy to subsume discipline as a methodological tool for water saving. Agro - meteorology can conduct the irrigation of cultivation, and not only, of an irrigation perimeter and in consequence contribute to water saving.

At the economic level: The agricultural production, as regards the economic aspect, should aim at achieving the best and not the maximum employing cultivation in which deficit irrigation can be applied. The pricing of irrigation water should be employed as a methodological tool for water saving.

¹ *Professor of TEI W. Macedonia-Subdivision of Florina, Post mail: Terma Kontopoulou, 53100 FLORINA, Tel.: 0385/23302, Fax: 0385/25528-46630.*

At the legislation level: O.E.B (Land Reclamation and Improvement Organizations) should be converted to non-profit self governed organizations so that they can function with free enterprise criteria and work out their problems straightforward. The users of collective irrigation networks all over the country, should apprehend the elementary relevance of water - soil - plant as far as the practical side of irrigation is concerned, and should be trained when applying water in the cultivation in order to succeed in the reformation of cultivation and the application of water. The personnel of every organization dealing with water resources in general, as well as the irrigation water concerning collective level in particular, should be well trained, instructed and informed on relevant issues so that one can expect rational water management and in consequence water saving.

Key words: Saving irrigation water, water-yield relations, critical periods of the crops, deficit irrigation, drip irrigation, sprinkler irrigation.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cavazza, D.,1992. Economizzare l' acqua d' irrigazione. *Irrigazione e Drenaggio* 3: 12-17.
- Γκούμας, Κ.Ε., 1996. Η διαχείριση των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία και η λειτουργία του θεσμικού πλαισίου (Ν.1739/87). Ειδική αναφορά στο πρόβλημα των παρανόμων γεωτρήσεων και στα μέτρα προστασίας των υπόγειων υδροφορέων Ν. Λάρισας. 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο * εγγιοβελτιωτικά έργα, διαχείριση υδατικών πόρων, εκμηχάνιση γεωργίας*. Λάρισα, 24-27 Απριλίου 1996. ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Πρακτικά, σελ. 104-131.
- Crespi, M., Marcello, A. e Parati, P.,1993. Il sistema di monitoraggio agrometeorologico della Regione Veneto per l' informazione irrigua. *Irrigazione e Drenaggio* 2:11-15.
- Διαμαντής, Ι.Β.,1992. Το φαινόμενο της λειψυδρίας στα υπόγεια νερά: Αίτια-Προοπτικές. Συμπόσιο Λειψυδρία και Πλημμύρες. Θεσσαλονίκη, 17-18 Μαρτίου 1992. ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Πρακτικά, σελ. 89-105.
- ΕΣΥ,1996. Εκτάσεις γεωργικών καλλιεργειών κατά το έτος 1995. Γ:78 Γεωργία, κτηνοτροφία κ.λπ. , σελ. 4.
- Doorenbos, J., and Pruitt, W.O., 1977. Crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 24: 1-144.
- Doorenbos, J.,and Kassam,A.H.,1979. Yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 33:1-193.
- Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, 1989. Modelistica e Informatica applicata dall' Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante al settore dell' irrigazione e della fertilizzazione e drenaggio. *Supplemento Annali* 1: 1-79.
- Lauciani, E.,1993. Agrometeorologia per l' informazione irrigua. *Sguardo sullo Stato dell' Arte. Irrigazione e Drenaggio* 1: 3-8.
- Κωτσόπουλος, Σ.Ι.,1995. Βελτιστοποίηση της γεωργικής παραγωγής σε σχέση με την κατανομή του νερού κατά την αρδευτική περίοδο. *Υδροτεχνικά* 5:3-16.
- Κωτσόπουλος, Σ.Ι.,1997. Γεωργική παραγωγή και παραγωγικότητα του αρδευτικού νερού σε συνθήκες ολικής ή μερικής άρδευσης. 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης. Πάτρα, 14-18 Οκτωβρίου 1997. ΕΥΕ, Πρακτικά, σελ. 210-217.
- Mecella, G., Constantini, A., Francaviglia, R. e Scandella, P.,1992. Sistema integrato per una gestione irrigua ecocompatibile. *Irrigazione e Drenaggio* 4:29-34.
- Μαυρόπουλος, Θ.Ι.,1992. Στοχαστικές διαδικασίες κατανομής του νερού σε συλλογικά αρδευτικά δίκτυα καταιονισμού με ελεύθερη ζήτηση. Διδακτορική διατριβή, Α. Π. Θ.,Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Παράρτημα 6, Τόμος 8, Θεσσαλονίκη.
- Μαυρόπουλος, Θ.Ι.,1997α. Οι αυτοκινούμενοι καταιονιστήρες στα αρδευτικά δίκτυα ελεύθερης ζήτησης. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 2:46-55.
- Μαυρόπουλος, Θ.Ι.,1997β. Βασικές παράμετροι σχεδίασης αρδευτικών δικτύων υπό πίεση. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 2: 94-106.
- Μιχελάκης,Ν., 992. Η συμβολή της αρδευτικής αγωγής στην αντιμετώπιση της λειψυδρίας. Συμπόσιο Λειψυδρία και Πλημμύρες. Θεσσαλονίκη, 17-18 Μαρτίου 1992. ΓΕΩΤ.Ε.Ε.,Πρακτικά, σελ. 133-145.
- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ.,1990. Πειραματική εφαρμογή νεωτέρων μεθόδων αρδεύσεως- Έκθεση προόδου

ερευνητικού προγράμματος, Θεσσαλονίκη.

- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ.,1999. Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.
- Πουλοβασίλης,Α., Κερκίδης, Π. και Λιακατάς, Α., 992. Λειψυδρία και Αρδεύσεις. Συμπόσιο Λειψυδρία και Πλημμύρες. Θεσσαλονίκη,17-18 Μαρτίου 1992.ΓΕΩΤ.Ε.Ε.,Πρακτικά, σελ. 59-88.
- Ravelli, F., e Rota, P.,1994. Carta frequenziale della evapotraspirazione mensile di riferimento irriguo (ET_o) delle pianure litoranee del Mezzogiorno d' Italia. Irrigazione e Drenaggio 1: 5-97.
- Sardo, V.,1994. La gestione dell' irrigazione nell' attuale fase dell' agricoltura. Irrigazione e Drenaggio 2:3-12.
- Svehlik, Z. J.,1987. Η επίδραση της μικροάρδευσης στη χρήση του νερού και στην απόδοση των καλλιεργειών (μετάφραση από το περιοδικό της Διεθνούς Επιτροπής Αρδεύσεων και Στραγγίσεων 36-1). υπουργείο Γεωργίας, Δελτίο Τεχνικών Πληροφοριών 2:1-18.
- Τερζίδης, Γ.,1992. Λειψυδρία: Αίτια, Δυνατότητες Πρόβλεψης και Τρόποι Αντιμετώπισής της στην Αστική και Αγροτική Ανάπτυξη της Χώρας μας. Συμπόσιο Λειψυδρία και Πλημμύρες. Θεσσαλονίκη, 17-18 Μαρτίου 1992. ΓΕΩΤ.Ε.Ε.,Πρακτικά, σελ.25-42.
- Υπουργείο Ανάπτυξης, 1996. Σχέδιο διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας. Αθήνα, σελ, 23-24.

Συνοπτική ιστορία του ελληνικού τυριού

Χριστ. Π. Παππάς¹ και Ελ. Χρ. Παππά¹

Περίληψη

Στο παρόν άρθρο γίνεται ανασκόπηση της ιστορίας του ελληνικού τυριού και ιδιαίτερα της Φέτας.

Ιστορικές πηγές αναφέρουν ότι το τυρί παρασκευάζεται στην Ελλάδα πριν από χιλιάδες χρόνια. Ο Όμηρος κάνει εκτενή περιγραφή της σπηλιάς του Κύκλωπα Πολύφημου, μέσα στην οποία τυροκομούσε το γάλα των αιγοπροβάτων του. Οι Ιπποκράτης, Αριστοτέλης, Ευριπίδης, Ηρόδοτος και άλλοι Έλληνες συγγραφείς συχνά κάνουν λόγο στα κείμενα τους για το γάλα, το τυρί και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Κατά τους πρώτους μετά Χριστόν χρόνους τα τυριά Κύθνος και Τρομυλικός τυρός ήταν δυο πολύ γνωστά τυριά σ' όλη την Ρωμαϊκή επικράτεια.

Κατά τη διάρκεια της Βυζαντινής περιόδου υπάρχουν σημαντικές πηγές όσον αφορά τα τυριά, ιδιαίτερα τα μαλακά. Οι συγγραφείς της εποχής εκείνης «ομιλούν περί μαλακού τυριού, όστις του καλάθου τον τύπον αναδέχεται».

Ο τάλαρος, εργαλείο της τυροκομικής τέχνης χρησιμοποιούνταν, αρχικά, στην αρχαία Ελλάδα και στην αρχή της Βυζαντινής περιόδου για το στράγγισμα του τυροπήγματος (τυροβόλι), αργότερα μέχρι και σήμερα χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της Φέτας μέσα στην άλμη (καδί). Φαίνεται ότι τα μαλακά τυριά που παρασκευάζονταν ανέκαθεν στην Ελλάδα είναι οι πρόδρομοι της σημερινής Φέτας.

Το τυρί Φέτα, έλαβε το σημερινό του όνομα τον 17^ο αιώνα, κατά τη διάρκεια της ενετικής κυριαρχίας στην Ελλάδα.

Συστηματική και εκτενής αναφορά στο όνομα Φέτα γίνεται στην Ελλάδα από Έλληνες συγγραφείς από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα.

Οι Παλαιολόγος (1881), Λιάμπης και Δημητριάδης (1900-1903), ο Πολυχρονιάδης (1912) κάνουν την πρώτη περιγραφή της Φέτας, ενώ ο Ζυγούρης (1932) τη μελέτησε και την περιέγραψε συστηματικά και σε βάθος. Έκτοτε, όλα τα ελληνικά και ξένα κείμενα (συγγράμματα, Εγκυκλοπαίδειες κ.ά.) αναφέρονται επώνυμα στο τυρί Φέτα, χαρακτηρίζοντάς το ως κατ' εξοχήν ελληνικό.

Τέλος στο παρόν άρθρο γίνεται αναφορά στις προσπάθειες που κατεβλήθησαν από την ελληνική πολιτεία να κατοχυρώσει το όνομα της Φέτας στην ελληνική και ευρωπαϊκή αγορά και στην προσπάθεια ορισμένων εταιρών μας στην Ε.Ε. να οικειοποιηθούν το όνομα της Φέτας.

Λέξεις κλειδιά: τυρί, ελληνικό, ιστορία

A. Αρχαία περίοδος

Σύμφωνα με την Ελληνική Μυθολογία οι θεοί του Ολύμπου ήταν αυτοί που δίδαξαν στους κοινούς θνητούς την τέχνη της παρασκευής των τυριών.

Η Τυρώ, η κόρη του Σαλμωνέα και της Αλκιδίχης, η πιο έξυπνη γυναίκα των Αχαιών, πήρε το όνομά της από το τυρί «*δια την λευκότητα και την του σώματος μαλακότητα ταύτης της προσηγορίας έτυχεν...*» (Διόδωρος ο Σικελός).

Στα κλασικά κείμενα των αρχαίων Ελλήνων επικών συγγραφέων συχνά γίνεται λόγος για το γάλα, το τυρί και τα άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα. Ο Όμηρος (8^{ος} π.Χ. αιώνας) περιγράφει στην Οδύσσεια με θαυμαστό τρόπο το εσωτερικό της σπηλιάς του κύκλωπα Πολύφημου, όπως το αντίκρυσαν ο Οδυσσέας και οι σύντροφοί του:

*«Και στη σπηλιά άμα μπήκαμε, βλέπαμε ό,τι είχε μέσα.
Γεμάτα τα τυρόβολα και οι μάντρες στοιβαγμένες*

¹ Γεωπόνος, Ινστιτούτο Γάλακτος, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Κατσικάς, 452 16 Ιωάννινα

*από κατοίκια κι απ' αρνιά, και χώρια μαντρισμένα
τα πρώιμα αλλού, τα μέσα αλλού, κι αλλού τα όψιμα ήταν.*

*Κι ήταν από τυρόγαλο γεμάτα όλα τ' αγγεία του
σκάφες, καρδάρες, που άρμεγε μέσα σ' αυτά το γάλα.
Τότε οι σύντροφοι μ' όρκιζαν με πειστικά τους λόγια
λίγο τυρί να πάρουμε και να τραβούμε πίσω..
Τότες ανάψαμε φωτιά και κάναμε θυσία
τυριά κομμάτια κόβοντας και φάγαμε κι' οι ίδιοι....
Και το μισό όταν έπηξε τ' άσπρο χιονάτο γάλα
το σύναξε και το 'βαλε μέσ' στα πλεχτά καλάθια
και στις καρδάρες φύλαξε τ' άλλο μισό να πίνει...»
(Όμηρος 1982, Οδύσσεια Γ', 218-232).*

Για τις περιπλανήσεις του Οδυσσέα και των συντρόφων του στις Μεσογειακές χώρες γράφει:

*«Κύπρο, Φοινίκη κι Αίγυπτο γυρνούσα κι Αιθιοπύς,
και στους Σιδώνες κι Ερεμβούς και στη Λιβύα πήγα
όπου σ' αρνιά τα κέρατα φντρώνουν χέρι-χέρι
κι οι προβατίνες τρεις φορές γεννούν το χρόνο απάνω.*

*Κι εκεί μητ' απ' τ' αφεντικό μητ' απ' τον τσοπάνη
κρέας του λείπει και τυρί το γλυκό το γάλα
και πάντα τ' όχουν άφθονο το γάλα να τ' αρμέξουν.»
(Όμηρος 1982, Οδύσσεια Δ' 85-91)*

Από την παραπάνω περιγραφή του Ομήρου συνάγεται (α) πόσο παραγωγικά και γόνιμα ήταν τα πρόβατα την εποχή εκείνη στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου, αφού, χαρακτηριστικά, αναφέρει με ποιητική, βέβαια, υπερβολή ότι οι προβατίνες «γεννούν τρεις φορές το χρόνο» και (β) ότι το τυρί ήταν πολύ γνωστό την εποχή εκείνη στις παραπάνω χώρες.

Εξ άλλου, ο ίδιος συγγραφέας (Όμηρος 1917) στην Ιλιάδα (Λ', 638-640) γράφει:

*«Αφτού χυλή θεόμορφη γυναίκα ανακατεύει
από κρασί Πραμνιώτικο και μέσα γιδοτύρι
ξύνει με τρίφτη χάλκινο και πασπαλά άσπρο αλεύρι»*

Κατά τους Bekhof-Stork (1976) το τυρί που περιγράφει ο Όμηρος είναι, αναμφίβολα, ο πρόγονος της σημερινής Φέτας, η οποία τόσο πλατιά παρασκευάζεται και καταναλώνεται ανέκαθεν στην Ελλάδα. Οι Tamine et al. (1991) σημειώνουν ότι το τυρί αυτό παρασκευαζόταν μόνο από αιγοπρόβειο γάλα.

Εκτός από τον Όμηρο, λόγος για το τυρί γίνεται και από πολλούς άλλους συγγραφείς της αρχαιότητας.

Ο Ιπποκράτης (460-356 π.Χ.) αναφέρει πως το κατσικίσιο γάλα και το γάλα της φοράδας χρησιμοποιούνταν στην Ελλάδα για την παρασκευή των τυριών. Ο μεγάλος αυτός γιατρός της αρχαιότητας κατηγορούσε τους γιατρούς της Κνίδου ότι δεν γνώριζαν άλλα φάρμακα παρά μόνο τα καθαρκτικά και το γάλα (Ζυγούρης, 1952).

Ο Πλίνιος (23-79 μ.Χ.) επίσης αναφέρει ότι στην αρχαία Αρκαδία έπιναν το γάλα για φάρμακο. Ας σημειωθεί ότι το τυρί συμπεριλαμβανόταν στο καθημερινό διαιτολόγιο των παλαιστών της Σπάρτης (Ζυγούρης, 1952, Fox, 1993).

Ο Ευριπίδης (480-406 π.Χ.) γράφει:

«..τυρός οπίας εστί και βοός γάλα» (Ευριπίδου, Κύκλωψ, 136) (δηλ....τυρί πηγμένο με χυμό συκιάς και αγελαδινό γάλα) (Ευριπίδης, 1966).

Ο Ηρόδοτος (484-421 π.Χ.) αναφέρει ότι το τυρί των Σκυθών παρασκευαζόταν από γάλα φοράδας, ενώ ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) γράφει ότι το τυρί των Φρυγών παρασκευαζόταν από γάλα γαϊδούρας και

φοράδας. Ο Αριστοτέλης γνώριζε ότι το γάλα αποτελείται από λίπος, τυρίνη (καζεΐνη) και νερό. Όπως ο Ευριπίδης, έτσι και οι Διοσκουρίδης και Αριστοτέλης αναφέρουν τη χρήση του χυμού της συκιάς στο πήξιμο του γάλακτος κατά την παρασκευή των τυριών.

Πάρα πολλές είναι οι περιπτώσεις Ελλήνων και Ρωμαίων συγγραφέων στα έργα των οποίων η λέξη τυρός αναφέρεται συχνά. Στο «Μέγα Λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσης» του Δημητράκου (1949) αναφέρονται οι εξής παραπομπές στα αντίστοιχα λήμματα: Ο Αριστοτέλης γράφει: «γάλα χρήσιμο εις τυρείαν». Ο Λεωνίδας ο Ταραντίνος (280 π.Χ.) αποκαλεί τον Ερμή: «*Ερμά τυρευτή*». Το επίθετο τυρευτής αποδιδόταν στον Ερμή ως Θεό των ποιμένων και δότη του κατσικίσσιου τυριού. Στον Αρτεμίδωρο τον Δαλδιανό (2^{ος} μ.Χ. αιώνας) και στον Αιλιανό τον Κλαύδιο (3^{ος} μ.Χ. αιώνας) αναφέρεται πως το τυρί χρησιμοποιούνταν στη μαντική τέχνη. Ο Θεόκριτος (304 π.Χ.) γράφει: «*τυρόεντα μέγα λευκοίο γάλακτος*».

Επίσης στο «Μέγα Λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσης» των Liddell και Scott (1907) αναφέρονται οι εξής παραπομπές: «*επί δ' αίγειον κνή τυρόν* (Ιλιάδα, Λ', 639), «*ουκ επιδευής τυρού*» (Οδύσσεια Δ', 88), «*τυρός εξ Αχαΐας*» (Σιμωνίδης Αμοργ.), «*τυρός Σικελικός*» (Αριστοφάνης Σφ. 896) κ.λ.π.

Φαίνεται πως το πρώτο τυρί που παρασκευάστηκε ήταν το λευκό τυρί. Ο Πλίνιος (23-79 μ.Χ.) γράφει πως το πιο γνωστό Ελληνικό τυρί την εποχή εκείνη ήταν το τυρί Κύθνος, τον οποίο πήρε το όνομά του από το ομώνυμο νησί των Κυκλάδων. Διευκρινίζει πως το τυρί αυτό παρασκευαζόταν από πρόβειο γάλα και η εξαιρετική του ποιότητα αποδιδόταν στο ότι τα πρόβατα τρέφονταν από τον θάμνο Κύτισο (Μηδική η δένδρωδης, κατά τον Π. Γεννάδιο) το οποίο τόσο πολύ αγαπούν τα πρόβατα και ο οποίος δίνει γάλα καλής ποιότητας. Κατά τη διάρκεια του 1^{ου} μ.Χ. αιώνα το τυρί Κύθνος είχε διαδοθεί σ' ολόκληρη την Ελλάδα, απ' όπου εξαγόταν στη Ρώμη σε υψηλές, μάλιστα, τιμές.

Ο Αθηναίος (193-228 μ.Χ.) μνημονεύει στους Δειπνοσοφιστές ότι στην Αχαΐα παρασκευαζόταν ένα πολύ εύγευστο γίδινο τυρί, που ονομαζόταν «Τρομυλικός τυρός» από την αρχαία πόλη Τρομίλεια. Το τυρί αυτό δε συγκρινόταν με κανένα άλλο τυρί της εποχής εκείνης. «*Και ο Τρομυλικός δε τυρός ένδοξος εστί ... της Αχαΐας πόλις Τρομίλεια, περί ήν γίνεται τυρός αίγειος ήδιστος, ουκ έχων σύγκρισιν προς έτερον, ο προσαγορευόμενος τρομυλικός*». (Athenaei, 1859). Ο αυτός συγγραφέας συμβουλεύει τη χρήση του τυριού στη διατροφή των παιδιών «*συμβουλεύω τ' εμφαγείν, άρτον, γα τις τυρώντα τοις παιδίοις ίαλε...*» (Αθηναίου Ναυκρατίτου, 1956).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αρχαίοι Έλληνες δεν κάνουν πουθενά λόγο για σκληρά ή μαλακά τυριά σε αντίθεση με τους Ρωμαίους, οι οποίοι τα διέκριναν σε μαλακά και ξηρά (σκληρά).

B. Βυζαντινή και νεότερη περίοδος

Για την περίοδο της Βυζαντινής αυτοκρατορίας (324-1453 μ.Χ.) υπάρχουν σημαντικές πηγές όσον αφορά τα τυριά και ιδιαίτερα τα μαλακά τυριά. Λόγος για μαλακά και σκληρά τυριά γίνεται κατά τους Βυζαντινούς χρόνους και ιδιαίτερα στους στίχους του Φτωχοπρόδρομου (1098-1166 μ.Χ.), όπως αναφέρουν οι Παππάς (1991) και Ζυγούρης (1952). Ο Κουκουλές (1952) αναφέρει ότι κατά την περίοδο αυτή παρασκευαζόταν τυρί, από αιγοπρόβειο γάλα κατά τρόπο παρόμοιο αυτού που παρασκευάζεται η σημερινή Φέτα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, σε κείμενα της περιόδου αυτής, ότι «...τον μαλακόν τυρόν, λευκόν διαφυλάττοντες εκόπτουν, εις τεμάχια και ενέβαλλον μετ' άλμης εις πήλινα ή ξύλινα δοχεία τα οποία, και τότε όπως και σήμερα ονομάζοντο τάλαροι...». Επίσης σε βυζαντινά κείμενα αναφέρεται (Κουκουλές, 1949) ότι:

«την ζύμην του τυρού, απ' ου κατεστάλαζεν ετοποθέτουν οι τυροκόμοι εντός τυροφόρων δοχείων, τα οποία χαρακτηρίζονται ως κάλαθοι ή καλαθίσκοι. Τα δοχεία ταύτα εκάλουν και με το αρχαίο όρο ταλάρους. Ο Γρηγόριος ο Θεολόγος τους ονομάζει και πλεκτούς ταλάρους Οι δε συγγραφείς ομιλούσι περί μαλακού τυριού όστις του καλάθου τον τύπον αναδέχεται» (Κοσμάς Ιεροσολυμίτης, P.G. 38, 525. Ευσταθίου, παρέκβ. 1625, 13).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η λέξη «τάλαρος» απαντάται τόσο στον Όμηρο (8^{ος} π.Χ. αιώνας) όσο και στον Αριστοφάνη (445-388 π.Χ.).

Ο Όμηρος (1982) στην Οδύσσεια (I, 248-250) αναφέρει:

...αυτίκα δ' ήμισυ μεν θρέψας λευκοίο γάλακτος
πλεκτοίς εν ταλάροισιν αμησάμενος κατέθηκεν,
ήμισυ δ' αυτ' έστησεν εν άγγεσιν, όφρα οι ειη...

*(... και το μισό όταν έπηξε τα' άσπρο χιονάτο γάλα
το σύναξε και το' βαλε μες στα πλεχτά καλάθια
και στις καρδάρες φύλαγε τ' άλλο μισό να πίνει...)*

Ο Αριστοφάνης (445-388 π.Χ.) περιγράφει τον τάλαρο ως εργαλείο τυροκόμησης (Βάτραχοι, 559-560): «Ουδέ γε τον τυρόν γε το χλωρόν, τάλαν όν ούτος αυτοίς τοίς ταλάροις κατήσθιε» (δηλ. ούτε το χλωροτύρι μας, καημένη, που το καταβρόχθιζε με τα τυροβόλια) (Αριστοφάνης, 1940).

Παρατηρούμε ότι ο τάλαρος, εργαλείο, που χρησιμοποιούνταν στην αρχαία Ελλάδα στην παρασκευή των τυριών εξακολούθησε να είναι σε ευρεία χρήση και σε όλη τη βυζαντινή περίοδο. Ακόμα και σήμερα βρίσκεται σε χρήση από πολλούς Έλληνες αιγοπροβατοτρόφους στην παρασκευή και διατήρηση των μαλακών τυριών, κυρίως της Φέτας. Φαίνεται ότι, αρχικά, στην αρχαία Ελλάδα ο τάλαρος χρησιμοποιούνταν για το στράγγισμα του τυροπήγματος (τυροβόλι, πλεκτό καλάθι), ενώ στους νεότερους και σημερινούς χρόνους ο τάλαρος χρησιμοποιείται για τη διατήρηση, κυρίως, της Φέτας μέσα στην άλμη (βαρέλι, καδί).

Επί αυτού Ο Λουκόπουλος (1925) αναφέρει τα εξής:

«Ο Τάλαρος, απαραίτητο αγγείο παντός Αιτωλού, χρησιμοποιείται ιδίως για το αλάτισμα του τυριού. Ο νωπός τυρός τεμαχίζεται και τοποθετείται κατά στρώματα εντός του ταλάρου, παρεντιθεμένης ποσότητας άλατος μεταξύ των στρωμάτων. Αφού τα στρώματα ανέλθωσι μέχρι του στομίου χύνεται και τυρόγαλα εντός του ταλάρου και επάνωθεν του τυριού τοποθετείται δισκοειδής λίθος ίνα πιέση τα στρώματα. Τελευταίον πώμα επίσης εκ σανίδων καλύπτει τον τάλαρον...»

Όπως γίνεται αντιληπτό, η παραπάνω περιγραφή ταιριάζει σήμερα απόλυτα στην παρασκευή της παραδοσιακής Φέτας, η οποία διατηρείται από τους κτηνοτρόφους σε ξύλινους κάδους (ταλάρους), για οικογενειακή, κυρίως, χρήση.

Η συνεχής χρήση του ταλάρου υπό των Ελλήνων στην παρασκευή των τυριών για τρεις, περίπου, χιλιάδες χρόνια, δείχνει τη μακραίωνα παράδοση των Ελλήνων στα τυριά, κυρίως στα μαλακά, όπως είναι το τυρί Φέτα.

Στην παρασκευή της Φέτας και τη χρήση του ταλάρου (κάδου), στην αρχή του 20^{ου} αιώνα αναφέρεται και ο πρωτοπόρος Έλληνας γαλακτολόγος Δημητριάδης (1903) ο οποίος περιγράφει με σαφήνεια την παρασκευή της Φέτας. Χαρακτηριστικό απόσπασμα της περιγραφής του δίνεται πιο κάτω.

Ο Ηπειρώτης λόγιος Χρηστοβασιλής, (Μπόγκας, 1964) αναφέρει, γύρω στα 1900, τα εξής είδη Ηπειρωτικών τυριών:

(1) το γαλοτύρι (2) το τσανηλοτύρι (3) το τυρί του καδιού (του ταλάρου)

Και εδώ ως τυρί καδιού (ταλάρου), αναμφισβήτητα, θεωρείται η Φέτα.

Γίνεται φανερό, από τις παραπάνω ιστορικές αναφορές για τον τάλαρο, ως τυροκομικό εργαλείο, το οποίο προσιδιάζει απόλυτα στα μαλακά τυριά, ότι τα τυριά αυτά, παρασκευάζονται, συνεχώς, στην Ελλάδα από την εποχή του Ομήρου. Τα τυριά αυτά με την πάροδο των αιώνων εξελίχθηκαν στη σημερινή Φέτα, η οποία είναι τόσο αρεστή στους Έλληνες.

Το ότι οι παραπάνω αναφορές σε μαλακά τυριά αφορούν, κατά κύριο λόγο, τη Φέτα και δεν αφορούν το δεύτερο σε σπουδαιότητα μαλακό τυρί, τον Τελεμέ, προκύπτει από το γεγονός ότι ο Τελεμές στην Ελλάδα άρχισε να διαδίδεται, για πρώτη φορά, στις αρχές του 20ου αιώνα από τους πρόσφυγες της Ανατολικής Ρωμυλίας (Ζυγούρης, 1952).

Ο περιηγητής Pietro Casola διηγείται ότι τον 15^ο αιώνα στο Ηράκλειο Κρήτης παρασκευάζαν εξαιρετικά τυριά, τα οποία αλάτιζαν και συντηρούσαν μέσα σε δεξαμενές άλμης.

Σε προγενέστερη περίοδο τα Χανιά αναφέρονταν από τους Άραβες ως τυρόπολις και κέντρο εμπορίας τους ανά τη Μεσόγειο (Μαμαλάκης, 1999). Στους Βυζαντινούς χρόνους αλλά ακόμα και σήμερα, ιδιαίτερα η Φέτα, ήταν και είναι, το κατεξοχήν, προσφάγιον αποτελούσε δε ανέκαθεν το βασικό στοιχείο του καθημερινού διαιτολογίου του Έλληνα.

Στα ποιήματα του Φτωχοπρόδρομου (1098-1166 μ.Χ.) αναφέρεται η βυζαντινή παροιμία: «Όπου γαρ λείπει το ψωμίν προσφάν ουκ ενθυμούνται» η οποία έχει και την εξής διατύπωση «Άρτον ουκ είχε ο φτωχός αλλά τυρόν ηγόραζεν», η οποία, σήμερα, λέγεται «Ψωμί, τυρί δεν είχαμε και ραπανάκια για όρεξι».

Το ότι το τυρί ήταν το κατ' εξοχήν προσφάγιον, ιδιαίτερα τους τελευταίους αιώνες δείχνει η επιστολή του

από την Κέα Μιχαήλ Χωνιάτου, ο οποίος έλεγε ότι όταν απηύθυνε προς τους νησιώτες το ερώτημα «*παίδες μη τι προσφάγιον έχετε; οι δε παραχρήμα τυρόν προτείνωσι...*» (Κουκουλές, 1952).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο καθημερινό λεξιλόγιο του σύγχρονου Έλληνα, χαρακτηριστική είναι η φράση «*αυτή τη λέξη την έχει ψωμοτύρο*». Η φράση αυτή λέγεται για κάποιον για να τονίσει ότι λέει ή επαναλαμβάνει κάποιο πράγμα συνεχώς (Μπαμπινιώτης, 1998), όπως δηλ. τρώμε συνεχώς το τυρί (Φέτα) και το ψωμί.

Είναι χαρακτηριστικό να αναφερθεί ότι οι Έλληνες τρώνε τη Φέτα όχι στην αρχή ή στο τέλος του φαγητού, όπως συμβαίνει με τους λοιπούς Ευρωπαίους, αλλά σ' όλη τη διάρκεια του φαγητού, οποτεδήποτε της ημέρας. Για τους Έλληνες το τυρί δεν είναι συμπλήρωμα φαγητού, είναι από μόνο του πλήρες φαγητό.

Αξίζει να αναφερθεί, επίσης, ότι η ορθόδοξος ελληνική υμνολογία, αποδίδουσα ιδιαίτερη σημασία στο τυρί, έχει ειδική ευχή τόσο για το τυρί όσο και για τα αυγά: «*Δέσποτα, Κύριε ο Θεός ημών ο κτίστης και δημιουργός των απάντων ευλόγησον το γάλα το πεπηγός και τα ωά.*» (Αποστολική Διακονία της Ελλάδας, 1996).

Γ. Γαλακτοκομική Έρευνα στην Ελλάδα

Όσον αφορά την έρευνα επί των τυριών και γενικά των γαλακτοκομικών προϊόντων που διεξάγεται στην Ελλάδα για τη μελέτη, βελτίωση και τυποποίηση των ελληνικών τυριών αναφέρονται τα εξής:

Το 1914, ευθύς μετά την απελευθέρωση των Ιωαννίνων από τον Οθωμανικό ζυγό, ιδρύεται το Πρακτικό Γαλακτοκομικό Σχολείο Ιωαννίνων, που αργότερα μετονομάστηκε σε Πρακτική Γαλακτοκομική Σχολή Ιωαννίνων. Ο ιδρυτής της, πρωτοπόρος Ν. Ζυγούρης παράλληλα με τη διδασκαλία της Γαλακτοκομίας καταστρώνει τις πρώτες δοκιμές και πειράματα. Συστηματοποίησε τις παρατηρήσεις του και κατέγραψε τα συμπεράσματα του σε δύο εξαίρετα βιβλία (Ζυγούρης, 1952, 1956).

Το 1920, ιδρύεται η Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών. Το Εργαστήριο της Γαλακτοκομίας, το οποίο ιδρύεται αργότερα. Η Γεωπονική Θεσσαλονίκης ιδρύεται το 1927, στην οποία αργότερα, συστήθηκε, επίσης, Εργαστήριο Γαλακτοκομίας. Τα δύο αυτά Ιδρύματα με την έρευνα και τη διδασκαλία τους συνέβαλλαν τα μέγιστα στη βελτίωση των Ελληνικών τυριών. Εξάλλου, η Κτηνιατρική Σχολή του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με τις έρευνές της συνέβαλλε και αυτή πολύ στην εξυγίανση των Ελληνικών τυριών.

Έρευνα στο γάλα, κατά καιρούς, διεξάγεται και από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Τροφίμων (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), Λυκόβρυση, Αττική.

Με το 1984 (ΠΔ 348/84), ύστερα από επίπονοθς και πολυετείς αγώνες του γεωπόνου Χριστόφορου Παππά ιδρύεται στα Ιωάννινα το Ινστιτούτο Γάλακτος, Ερευνητικό Ίδρυμα που έχει ως σκοπό τη διεξαγωγή έρευνας σε θέματα που αφορούν το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Τα μέχρι σήμερα ερευνητικά του προγράμματα αφορούν στη μελέτη, βελτίωση της τυποποίησης των ελληνικών τυριών, κυρίως της Φέτας. Κατά γενική ομολογία, η ερευνητική δραστηριότητα του Ινστιτούτου Γάλακτος κρίνεται λίαν ικανοποιητική παρά τις εγγενείς δυσκολίες που έχει το Ίδρυμα (έλλειψη προσωπικού κ.ά.).

Δ. Συστηματική μελέτη του τυριού Φέτα (νεότερη περίοδος)

Κρίνεται σκόπιμο να δοθεί εδώ μια πιο λεπτομερής αναφορά στο Ελληνικό τυρί Φέτα, το όνομα του οποίου προσπαθούν, ορισμένοι εταίροι μας στην Ευρωπαϊκή Ένωση να το οικειοποιηθούν παρά την ελληνικότητά του.

Ίσως, τα συνοπτικά στοιχεία, που παρατίθενται παρακάτω για τη Φέτα, δείξουν σ' αυτούς ότι πλαστογραφούν την ιστορία και αγνοούν ή κάνουν πως αγνοούν τη μακραίωνη ιστορία των Ελλήνων.

Συστηματική μελέτη του τυριού Φέτα άρχισε να γίνεται ήδη από τις αρχές, περίπου, του 19^{ου} αιώνα.

Ήδη από τον 19^ο αιώνα, ο μεγάλος γεωπόνος- πεζογράφος Παλαιολόγος Γρηγόριος μετά το διορισμό του από τον Καποδίστρια ως Δ/ντη των Εθνικών Κτημάτων και του Προτύπου Αγροκτήματος της Τίρυνθος, έγραψε το 1833 το βιβλίο «*Γεωργική και Οικιακή Οικονομία*», το οποίο εκδόθηκε το 1881 (Παλαιολόγος, 1881). Στο βιβλίο αυτό υπάρχει ολόκληρο κεφάλαιο «*περί γαλακτοουργείας και τυροκομίας*». Σ' αυτό δίνει οδηγίες για τη βελτίωση των γαλακτοκομικών προϊόντων, συμβάλλοντας έτσι στην ανακοπή των εισαγωγών και την εκροή συναλλάγματος. Χαρακτηριστικά λέγει: «*... Διατί λοιπόν να λαμβάνουν οι ξένοι τα χρήματά μας; Έως πότε θα αδιαφορούμε περί της αύξησης των εισοδημάτων μας και της βελτιώσεως της καταστάσεως μας; Είναι καιρός και οι πολίται και η Κυβέρνησις μας να αισθανθούν αυτήν την ανάγκην. Ας ελπίσουμε ότι θα γίνει φροντίς περί συστάσεως Χρηματικής Τραπέζης... Η ανεξαρτησία δεν συνίσταται εις*

την απελευθέρωση μόνον του σώματος και της θελήσεως, αλλά και στο να μην ήναι τινάς υποτελής εις άλλους δια τους πρώτας του βίου ανάγκας...».

Εκατόν πενήντα και πλέον χρόνια πέρασαν από τότε και ο Παλαιολόγος παραμένει ακόμα επίκαιρος! Αποσπάσματα από το βιβλίο του για την παρασκευή του τυριού Φέτα, αναφέρονται στην επόμενη ενότητα.

Ακολουθεί ο Λιαμπής (1900), ο οποίος περιέγραψε στην αυγή του 20^{ου} αιώνα, με αρκετές λεπτομέρειες, την παρασκευή του τυριού Φέτα. Ο Λιάμπης στην περιγραφή του αυτή θίγει τα πιο σπουδαία κρίσιμα σημεία στην παρασκευή της Φέτας. Χαρακτηριστικό απόσπασμα με λεπτομερείς οδηγίες της περιγραφής του αναφέρεται πιο κάτω στην χρονολογική παράθεση των αναφορών για τη Φέτα.

Σχεδόν, ταυτόχρονα, με τον Λιάμπη, περιγραφή του λευκού τυριού μας δίνει και ο γεωπόνος Ραϋνόλδος Δημητριάδης (1903). Ο Δημητριάδης ήδη από το 1893, ως Δ/της της Γεωργικής Σχολής Αϊδινίου, μετέπειτα Κασσαβετίας, κατέβαλλε έντονες προσπάθειες για τον εκσυγχρονισμό των τυροκομιών και τη διδασκαλία της τυροκομίας στους μαθητές του. Ο Δημητριάδης παρασκεύασε το πρώτο βελτιωμένο Ελληνικό τυρί, το τυρί Αγράφων. Επινόησε το πρώτο φορητό πιεστήριο τυριών, βελτιωμένου τύπου, το γνωστό πιεστήριο «Δημητριάδου».

Η περιγραφή της παρασκευής του λευκού τυριού από τον Δημητριάδη (ομοίως, βλέπε απόσπασμα παρακάτω) ταιριάζει απόλυτα στο τυρί Φέτα.

Το 1912 ο γεωπόνος Ε. Πολυχρονιάδης εξέδωσε τον «Τυροκομικό Οδηγό», στον οποίο περιγράφει με αρκετές λεπτομέρειες το τυρί Φέτα.

Εκείνος, όμως, που περιέγραψε συστηματικά, με κάθε λεπτομέρεια και με επιστημονικό τρόπο την τεχνολογία της παρασκευής της Φέτας είναι ο πατέρας της Ελληνικής Γαλακτοκομίας, ο γεωπόνος Νικόλαος Ζυγούρης, απόφοιτος Ελληνικής Γεωπονικής Σχολής και της Γαλακτοκομικής Σχολής του Poligny της Γαλλίας. Τα συγγράμματα του Ζυγούρη (i) Η Βιομηχανία του γάλακτος (1932 και 1952) και (ii) Η Ελληνική τυροκομία (1956) αποτελούν ακόμα και σήμερα, τα κατ' εξοχήν συγγράμματα στα οποία περιγράφονται λεπτομερώς όλα, σχεδόν, τα Ελληνικά τυριά.

Χαρακτηριστικά αποσπάσματα του συγγράμματος του Ζυγούρη η «Βιομηχανία του γάλακτος» (1932, 1952) παρατίθεται στην επόμενη ενότητα.

Από τα στοιχεία που παραθέτει ο Ζυγούρης (1952) φαίνεται: ότι η παραγωγή τυριών στην Ελλάδα κατά τη δεκαετία 1930-1940 είχε ως εξής:

έτος 1931 : μαλακοί τυροί 30.391 τόν., σκληροί τυροί 10.116 τόν.

έτος 1939 : μαλακοί τυροί 48.958 τόν., σκληροί τυροί 7.368 τόν.

Από τα στοιχεία αυτά φαίνεται ότι στη 10ετία του 1930 η προτίμηση των καταναλωτών είχε στραφεί, ήδη, στα μαλακά τυριά, κυρίως τη φέτα, ενώ περιορίστηκε, σημαντικά, η κατανάλωση των σκληρών τυριών.

Η Εφημερίδα «Ακρόπολις» (1936) αναφερόμενη στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Ηπείρου καταγράφει τις ποσότητες σκληρών και μαλακών τυριών οι οποίες παρήγοντο, τότε, στην Ήπειρο (βλέπε επόμενη ενότητα).

Ε. Ιστορικές αναφορές όσον αφορά στο ελληνικό τυρί Φέτα

Το όνομα Φέτα προέρχεται από την ιταλική λέξη "Fette", η οποία σημαίνει «κομμάτι». Εδραιώθηκε στην Ελλάδα, κατά τον 17^ο αιώνα όταν τμήματα της Ελληνικής επικράτειας, ήταν κάτω από την ενετική κυριαρχία και όπου ανθούσε, τότε, το εμπόριο. Πριν καθιερωθεί το όνομα Φέτα χρησιμοποιούνταν αλλά ονόματα όπως: τουλουμοτύρι, βλαχοτύρι, (Ανυφαντάκης κ.α. 1994), ταλαρίσιο ή καδίσιο τυρί, τυρί βαρελιού κ.ά.

Παρακάτω δίδονται χαρακτηριστικά αποσπάσματα αναφορών στο τυρί Φέτα, κυριοτέρων Ελλήνων και ξένων συγγραφέων από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, περίπου, μέχρι το τέλος του 20^{ου} αιώνα, κατά χρονολογική σειρά.

1881 Παλαιολόγος (1881). Από το παραπάνω αναφερθέν βιβλίο του Παλαιολόγου παραθέτουμε το εξής απόσπασμα:

«Παρ' ημίν κατασκευάζεται ιδιον είδος τυρού, το τουλουμίσιον λεγόμενον...Ο τυρός ούτος γίνεται εκ της πρώτης πήξεως του γάλακτος. Δηλαδή αφ' ού δια της πυτίας πήξη εν τω λέβητι το γάλα, κόπτεται αυτό ο τυροκόμος το συντρίβει και αμέσως το θέτει εντός υφάσματος, μάλλινου, αγανού, τσαντίλα καλουμένου και κρεμά όπως εκρεύση ο εν τω τυρώ ορρός και συσσωματωθή ο τυρός. Μετά τινάς ώρας διαιρεί το σώμα τούτο δια μαχαίρας εις φέτας τας οποίας επιθέτει επί ξύλινης επιφάνειας ίνα εκρεύσει ούτως

ποσόν αύθις ορρού. Μετά τινάς ώρας αλατίζει εκάστην φέταν και θέτει ταύτας εντός κάδου, ένθα διατηρείται ο τυρός εκ νέου εκκρινομένου ποσού ορρού αλατισμένου. Αφού δε μετά τινάς ημέρας συμπυκνωθή ο τυρός, τίθεται εντός ασκών προβείων, πιέζεται καλώς και πληρούνται τα κενά δια άλμης και τετριμμένης μιζιθρας, κλείεται ο λαμός του ασκού καλώς ίνα μη συγκοινωνή μετά του ατμοσφαιρικού αέρος, διότι βλάπτεται και αποκτά καυστικήν γεύσιν... Οι ποιμένες λέγουσι ότι προτίμα πρόβειον τυρόν και τραγειάν μιζιθρα.»

Όπως είναι φανερό, το παραπάνω τυρί που περιγράφει ο Παλαιολόγος είναι το τυρί Φέτα. Λιάμπης Ι. (1900).

«Τυρός Φέτα: Εις των μάλλον διαδεδομένων τυρών παρ' ημίν είνε ο τυρός της φέτας του οποίου η κατασκευή είναι απλουστάτη και γνωστή εις πάντας τους ποιμένας. Περιγράφοντες τον τρόπο της κατασκευής του τυρού τούτου θα δώσωμεν σαφείς και ορισμένας πληροφορίας περί το πώς το γάλα δέον να πήξεται, υπό ποίαν θερμοκρασία κ.τ.λ. και περί της περαιτέρω κατεργασίας του τυροπήγματος. ...Από 100 οκάδες γάλακτος πρόβειου πλήρους αναλόγως του σπασίματος, στραγγίσματος και της φύσεως του γάλακτος αποκτών 30-50 οκάδες τυρού τσαντίλας, όστις όμως αλατιζόμενος θα ζυγίζει μόνον 20-30 οκάδας. Κατόπιν ο τυρός τέμνεται εις φέτας, αι οποίαι αλατιζόμεναι τίθενται η μία ύπερθεν της άλλης κατά μικράς στιβάδας επί τραπέζης ολίγον επικλινούς δια να ρέει το τυρόγαλον. Την εσπέραν της αυτής ημέρας αι φέται αναστρέφονται και αλατίζονται εκ νέου. Την δευτέραν ημέραν επαναλαμβάνεται η ίδια εργασία. Κατόπιν αι φέται τίθενται ή εις βαρέλια αν πρόκηται να αποσταλώσι ή εις κάδδας, εάν πρόκηται επί τόπου να καταναλαθώσι αφού προηγουμένως πλυθώσι δια ψυχρού ύδατος...»

1900 Δημητριάδης Ρ. (1900).

«Περί λευκού τυρού:

Ο τυρός ούτος, όστις ονομάζεται εγχώριος τυρός ή Ελληνικός τυρός είναι γνωστός από της αρχαιότητος.....Εκτιμάται υπό των πτωχών οίτινες αναγνωρίζοντες τας πολλές θρεπτικές ιδιότητας του λέγουσι περί αυτού ότι «προσφωμίζει».

Οι τυροκόμοι αγοράζουσι συνήθως ουχί το γάλα αλλά τον νωπόν τυρόν στραγγισμένον 24 ωρών (τσαντίλα ή σφήνα) τον αλατίζουν επί τραπέζων, αφού τον κόψουν εις φέττας. Την δευτέραν ημέραν αναστρέφεται αλατισμένος επί της ετέρας πλευράς. Έπειτα εισάγεται εις την κάδην εξ ης βραδύτερον μετατίθεται εις το βαρέλιον ή εις τον ασκόν...»

1903 Δημητριάδης, Ρ. (1903)

«Ο κοινός λευκός τυρός κατασκευάζεται απλουστάτα. Εις το γάλα μόλις αρμεχθέν και χλιαρόν ακόμη, προστίθεται μικρά ποσότης διαλύσεως πυτιάς τόση ώστε το πήξιμον να γίνει εντός μιας ώρας.

Έπειτα το πηγμένο γάλα (η στάλλη) τίθεται εις πανί (τσαντίλαν). Μετά 24 ώρας ο τυρός κόπτεται εις φέττας και αλατίζεται επί μεγάλης τραπέζης. Την επόμενην ημέραν γυρίζονται τα κομμάτια και αλατίζονται εκ νέου. Μετά τινας ημέρας ο τυρός τίθεται εντός κάδων ή βαρελίων και χύνεται επ' αυτού άλμη ώστε να τον σκεπάσει εντελώς. Βραδύτερον όταν δεν αναπτύσσονται πλέον αέρια, τα βαρέλια κλείνονται ερμητικώς. Ο τυρός της κάδης, όταν είναι προορισμένος δια μεταφοράν, τίθεται εντός ασκών (τουλουμοτύρι).....»

Από τα παραπάνω περιγραφόμενα από τον Δημητριάδη σαφώς προκύπτει ότι πρόκειται για το τυρί Φέτα.

1912 Πολυχρονίδης, Ε.Δ. (1912).

«Ούτος γνωστός υπό το όνομα «τυρός βαρελιού» έχει την μεγαλύτεραν κατανάλωσιν, καλώς κατασκευαζόμενος είναι πολύ εύγεστος και μαλακός... Ούτος παρ' ημίν κατασκευάζεται εις μεγάλην κλίμακα, ευρίσκων δε λίαν ικανοποιητικές τιμάς εν τω εξωτερικώ κατακτά ολονέν έδαφος γενόμενος ούτως λίαν επικερδής και εκμεταλεύσιμος. Ο τυρός ούτος από αρχαιοτέρας εποχής μέχρι σήμερον υπέστη πολλές και ποικίλας μεταλλαγάς περί την κατασκευήν αυτού, οφειλομένας εις τας κατά τόπους κλιματολογικές και τοπικές συνθήκας...»

Περιγραφή Φέτας πολυτελείας:

«Τοιαύτην κατασκευάσαμε κατά το 1900 εν τη νήσω Κρήτη εις θέσιν «Άγιον Πνεύμα» περί τα 1600 μέτρα άνω της επιφανείας της θαλάσσης. Βεβαίως αύτη δεν είναι τίποτε άλλο παρά κοινή υπέρπαχος φέτα του βαρελιού.»

Κατασκευή: «Αυτή κατασκευάζεται εκ καθαρώς προβείου γάλακτος....»

Από τα παραπάνω, υπό του Γεωπόνου Πολυχρονίδη αναφερόμενα, φαίνεται ότι το τυρί «του ταλάρου» των αρχαίων Ελλήνων και των Βυζαντινών και το τυρί «του κάδου» (καδίσιο τυρί) των νεότερων χρόνων είναι ονόματα ενός και του αυτού τυριού δηλ. του τυριού Φέτα. Το τυρί Φέτα, όπως αναφέρει, πιο πάνω ο Πολυχρονίδης, εξαγόταν πριν από τον 20^ο αιώνα σε διάφορες χώρες στο εξωτερικό σε λίαν ικανοποιητικές τιμές.

1932 Ζυγούρης, Ν. (1932).

Η φέτα βαρελίου είναι τυρός χρώματος λευκού, τοποθετούμενος κατά πλάκας ή άλλου σχήματος εντός βαρελίων η μια παρά την άλλη και κατά στρώματα μεταξύ των οποίων πολλάκις παρεντίθενται τρίμματα εκ του ίδιου τυρού ή μυζήθρας.....Ο τυρός φέτα είναι τύπος μαλακού τυριού κατ' εξοχήν ελληνικός, διότι κατασκευάζεται εν Ελλάδι απ' αρχαιοτάτων χρόνων, έτι δε και σήμερα είναι ο μάλλον επιζητούμενος παρά των κατοίκων της Ηπειρωτικής κυρίως Ελλάδας.....Το καταλληλότερον δια την παρασκευή του τυρού φέτας γάλα είναι το πρόβειο. Εν ανάγκη δύναται τις να προσθήσει εν αυτώ και ολίγον αίγειον. Δεδομένου όμως, ότι και σήμερα έτι υπό των πλείστων χωρικών και κτηνοτρόφων μας εφαρμόζεται η αυτή μέθοδος της κατασκευής του τυριού, η υπό του Ομήρου αναφερόμενη συμπεραίνουμε ότι το κυριότερο τυροκομικό προϊόν, όπερ ανέκαθεν κατασκευάζετο εν Ελλάδι ήτο ο λευκός τυρός με το αυτό περίπου σύστημα παρασκευής...

1933 Λεξικό της Ελληνικής Γλώσσας (1933).

Φέτα, «τυρί φέτα»: είδος λευκού μαλακού τυριού διατηρουμένου εντός άλμης.

Εδώ η φέτα διαφοροποιείται από το τουλουμοτύρι ή τουλουμίσιο τυρί.

1933 Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια (1933).

«.....Οι τυροί διακρίνονται εις μαλακούς και σκληρούς. Εκ των ελληνικών τυρών οι σπουδαιότεροι είναι: η Φέτα και ο τουλουμίσιος ή τουλουμοτύρι εκ των μαλακών,....»

1936 Ακρόπολις, Μηνιαία (1936).

«Τα εν Ηπείρω κατασκευαζόμενα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι τα εξής: Σκληροί τυροί (κεφαλοτύριον, βεζιά, κασκαβάλι) περί τους 1×10^6 οκάδες, λευκός τυρός (φέτα) εις βαρέλια και λευκοσιδηρά δοχεία περί το $1,5 \times 10^6$ οκάδες, ... Εκ των προϊόντων τούτων εξάγονται: ολόκληρο σχεδόν το ποσόν των σκληρών τυριών και περί τας 3×10^5 οκάδες λευκού τυριού ...»

1952 Ζυγούρης, Ν. (1952)

Στη δεύτερη έκδοση του βιβλίου: Η Βιομηχανία του γάλακτος (1952) ο Ζυγούρης αναφέρει χαρακτηριστικά:

«Ο τυρός Φέτα είναι τύπος μαλακού τυριού, κατεξοχήν ελληνικός, διότι κατασκευάζεται από αρχαιοτάτων χρόνων, έτι δε και σήμερα είναι ο μάλλον επιζητούμενος τυρός παρά των κατοίκων της Ηπειρωτικής, κυρίως, Ελλάδος. Εφ' όσον δε καταναλίσκετο εις τους τόπους της παραγωγής ο τυρός ούτος διατηρείτο εις κάδους ή ασκούς. Αφ' ότου, όμως, ήρχισε να συστηματοποιείται το εμπόριο αυτού και να μεταφέρεται εις μακρυνάς αποστάσεις εν τε τω εσωτερικώ και τω εξωτερικώ, τίθεται προς το σκοπόν τούτον εις βαρέλια...Το καταλληλότερον προς παρασκευή της Φέτας γάλα είναι το του προβάτου εν ανάγκη δύναται τις να προσθήσει εν αυτώ και ολίγον αίγειον...Δεδομένου, όμως, ότι και σήμερα έτι υπό των πλείστων χωρικών και κτηνοτρόφων μας εφαρμόζεται η αυτή μέθοδος της κατασκευής του τυρού, ως η υπό του Ομήρου αναφερόμενη, συμπεραίνουμε ότι το κυριώτερον τυροκομικόν προϊόν, όπερ ανέκαθεν κατασκευάζετο εν Ελλάδι ήτο ο λευκός τυρός με το αυτό περίπου σύστημα παρασκευής... »

1953 United States Department of Agriculture (1953).

“Cheese varieties and descriptions: Feta, a white, so - called cheese, is the principal soft cheese made in Greece”, P. 44. (Τύπος τυριών και περιγραφές: Φέτα, ένα λευκό καλούμενο τυρί είναι το κύριο μαλακό τυρί που παρασκευάζεται στην Ελλάδα, σελ. 44).

1956 Ζυγούρης (1956)

«Ο τυρός (Φέτα) παρασκευάζεται εις μεγάλην κλίμακα εν Ελλάδι είτε από επιχειρηματίας, είτε κατά

μικράς ποσότητας από τους κτηνοτρόφους. Το καταλληλότερο γάλα είναι το πρόβειο. Εν ανάγκη μπορεί να προσθέσει κανείς και ολίγον αίγιον».

1965 Hornby (1965).

“Feta (also Fetta): a white cheese made with sheep’s milk, esp in Greece”. (Φέτα, επίσης φέττα: ένα λευκό τυρί, παρασκευαζόμενο από πρόβειο γάλα ειδικά στην Ελλάδα.)

1968 Μεγάλη Αμερικανική Εγκυκλοπαιδεία (1968).

«Μεταξύ των ελληνικών τυριών οι πλέον γνωστοί και ευρύτερον καταναλισκόμενοι τύποι είναι: η φέτα, το κασέρι, το κεφαλοτύρι...»

1976 Eekhof - Stork, N. (1976):

“The cheese made by Polyphemus and the most ancient Greeks, was undoubtedly the ancestor of the modern Feta...The cheese that every visitor to Greece comes to know and love: white Feta. Sold every where, it is a main constituent of the Greek daily diet...Feta made exclusively from cow’s milk loses some of its familiar character: it is not as smooth and fragrant takes on a yellow color which doesn’t normally appeal to the Greek... The only animals that seemed to thrive on the stony hillsides were sheep and goats and their milk was the sole source of protein in the daily diet...” (Το τυρί παρασκευαζόμενο από τον Πολύφημο και τους πολύ αρχαίους Έλληνες ήταν αναμφίβολα ο πρόγονος της σύγχρονης Φέτας... Το τυρί το οποίο κάθε επισκέπτης στην Ελλάδα γνωρίζει και αγαπά. Φέτα... Πωλείται παντού. Είναι το κύριο συστατικό του καθημερινού διαιτολογίου του Έλληνα. Φέτα παρασκευαζόμενη αποκλειστικά εξ ολοκλήρου από αγελαδινό γάλα χάνει μερικά κιλά από τα οικεία χαρακτηριστικά της: Δεν είναι αρκετά μαλακή και ευωδιαστή, αποκτά ένα κίτρινο χρώμα το οποίο δεν αρέσει στους Έλληνες... Τα μόνα ζώα τα οποία φαίνεται ότι εκτρέφονταν στις βραχώδεις λοφοσειρές ήταν τα πρόβατα και οι αίγες και το γάλα τους ήταν η μοναδική πηγή πρωτεϊνών στο καθημερινό διαιτολόγιο.)

1986 Tamine, A.Y. (1986).

“The Greeks and the Romans have been reported to eat cheese and drink wine during banquets. Homer (1184 b.C.) wrote about cheese which was manufactured from the milk of the sheep and goat.”

«Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι φημιζόνταν ότι έτρωγαν και έπιναν κρασί κατά τα συμπόσια τους. Ο Όμηρος (1184 π.Χ.) έγραψε για τυρί, το οποίο παρασκευαζόταν από πρόβειο και γίδινο γάλα.»

1986 Scott, R. (1986).

“Brine preserved cheeses. These cheeses have been produced before records began in the warmer climates of the Near East i.e. Bulgaria,....Greece: Feta is made in Greece.” (Τυριά διατηρούμενα στην άλμη. Αυτά τα τυριά παράγονται από την προϊστορική περίοδο στα θερμά κλίματα της Εγγύς Ανατολής π.χ. Βουλγαρία,...Ελλάδα. Η Φέτα παρασκευάζεται στην Ελλάδα...)

1991 Tamine, A.Y., et al. (1991).

“Homer (1184 b.C.) wrote about cheese which was manufactured from sheep’s or goat’s milk in the caves by the “Cyclops Polyphemus” - this cheese may have been the ancestor of the Feta and Halloumi cheeses....”

(Ο Όμηρος (1184 π.Χ.) έγραψε για το τυρί, το οποίο παρασκευαζόταν από πρόβειο ή γίδινο γάλα στις σπηλιές από τον «Κύκλωπα Πολύφημο». Αυτό το τυρί πιθανόν να υπήρξε ο πρόγονος των τυριών της Φέτας και του χαλουμιού).

1996 Timperley, C and Norman C. (1996).

“Feta cheeses: Greece’s most popular domestic cheese, Feta dates back to thousands of years. The authentic version is traditionally made from unpasteurized ewe’s milk, though occasionally from goat’s milk or a mixture of the two. Commercial varieties (often imported from Denmark) are almost always made from pasteurized cow’s milk which results in an altogether different-and inferior-cheese.” (Τυρί Φέτα: Το πιο λαϊκό, οικογενειακό τυρί της Ελλάδας. Η Φέτα ανάγεται πίσω χιλιάδες χρόνια. Ο αυθεντικός τύπος παραδοσιακά παρασκευάζεται από απαστερωτό πρόβειο γάλα, και, ευκαιριακά από γίδινο γάλα ή μίγμα τους. Εμπορικοί τύποι (συνγά εισαγόμενοι από Δανία), σχεδόν πάντα, παρασκευάζονται

από παστεριωμένο αγελαδινό γάλα, από το οποίο προκύπτει ένα τελείως διαφορετικό και κατώτερης ποιότητας τυρί.).

1999 Encyclopaedia Britannica (1999).

“Feta: fresh, white, soft or semi soft cheese of Greece, originally made exclusively from goat’s or sheep’s milk.”

(Φέτα: φρέσκο, λευκό, μαλακό ή ημιμαλακό τυρί της Ελλάδας, αρχικά, παρασκευαζόμενο, αποκλειστικά, από γίδινο ή πρόβειο γάλα).

Συμπέρασμα: Συμπεραίνεται ότι από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα το τυρί Φέτα άρχισε να μελετάται στην Ελλάδα, ως το κατ’ εξοχήν ελληνικό παραδοσιακό τυρί. Υπάρχουν ήδη δεκάδες επιστημονικές μελέτες και ερευνητικές εργασίες Ελληνικών Ερευνητικών Ιδρυμάτων (Ινστιτούτο Γάλακτος, Ιωάννινα) και Πανεπιστημιακών Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων στις οποίες το Ελληνικό τυρί Φέτα μελετήθηκε σε βάθος. Από το 1881 και εφεξής η λέξη Φέτα αναφέρεται εκτενώς σε όλες τις ελληνικές και ξένες εγκυκλοπαίδειες, εγχειρίδια, βιβλία τυροκομίας κλπ. Λόγω της πληθώρας των δημοσιεύσεων, ιδίως μετά τη δεκαετία του 1970, είναι αδύνατον να γίνει λεπτομερής παράθεση όλης της βιβλιογραφίας. Οι ενδιαφερόμενοι για περισσότερα στοιχεία μπορούν να προστρέξουν στις πολυάριθμες δημοσιεύσεις για τα Ελληνικά τυριά και ιδιαίτερα για τη Φέτα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, της Γεωπονικής και της Κτηνιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσ/νίκης, του ΤΕΙ Αθηνών και του Ινστιτούτου Γάλακτος, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Ιωάννινα.

Επίσης, περισσότερα στοιχεία για την ιστορία του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων δια μέσου των αιώνων αναφέρονται από τον Ζυγούρη (1952) και τον Παππά (1991).

ΣΤ. Κατοχύρωση του ονόματος της Φέτας

Η Φέτα, όπως δείχνουν όλα τα ιστορικά στοιχεία, τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω είναι τυρί παραδοσιακό, κατ’ εξοχήν ελληνικό. Λόγω των άριστων οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών, κατέχει εξαιρετική θέση, όσον αφορά την προτίμηση των καταναλωτών, ιδιαίτερα των Ελλήνων.

Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού αποδήμων Ελλήνων σε διάφορες χώρες του κόσμου αλλά και ξένων τουριστών, οι οποίοι κατά εκατομμύρια επισκέπτονται κάθε χρόνο την Ελλάδα, αύξησε σημαντικά τη ζήτηση της Φέτας στην Ελληνική και ξένη αγορά. Αποτέλεσμα της αυξημένης ζήτησης ήταν να δημιουργηθεί ένας αθέμιτος ανταγωνισμός, ο οποίος τείνει να συνθλίψει το παραδοσιακό αυτό προϊόν μας. Υπάρχει, συνεπώς, ανάγκη προστασίας της Φέτας εντός και εκτός της Ελλάδας. Κάτω απ’ αυτή την ανάγκη η χώρα μας αναγκάστηκε, καθυστερημένα βέβαια, να κατοχυρώσει, κατ’ αρχήν, εντός της χώρας μας 25 παραδοσιακά τυριά (Φέτα, Κεφαλοτύρι, Κασέρι, Μανούρι, Μυζήθρα, Ανθότυρο, Γαλοτύρι, Κεφαλογραβιέρα, Καλαθάκι Λήμνου, Γραβιέρα Αγράφων, Κοπανιστή, Γραβιέρα Κρήτης, Καζίκι Δομοκού, Σαν Μιχάλη, Μετσοβόνη, Γραβιέρα Νάξου, Ανεβατό, Πηχτόγαλο Χανίων, Σφέλα, Μπάτζος, Λαδοτύρι Μυτιλήνης, Τελεμές, Βικτώρια Θεσσαλονίκης, και Φορμαέλλα Αράχοβας Παρνασσού).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι διεθνές νομικό πλαίσιο για την κατοχύρωση των παραδοσιακών τυριών των διαφόρων χωρών δεν υπάρχει. Υπάρχουν διμερείς ή πολυμερείς διακρατικές συμβάσεις, οι οποίες όμως δεν εξασφαλίζουν γενική αποδοχή. Ο FAO και ο WHO διαμόρφωσαν έναν Κώδικα Αρχών για το γάλα και τα προϊόντα γάλακτος μεταξύ των οποίων είναι και 34 τυριά από αγελαδινό γάλα. Η τήρηση, όμως, των αρχών αυτών είναι προαιρετική και μη αποδεκτή απ’ όλα τα Κράτη μέλη των Οργανισμών αυτών.

Σύμφωνα λοιπόν με τις προδιαγραφές που ορίζονται στην υπ’ αριθμ. 313025 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 8B/11-1-94) «**Φέτα είναι το λευκό τυρί άλμης το οποίο παρασκευάζεται από πρόβειο γάλα ή μίγμα πρόβειου και γιδίνου γάλακτος, στο οποίο το γίδινο γάλα μπορεί να συμμετέχει το πολύ μέχρι 30% κατά βάρος στο τελικό μίγμα και παράγεται μόνο στην Ηπειρωτική Ελλάδα (Μακεδονία, Θράκη, Ήπειρο, Θεσσαλία, Στερεά Ελλάδα, Πελοπόννησο) και στο Ν. Λέσβου.**»

Επομένως, κάθε λευκό τυρί άλμης που παράγεται από άλλα γάλατα π.χ. αγελαδινό ή μίγματα γιδίνου και πρόβειου γάλακτος στα οποία το γίδινο γάλα συμμετέχει σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% ή παρασκευάζεται εκτός των πιο πάνω αναφερθεισών περιοχών της Ελλάδας ή εκτός Ελλάδας δεν μπορεί, σύμφωνα με την παραπάνω Υπουργική Απόφαση, να κυκλοφορεί στην ελληνική αγορά με το όνομα Φέτα.

Όσον αφορά το τυρί Τελεμέ, σύμφωνα με την υπ’ αριθμ. 313059 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 25B/11-1-

94) για την παρασκευή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρόβειο αγελαδινό ή γίδινο γάλα ή μίγμα αυτών σε οποιαδήποτε σύνθεση και αναλογία, η δε περιοχή παρασκευής του ορίστηκε ολόκληρη η Ηπειρωτική Ελλάδα (Μακεδονία, Θράκη, Ήπειρο, Θεσσαλία, Στερεά Ελλάδα, Πελοπόννησο).

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατεβλήθη σημαντική προσπάθεια για την προστασία των γεωγραφικών ενδείξεων και ονομασιών προέλευσης των γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Με την ψήφιση του κανονισμού 2081/92/ΕΟΚ του Συμβουλίου επιδιώκεται η προστασία των γεωργικών προϊόντων και των τροφίμων που διακρίνονται από τη γεωγραφική τους καταγωγή και τα οποία παρουσιάζουν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Ο Κανονισμός διαφοροποιεί δυο επίπεδα γεωγραφικής αναφοράς: τις «προστατευόμενες Γεωργικές Ενδείξεις» (ΠΓΕ) και τις «Προστατευόμενες Ονομασίες Προέλευσης» (ΠΟΠ) με επακριβή προσδιορισμό των εννοιών ΠΓΕ και ΠΟΠ. Ταυτόχρονα, με τον παραπάνω Κανονισμό εκδόθηκαν και ο Κανονισμός 2082/92/ΕΟΚ του Συμβουλίου για τις ιδιοτυπίες των γεωργικών προϊόντων και των τροφίμων. Με τον Κανονισμό αυτόν καθορίζονται οι κανόνες βάσει των οποίων μπορεί ένα γεωργικό προϊόν ή τρόφιμο να λάβει κοινοτική βεβαίωση ιδιοτυπίας.

Παράλληλα, με τους παραπάνω Κανονισμούς εκδόθηκαν οι οδηγίες του Συμβουλίου 92/46/ΕΟΚ και η 92/47/ΕΟΚ. Η δεύτερη τροποποιεί ελαφρώς την πρώτη. Οι οδηγίες αυτές, που έλαβαν νομική ισχύ στην Ελλάδα με το υπ' αριθμ. 56/95 ΠΔ (ΦΕΚ Α/45/95), θεσπίζουν υγειονομικούς κανόνες για την παραγωγή και εμπορία του νωπού γάλακτος, του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος και των προϊόντων με βάση το γάλα. Οι οδηγίες αυτές αναφέρονται και στα παραδοσιακά γαλακτοκομικά προϊόντα.

Η χώρα μας εκμεταλλεζόμενη το παραπάνω Νομικό πλαίσιο που δίνει τη δυνατότητα κατοχύρωσης των παραδοσιακών προϊόντων στην αγορά των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υπέβαλε, έγκαιρα, στις Βρυξέλλες, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πλήρεις φακέλους 25 παραδοσιακών μας τυριών.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με τον Κανονισμό (ΕΚ) 1107/96 προέβη, όντως, στην καταχώριση της ονομασίας Φέτα, ως προστατευόμενη ονομασία προέλευσης. Όμως, οι Κυβερνήσεις της Δανίας, της Γερμανίας και της Γαλλίας άσκησαν προσφυγή για την ακύρωση της Απόφασης που κατοχυρώνει την ονομασία Φέτα υπέρ της Ελλάδας. Στις 16/3/99 το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο κήρυξε άκυρο τον αμέσως προηγούμενο κανονισμό με το αιτιολογικό ότι «**η Επιτροπή δεν έλαβε δεόντως υπόψη το σύνολο των παραγόντων που την υποχρέωναν να λάβει υπόψη το άρθρο 3 παραγρ. 1, τρίτο εδάφιο του βασικού Κανονισμού**».

Στη συνέχεια η Επιτροπή για να συμπληρώσει τα στοιχεία του φακέλου της Φέτας και να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του Δικαστηρίου ζήτησε, το έτος 1999, από τις αρμόδιες υπηρεσίες των Κρατών-μελών της Ένωσης να απαντήσουν σε συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο, με σκοπό να γίνει πιο σαφής εκτίμηση της κατάστασης που ισχύει σε όλα τα Κράτη μέλη, όσον αφορά την παραγωγή, την κατανάλωση και την αποδεδειγμένη γνώση εκ μέρους του καταναλωτή της ονομασίας «Φέτα».

Με βάση τον Κανονισμό (ΕΚ) 1070/99 της Επιτροπής, που ακολούθησε την παραπάνω απόφαση του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου, η ονομασία Φέτα θα συνεχίζει να απολαύει προστασίας σε εθνικό ελληνικό επίπεδο μέχρι να ληφθεί άλλη νεότερη, σχετική απόφαση. Εξακολουθεί να παραμένει στην ελληνική λίστα των τυριών ΠΟΠ.

Τέλος, αναφέρεται ότι με την υπ' αριθμ. 303781/98 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 312/Β/98) καταργήθηκαν οι αποφάσεις αναγνώρισης προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης (ΠΟΠ) για 5 ελληνικά τυριά στα οποία συμπεριλαμβάνεται και ο Τελεμές (Ανθότυρος, Βικτώρια Θεσσαλονίκης, Κεφαλοτύριον, Μυζήθρα, Τελεμές). Αυτό, γιατί με τα υπ' αριθμ. VI/5976/97 και VI/1589400/97 έγγραφα σχεδίων κανονισμών της Επιτροπής εκφράστηκαν αντιρρήσεις από την Επιτροπή για καταχώριση των τυριών αυτών, ως τυριών ΠΟΠ στα πλαίσια του Κανονισμού (ΕΟΚ) 2081/92 των ονομασιών τους. Προ του κινδύνου της απόρριψης των σχετικών αιτήσεων η Ελλάδα τις απέσυρε για να επανέλθει, εν καιρώ, σε νέα βάση.

Τα παραπάνω 5 τυριά εξαιρέθηκαν επίσης από τον εθνικό κατάλογο τυριών ΠΟΠ. (Άρθρο 83, Δ του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, 1988, όπως τροποποιήθηκε μεταγενέστερα).

Επομένως, το θέμα της Φέτας θα κριθεί, οριστικά, εκ νέου, σύντομα, στις Βρυξέλλες από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Λόγω της σπουδαιότητας του θέματος για την Εθνική μας οικονομία η τελευταία αυτή μάχη πρέπει να κερδηθεί από τη χώρα μας. Θα πρέπει όλοι να συμβάλουμε στην εθνική αυτή προσπάθεια. Οι συγγραφείς του παρόντος, αφιέρωσαν αρκετό χρόνο για να αντληθούν στοιχεία από ιστορικές πηγές τόσο από την αρχαία, όσο από τη Βυζαντινή και τη νεότερη περίοδο. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει όντως, ότι το τυρί Φέτα είναι

κατ' εξοχήν ελληνικό προϊόν, παρασκευαζόμενο στην Ελλάδα, σε διάφορες παραλλαγές από την εποχή του Ομήρου και συνεχώς μέχρι σήμερα για 3000, περίπου, χρόνια.

Η επίμονη προσπάθεια ορισμένων εταίρων μας στην Ευρωπαϊκή Ένωση να δίνουν το εμπορικό όνομα «Φέτα» σε διάφορα λευκά τυριά άλμης που παρασκευάζουν με την εφαρμογή μη παραδοσιακών τεχνικών (π.χ. υπερδιήθηση) ή να αναγράφουν επί των υλικών συσκευασίας των τυριών τους ελληνικά τοπία ή μνημεία είναι αντιδεολογική και αντίθετη προς τους κανόνες του υγιούς εμπορίου. Η Φέτα, παρασκευάζεται στην Ελλάδα με τη μία ή την άλλη μορφή, από τα παλαιά χρόνια, όταν ορισμένοι βόρειοι λαοί της Ευρώπης, την εποχή εκείνη δεν τυροκομούσαν γιατί ήταν άπειροι στην παρασκευή των τυριών. Χαρακτηριστικά, επ' αυτού, ο Στράβων (65 π.Χ.-23 μ.Χ.) γράφει:

«... Ωστ' ενίους γάλακτος ευπορούντας μη τυροποιείν δια την απειρίαν, απείρους δε είναι και κηπείας και άλλων γεωργικών...» (Στράβων 1940)

Δηλ. «...Μερικοί ενώ έχουν άφθονο γάλα δεν παρασκευάζουν τυρί, διότι δεν γνωρίζουν, προσέτι δεν ηξεύρουν ούτε κηπουρικήν ούτε τας άλλας γεωργικάς εργασίας...».

Είδαμε, ότι χίλια χρόνια νωρίτερα το τυρί στην Ελλάδα αφθονούσε. Ο Οδυσσέας και οι σύντροφοί του (Όμηρος, 1982) βρήκαν στη σπηλιά του Κύκλωπα Πολύφημου γεμάτα τα τυροβόλια, με τυριά από τα οποία πήραν ορισμένα και φάγανε... (*..ταρσοί μεν τυρών βροίθον... και αυτοί τυρών αινύμενοι φάγομεν...*) (Οδύσεια Ι, 219, 231-232).

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον Δρ. Γεωργ. Ζάχο, Διευθυντή της βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την on line διερεύνηση της σχετικής βιβλιογραφίας και τον Αναπλ. Καθηγητή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων Παντ. Ζωϊόπουλο για τις βιβλιογραφικές πηγές που αφειδώς παρείχε σ' αυτούς.

Brief history of the Greek cheese.

C.P. Pappas¹ and E.C. Pappa¹

Summary

The history of Greek cheese and, in particular, of Feta cheese is reviewed in this article.

Historical sources refer that cheese has been made in ancient Greece since thousands years ago. Homer (8th century b.C.) describes, in a surprising way, the interior of the cave of Cyclops Polyphemus where cheese was made from sheep's and goat's milk. Hippocrates (460-356 b.C.), Aristotle (384-322 b.C.) and other ancient Greek writers often mention into their texts about milk, cheese and other milk products.

During the first, after Christ, years the cheeses: Kythnos, from the Cycladic island Kythnos and Tromilian cheese from the town Tromilea of Achaia were two cheeses well known all over the Roman Empire. Kythnos cheese was exported to Rome at those times at very high prices.

During the Byzantine period (324-1453 AD) there are important information sources regarding cheeses, especially soft cheeses. The writers of this period speak about "soft cheeses, which take the form of the mould".

The "talarus", a special vessel in cheese making practice, is referred by Homer, many Byzantine and modern writers in their texts. It was used at the beginning for drainage of cheeses and latter on and in modern times, for keeping Feta cheese in brine through out Greece.

It is evidence that soft cheeses are the precursor of Feta cheese and have been made in Greece since early history. The Feta cheese took its present name during the 17th century when many parts of Greece were under the Venetian domination.

Very often special references to Feta cheese have been made by its present name "Feta" since the middle of 19th and the beginning of 20th century. Palaiologos (1881), Liambeis and Demetriadis (1900-1903) and Polychroniadis (1912) made the first systematic description of Feta cheese. However, the first who studied it in

¹ *Agriculturists: Dairy Research Institute, Agricultural Research Foundation, Katsikas, 452 16 Ioannina, Greece*

depth and in any detail in his text book: "The industry of milk" is Zygouris (1932, 1952, 1956). Since then, all Greek and foreign books and encyclopaediae are referred to Feta cheese, under its own name, characterizing it as the oldest Greek cheese made in Greece from the beginning of her history.

Finally, in the present article, the efforts of Greece to protect the name Feta in the Greek and European market, and the attempts of some European partners to usurp its name, are described.

Key words: cheese, Greek, history.

Βιβλιογραφία

1. **Αθηναίου Ναυκρατίτου (1956)** Δειπνοσοφισταί: Βιβλιοθήκη των Ελλήνων, Τόμος Δ, Βιβλίο Γ-110 Ελληνικός Εκδοτικός Οργανισμός, Αθήνα
2. **Ακρόπολις, Μηνιαία (1936)**. Ο γύρος της Ελλάδας. Πλήρης οδηγός των Χωρών. Τεύχος 4^ο, ΗΠΕΙΡΟΣ Εκδόσεις Ακρόπολις, Τύποις «Πυρσός Α.Ε.», Αθήνα
3. **Ανυφαντάκης, Ε., Βασταρδής, Ι., Γαρδίκια, Α. και Καραβασίλης Κ. (1994)**. Μελέτη για την πιστοποίηση της Φέτας ΠΟΠ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Γαλακτοκομίας, Αθήνα
4. **Αποστολική Διακονία Ελλάδας (1996)**. Μικρό Ευχολόγιο. Έκδοση Αποστολικής Διακονίας της Ελλάδος, Αθήνα, σελ. 349.
5. **Αριστοφάνης (1940)** Μελαχρινού Α. Αριστοφάνους Βάτραχοι- Έμμετρος Απόδοσις- Σχόλια. Εκδοτικός Οίκος Ι. & Π. Ζαχαροπούλου, Αθήνα.
6. **Athenaei (MDCCCLIX- 1859)** Deipnosophistae. Aug. Meineke Vol III, LIB. ID 76, lipsiae
7. **Δημητριάδης, Ρ. (1900)**. Ελληνική κτηνοτροφία. Εκδότης Γεώργιος Κασδόνης. Τυπογραφείο Εστίας, Αθήνα, σελ. 267-268.
8. **Δημητριάδης, Ρ. (1903)**. Το γάλα. Σύλλογος προς διάδοσιν ωφελίμων βιβλίων, Αθήνα σελ. 98.
9. **Διόδωρος Σικελός (άνευ)** Παπανδρέου Α. Διοδώρου Σικελιώτου. Ιστορική Βιβλιοθήκη, Τόμος Δ. Ελληνικός Εκδοτικός Οργανισμός, Αθήνα.
10. **Eekof-Stork, N. (1976)**. The world Atlas of cheese, Paddington Press Ltd, London, p. 8-13,135.
11. **Encyclopaedia Britannica (1999)**. On line, Internet.
12. **Ευριπίδης (1966)** Παπαχαρίση Α.Χ. Ευριπίδου Κύκλωψ. Εκδ. Πάπυρος, Αθήνα.
13. **Ζυγούρης Ν. (1932)**. Η Βιομηχανία του Γάλακτος, Τύποις Ερμής, Ιωάννινα, σελ. 378-396.
14. **Ζυγούρης Ν. (1952)**. Η Βιομηχανία του Γάλακτος, 2^η Έκδοση Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα, σελ. 393-416.
15. **Ζυγούρης Ν. (1956)**. Ελληνική Τυροκομία. Τύποις Ηπειρωτικής Εστίας, Ιωάννινα, σελ. 197-210.
16. **Fox, P.F., (1993)**. Cheese. An overview. In cheese: Chemistry physics and Microbiology Vol 1, General Aspects (ed. P.F.Fox). Chapman and Hall, London p.2.
17. **Hornby, A.S. (1965)**. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English 5th edn, Ed. J. Crowther, Oxford University Press, p. 130.
18. **Ηρόδοτος (1978)**. Ιστορία. Τόμος Β. Μετάφραση Αγ. Βλάχου. Εκδόσεις Ν. Παπαδήμα, Αθήνα.
19. **Κουκουλές, Φ. (1949)**. Ο ποιμενικός βίος των Βυζαντινών. Επετηρίς Εταιρείας Βυζαντινών Σπουδών, Έτος ΙΘ', Αθήνα σελ. 287-291.
20. **Κουκουλές, Φ. (1952)**. Ο άρτος, τα προσφάγια και ο τυρός. Στο: Βυζαντινός βίος και πολιτισμός. Τόμος Ε'. 76 Collection del' Institut Francais d'Athènes, Αθήνα, σελ. 31-35.
21. **Λεξικό της Ελληνικής Γλώσσας (1933)**. Πρωία, Αθήνα.
22. **Λεξικό της Νεοελληνικής Γλώσσας (1998)**. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης, Ινστιτούτο Νεοελληνικών Σπουδών (Ίδρυμα Μανόλη Τριανταφυλλίδη), Θεσ/νίκη.
23. **Διάμπεης, Ι. (1900)**. Γαλακτοκομία και Τυροκομία, Μιχαήλ Σαλίβερος, Αθήνα σελ. 155-161.
24. **Liddel, H.G. και Scott, R. (1907)**. Μέγα λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσας (Μετάφραση Ξ.Π. Μόσχου) Τόμος 4^{ος}, Εκδοτικός Οίκος Ι. Σιδέρης, Αθήνα.
25. **Λουκόπουλος Δ. (1925)**. Αιτωλικές Οικήσεις, Σκεύη και Τροφαί. Τύποις Π.Δ. Σακελλαρίου, Αθήνα, σελ. 73-74.
26. **Μαμαλάκης Η. (1999)**. Ελληνικό τυρί-γεύσεις και συνταγές. Εκδ. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
27. **Μεγάλη Αμερικανική Εγκυκλοπαιδεία (1968)**. Τόμος Κ'. Εκδόσεις Κ. Εμμανουήλ-Δ. Κιτσία Σία, Αθήνα, σελ. 421.

28. **Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαιδεία (1933)**. Τόμος 23^{ος}. Πυρσός, Ανώνυμος Εταιρεία Εκδόσεων Γραφικών Τεχνών, Αθήνα, σελ. 526.
29. **Μπαμπινιώτης, Γ.Δ. (1998)**. Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας. Κέντρο Λεξικολογίας, Αθήνα.
30. **Μπόγκας Ε.Α. (1964)**. Τα γλωσσικά ιδιώματα της Ηπείρου, Τόμος Α', Εκδόσεις Εταιρείας Ηπειρωτικών Μελετών, Ιωάννινα, σελ. 408.
31. **Όμηρος (1917)**. Ιλιάδα. Μετάφραση Αλέξανδρου Πάλλη. Έκδοση The Liverpool Booksellers Co Ltd, Liverpool.
32. **Όμηρος (1982)**. Οδύσσεια. Μετάφραση Ζήσιμου Σιδέρη, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
33. **Παλαιολόγος Γ. (1881)**. Γεωργική και Οικιακή Οικονομία. Έκδοση ιατρού Ι. Πύρλα. Τυπογραφείο του κάλλους, Αθήναι, σελ. 329-356.
34. **Παππάς, Χ.Π. (1991)**. Η ιστορία του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων δια μέσου των αιώνων. Γεωτεχνικά Επιστημονικά θέματα. Τεύχος 2^ο, σελ. 68-77.
35. **Πολυχρονίδης, Ε.Δ. (1912)**. Τυροκομικός Οδηγός. Βασιλικόν Τυπογραφείον Ν. Χιώτη, Αθήνα.
36. **Στράβωνος Γεωγραφικά (1940)**. Μετάφραση Π.Α. Βαλάκη. Εκδοτικός Οίκος Ι. & Π. Ζαχαροπούλου Αθήνα, Δ., σελ. 205-207 και 580-581.
37. **Tamine, A.Y. (1986)**. In R.K. Robinson (ed) Modern Dairy Technology - Advances in Milk products. Vol 2, Elsevier, Applied Science, London, p.35.
38. **Tamine, A.Y., Dalglish, D.G. and Banks, W. (1991)**. Introduction In: Feta and related cheeses. Robinson, R.K. and Tamine, A.Y. (eds) Ellis Horwood, N.Y.
39. **Timperley, C. and Norman, C. (1996)**. The cheese book, Salamander Books Ltd, London, p. 135.
40. **United States Department of Agriculture (1953)**. Agricultural Handbook N° 54, USA, p. 44.

Προσδιορισμός της συμβιωτικής αζωτοδέσμευσης των φυτών με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$)

Ιωάννης Θ. Τσιάλτας*

Περίληψη

Η συμβιωτική δέσμευση του ατμοσφαιρικού N_2 , που γίνεται κυρίως από ψυχανθή, είναι σημαντική διεργασία του κύκλου του αζώτου για τα χερσαία οικοσυστήματα. Για τον προσδιορισμό της αζωτοδέσμευσης έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι που παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία στη μέθοδο της φυσικής αφθονίας του ^{15}N . Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει, όπως και όλες οι άλλες, ορισμένες αδυναμίες που όμως δεν αναιρούν τα πολύ σημαντικά πλεονεκτήματά της. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N , αναπτύσσονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της και γίνεται σύγκριση της με τις άλλες μεθόδους προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης.

Λέξεις-κλειδιά: αζωτοδέσμευση, $\delta^{15}\text{N}$, ισότοπα αζώτου, ψυχανθή

Εισαγωγή

Το άζωτο αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα της παραγωγικότητας των φυτών στα χερσαία οικοσυστήματα (Loomis και Connor 1992). Η αζωτοδέσμευση, δηλαδή η δέσμευση του ατμοσφαιρικού N_2 από τα φυτά μέσω της συμβίωσής τους με διάφορα γένη βακτηρίων, αποτελεί σημαντικό κρίκο του κύκλου του αζώτου, συμβάλλοντας στον εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο.

Είναι ευρέως γνωστό ότι η αζωτοδέσμευση πραγματοποιείται από τα ψυχανθή (ποώδη και δενδρώδη) μέσω των βακτηρίων του γένους *Rhizobium* που συμβιώνουν με τις ρίζες τους. Εκτός από τα βακτήρια του γένους αυτού και άλλα γένη βακτηρίων (*Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium*, *Mesorhizobium* και *Allorhizobium*) συμβιώνουν με τις ρίζες των ψυχανθών και αζωτοδεσμεύουν (Sprent και Parsons 2000). Συμβιωτική αζωτοδέσμευση έχει παρατηρηθεί και σε μη ψυχανθή όπως σε θάμνους και δένδρα διαφόρων γενών (*Parasponia*, *Casuarina*, *Alnus*, *Datisca*, *Myrica*, *Elaeagnus*, *Shepherdia*, *Coriaria*) που συμβιώνουν με βακτήρια του γένους *Frankia* (Dommergues 1997, Tjerkema κ.ά. 2000), σε θάμνους και δένδρα των οικογενειών *Caesalpinioideae*, *Mimosoideae*, *Mirbelieae* (Sprent 1995, Roggy και Prévost 1999), στο ζαχαροκάλαμο (*Saccharum officinarum*) που συμβιώνει με βακτήρια του γένους *Acetobacter* (Bellone κ.ά. 1997, Yoneyama κ.ά. 1997), καθώς και με τη συμβίωση διαφόρων οργανισμών με κυανοβακτήρια (π.χ. στο ζεύγος *Azolla/Anabaena*, σε λειχήνες), όπως αναφέρεται από τους Peoples και Craswell (1992). Ενδείξεις συμβιωτικής αζωτοδέσμευσης υπάρχουν για την γλυκοπατάτα (*Ipomoea batatas*), το κολοκύθι (*Cucurbita moschata*) και το γλυκό σόργο (*Sorghum bicolor*), τα οποία συμβιώνουν με βακτήρια του γένους *Acetobacter* (Yoneyama κ.ά. 1998). Τέλος, οι Stein κ.ά. (1997) διαπίστωσαν ότι βακτήρια του γένους *Azoarcus* μπορούν να συμβιώνουν και να αζωτοδεσμεύουν στις ρίζες του σόργου (*Sorghum vulgare*).

Η ποσότητα του ατμοσφαιρικού N_2 που δεσμεύεται από τα φυτά εξαρτάται όχι μόνο από το φυτικό είδος και το γένος του βακτηρίου που συμβιώνει στη ρίζα του (Unkovich και Pate 2000), αλλά και από άλλους εδαφικούς παράγοντες όπως η διαθεσιμότητα του εδαφικού αζώτου (Vitousek και Field 1999, Unkovich και Pate 2000) και νερού (Serraj κ.ά. 1999). Όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, η ποσότητα του αζώτου που δεσμεύεται είναι μεγάλη. Αναφέρεται ότι για το *Trifolium repens* μπορεί να φθάσει τα 67 kg N ανά στρέμμα, στη διάρκεια ενός έτους ενώ ποσότητες μεταξύ 20 και 40 kg N ανά στρέμμα είναι οι συνηθέστερες (Whitehead 1995).

Παρά τη μεγάλη σημασία της αζωτοδέσμευσης για τα χερσαία οικοσυστήματα, τις προηγούμενες δεκαε-

* Διδάκτορας Οικολογίας Φυτών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Οικολογίας & Προστασίας Περιβάλλοντος (267), 540 06 Θεσσαλονίκη, e-mail: tsialtas@agro.auth.gr

τίες παρουσιάστηκε μείωση του ενδιαφέροντος των παραγωγών αλλά και των επιστημόνων γι' αυτήν. Η κύρια αιτία ήταν η εντατικοποίηση της γεωργίας και η χρήση φθηνών χημικών λιπασμάτων (Graham και Vance 2000). Τα τελευταία χρόνια, η αζωτοδέσμευση επανακάτα το ενδιαφέρον που της αρμόζει. Η αύξηση του πληθυσμού της γης (~ 6 δισεκατομμύρια άνθρωποι) δημιουργεί πιεστικές διατροφικές ανάγκες, ιδιαίτερα στις υπανάπτυκτες χώρες, οι οποίες δεν διαθέτουν τις μεγάλες ποσότητες επικουρικής ενέργειας, κυρίως χημικών λιπασμάτων, που απαιτούνται για την κάλυψή τους. Στις ανεπτυγμένες χώρες, η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων οδήγησε στην εμφάνιση προβλημάτων ρύπανσης και γι' αυτό η οργανική και αειφορική γεωργία κερδίζουν συνεχώς έδαφος (Graham και Vance 2000). Σε ένα σύστημα αειφορικής γεωργίας τα αζωτοδεσμευτικά είδη κατέχουν ιδιαίτερα σημαντική θέση (Döbereiner 1997).

Για να καταδειχθεί η σημασία της αζωτοδέσμευσης, τόσο στα γεωργικά όσο και στα φυσικά οικοσυστήματα και να προσδιοριστεί η συνεισφορά της στον εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο, απαιτείται ο ακριβής υπολογισμός της ποσότητας του αζώτου που δεσμεύεται απ' την ατμόσφαιρα (Viera-Vargas κ.ά. 1995, Κουτρούμπας 1999). Γι' αυτό, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι που καθεμιά παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Κουτρούμπας 1999, Unkovich και Pate 2000) και είναι δύσκολο να αναγνωρισθεί κάποια ως η πλέον αξιόπιστη για ένα εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών (Högberg 1997). Οι μέθοδοι αυτές διακρίνονται στις ισοτοπικές και στις μη ισοτοπικές, ανάλογα με το αν χρησιμοποιούν ή όχι σταθερά ισότοπα N (^{15}N και ^{14}N) για τον προσδιορισμό της ποσότητας του αζώτου που δεσμεύεται (Κουτρούμπας 1999). Τις δύο τελευταίες δεκαετίες εκδηλώνεται ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη μέθοδο προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης με τη χρήση της φυσικής αφθονίας ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$) στους φυτικούς ιστούς. Αυτό οφείλεται στην εξέλιξη των χημικών μεθόδων και των φασματογράφων μάζας που απαιτούνται για τον ακριβή προσδιορισμό των σταθερών ισότοπων αζώτου (Handley και Raven 1992).

Σκοπός του παρόντος άρθρου ανασκόπησης είναι να περιγραφεί η μέθοδος προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης με τη χρήση της φυσικής αφθονίας ^{15}N στους φυτικούς ιστούς, να επισημανθούν τα πλεονεκτήματα τις μεθόδου, αλλά και να καταδειχθούν οι αδυναμίες της.

Ισότοπα αζώτου

Το άζωτο απαντάται στη φύση με τη μορφή τριών, κυρίως, ισότοπων: το ^{15}N και το ^{14}N που είναι σταθερά και το ραδιενεργό ^{13}N . Το ^{13}N δεν χρησιμοποιείται στη βιολογική έρευνα λόγω του μικρού χρόνου ημιζωής του (~10 λεπτά) και της επιβλαβούς ακτινοβολίας του (Fiedler και Proksch 1975). Αντιθέτως, τα σταθερά ισότοπα αζώτου αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία ως ιχνηθέτες διαφόρων φυσιολογικών διεργασιών, στο έδαφος και στο φυτό (Handley και Raven 1992).

Όταν δεν έχει προηγηθεί εφαρμογή, λιπασμάτων εμπλουτισμένων με ^{15}N , στο έδαφος, η αναλογία των σταθερών ισότοπων αζώτου ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) που προσδιορίζεται σε ένα δείγμα (π.χ. εδάφους, φυτικού ιστού) ονομάζεται *φυσική αφθονία ^{15}N* ($\delta^{15}\text{N}$), εκφράζεται επί τοις χιλίοις (‰) και προσδιορίζεται από τον τύπο:

$$\delta^{15}\text{N} (\text{‰}) = \left(\frac{R_{\delta}}{R_{\pi}} - 1 \right) \times 1000$$

όπου R_{δ} είναι ο λόγος $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ στο δείγμα και R_{π} είναι ο λόγος $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ στο πρότυπο. Παγκοσμίως αποδεκτό πρότυπο είναι το ατμοσφαιρικό N_2 που έχει 0,3663% άτομα ^{15}N (Dittert κ.ά. 1998). Επομένως, η φυσική αφθονία ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$) δείχνει πόσο "φτωχότερο" ($\delta^{15}\text{N} < 0\text{‰}$) ή πόσο "εμπλουτισμένο" ($\delta^{15}\text{N} > 0\text{‰}$) είναι ένα δείγμα σε ^{15}N , σε σχέση με το ατμοσφαιρικό N_2 . Όπως προκύπτει από τον τύπο, η τιμή της φυσικής αφθονίας του ατμοσφαιρικού N_2 είναι ίση με 0‰.

Φυσική αφθονία ^{15}N στα διάφορα τμήματα ενός οικοσυστήματος

Οι διαφορές της φυσικής αφθονίας ^{15}N στα τμήματα ενός οικοσυστήματος (π.χ. ανόργανο έδαφος, οργανική ουσία, φυτά κτλ) είναι μικρές και κυμαίνονται μεταξύ -10 και +20‰. Διαφορές της τάξεως του 1‰ μπορεί να είναι σημαντικές και να φανερώνουν ότι κάποια διεργασία έχει συμβεί στο οικοσύστημα (Handley και Raven 1992).

Ανάλογα με τον τύπο του οικοσυστήματος, οι τιμές $\delta^{15}\text{N}$ του εδάφους κυμαίνονται από -10 έως +20‰ (Feigin κ.ά. 1974) και είναι υψηλότερες στις τροπικές περιοχές (Piccolo κ.ά. 1994). Συνήθως, οι τιμές $\delta^{15}\text{N}$ του εδάφους είναι υψηλότερες απ' αυτές του ατμοσφαιρικού N_2 και αυτό οφείλεται στις διακρίσεις (discriminations ή fractionations) που συμβαίνουν σε βάρος του ^{15}N σε όλες τις διεργασίες του κύκλου του αζώτου. Αυτό σημαίνει ότι στις διεργασίες του κύκλου του αζώτου που συντελούν στην απώλεια του από το έδαφος (π.χ. ανοργανοποίηση, νιτροποίηση, απονιτροποίηση, απώλεια με μορφή αέριας αμμωνίας) συμμετέχει κατά προτίμηση το ^{14}N με συνέπεια το εναπομείνον αζώτο του εδάφους να είναι εμπλουτισμένο σε ^{15}N (Högberg 1997). Επίσης, αύξηση των τιμών $\delta^{15}\text{N}$ παρατηρείται και με το βάθος του εδάφους, ιδιαίτερα στα φυσικά οικοσυστήματα (Piccolo κ.ά. 1994).

Τα φυτά εμφανίζουν, συνήθως, χαμηλότερες τιμές $\delta^{15}\text{N}$ σε σχέση με το έδαφος στο οποίο αναπτύσσονται (Boddey κ.ά. 2000). Κατά την πρόσληψη του αζώτου από το ριζικό σύστημα των φυτών δεν συμβαίνει διάκριση σε βάρος του ^{15}N , τουλάχιστον σε εδάφη που το αζώτο είναι περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη των φυτών (Jordan κ.ά. 1997). Ωστόσο, κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού του αζώτου μέσα στο φυτό παρατηρούνται διακρίσεις σε βάρος του ^{15}N (Robinson κ.ά. 1998), με αποτέλεσμα τα διάφορα μέρη του φυτού να παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές $\delta^{15}\text{N}$. Έτσι, βρέθηκε ότι τα φυμάτια των αζωτοδεσμευτικών φυτών έχουν υψηλότερες τιμές $\delta^{15}\text{N}$ σε σχέση με τα άλλα μέρη του φυτού π.χ. τα φύλλα (Unkovich κ.ά. 1994, Boddey κ.ά. 2000). Οι τιμές $\delta^{15}\text{N}$ στα φύλλα των αζωτοδεσμευτικών φυτών κυμαίνονται μεταξύ -2‰ και 0‰ (Yoneyama κ.ά. 1986, Kurdali κ.ά. 1993), ενώ έχουν αναφερθεί και χαμηλότερες τιμές (Abbadie κ.ά. 1992, Τσιάλτας 2000). Γενικά, τα αζωτοδεσμευτικά είδη παρουσιάζουν αρνητικές τιμές $\delta^{15}\text{N}$ και την υψηλότερη συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη που αναπτύσσονται στο ίδιο οικοσύστημα (Guehl κ.ά. 1998, Roggy κ.ά. 1999). Ακόμη και σε έδαφος με υψηλή συγκέντρωση $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, που έχει θετικές τιμές $\delta^{15}\text{N}$ με συνέπεια τα φυτά να είναι "εμπλουτισμένα" σε ^{15}N (θετικές τιμές $\delta^{15}\text{N}$), τα αζωτοδεσμευτικά είδη εξακολουθούν να εμφανίζουν τις χαμηλότερες τιμές $\delta^{15}\text{N}$, αν και θετικές (Pate κ.ά. 1998).

Αζωτοδέσμευση και φυσική αφθονία ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$)

Η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N , για να προσδιορίσει την αζωτοδέσμευση στηρίζεται στο γεγονός ότι το ανόργανο αζώτο του εδάφους (NO_3^- και NH_4^+) είναι συνήθως ελαφρά "εμπλουτισμένο" (και σπανιότερα "φτωχότερο") σε ^{15}N σε σχέση με το ατμοσφαιρικό N_2 (Ledgard κ.ά. 1984). Έτσι, τα φυτά που χρησιμοποιούν διαφορετικές πηγές αζώτου (ανόργανο αζώτο, αζώτο από αζωτοδέσμευση) θα έχουν διαφορετικές τιμές $\delta^{15}\text{N}$. Με τη χρήση φασματογράφου μάζας υψηλής ακριβείας είναι δυνατό να ανιχνευθούν αυτές οι μικρές διαφορές στις τιμές $\delta^{15}\text{N}$ μεταξύ αζωτοδεσμευτικών και μη αζωτοδεσμευτικών φυτικών ειδών. Το ποσοστό του αζώτου που προέρχεται από την αζωτοδέσμευση υπολογίζεται με τη σύγκριση των τιμών $\delta^{15}\text{N}$ του αζωτοδεσμευτικού είδους με τις αντίστοιχες ενός μη αζωτοδεσμευτικού είδους, που αποτελεί τον μάρτυρα, σύμφωνα με τη σχέση (Shearer και Kohl 1986):

$$N_{\text{dfa}} = (\delta^{15}\text{N}_{\text{ref}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{fix}}) / (\delta^{15}\text{N}_{\text{ref}} - B)$$

όπου N_{dfa} το ποσοστό του αζώτου που προέρχεται απ' την αζωτοδέσμευση, $\delta^{15}\text{N}_{\text{fix}}$ οι τιμές $\delta^{15}\text{N}$ του αζωτοδεσμευτικού φυτού όταν προμηθεύεται αζώτο τόσο από αζωτοδέσμευση όσο και από το έδαφος, $\delta^{15}\text{N}_{\text{ref}}$ η φυσική αφθονία του ^{15}N ενός μη αζωτοδεσμευτικού φυτού που προμηθεύεται αζώτο μόνο από το έδαφος και B η τιμή $\delta^{15}\text{N}$ του αζωτοδεσμευτικού είδους με αποκλειστική πηγή αζώτου την αζωτοδέσμευση.

Ο προσδιορισμός των τιμών B είναι δύσκολος και αποτελεί μια από τις αδυναμίες της μεθόδου (Högberg 1997, Unkovich και Pate 2000). Ακριβής προσδιορισμός των τιμών αυτών επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη του αζωτοδεσμευτικού είδους σε υδροπονική καλλιέργεια με απουσία αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα (Unkovich κ.ά. 1994, Unkovich και Pate 2000). Ωστόσο, ο τρόπος αυτός δεν εξαλείφει τον παράγοντα της ηλικίας του φυτού που επηρεάζει τις τιμές B (Unkovich κ.ά. 1994). Ιδιαίτερα στα δενδρώδη είδη, οι τιμές που υπολογίζονται σε υδροπονική καλλιέργεια, μπορεί να μην εκφράζουν τις πραγματικές τιμές για ώριμα δένδρα στο ύπαιθρο. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές B είναι το είδος του αζωτοδεσμευτικού φυτού και η φυλή του συμβιωτικού βακτηρίου. Όπως προαναφέρθηκε, επειδή τα διάφορα μέρη του φυτού διαφέρουν ως προς τις τιμές $\delta^{15}\text{N}$, ο προσδιορισμός των τιμών $\delta^{15}\text{N}$ για το αζωτοδεσμευτικό είδος και τον μάρτυρα πρέπει να γίνεται

στο ίδιο φυτικό όργανο και κατά προτίμηση στα φύλλα (Boddey κ.ά. 2000).

Σε πολλές περιπτώσεις, δεν γίνεται προσδιορισμός των τιμών B αλλά χρησιμοποιούνται βιβλιογραφικά δεδομένα που αφορούν τα αντίστοιχα αζωτοδεσμευτικά είδη (Herridge κ.ά. 1995, Jacot κ.ά. 2000) ή χρησιμοποιούνται τιμές από -2 έως 0% οι οποίες δίνουν αποδεκτά δεδομένα (Schulze κ.ά. 1991, Yoneyama κ.ά. 1997).

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου της φυσικής αφθονίας ^{15}N

Πλεονεκτήματα

Κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι είναι η μοναδική που μπορεί να εφαρμοστεί σε φυσικά (Shearer και Kohl 1993, Högborg 1997) ή ημιφυσικά οικοσυστήματα, όπως οι τεχνητοί λειμώνες (Kerley και Jarvis 1999), χωρίς βέβαια να αποκλείεται η εφαρμογή της και σε καλλιεργούμενα οικοσυστήματα (Schwenke κ.ά. 1998). Η μέθοδος της φυσικής αφθονίας έχει εφαρμοστεί ακόμη και σε οικοσυστήματα στα οποία οι συνθήκες πειραματισμού είναι δύσκολες, όπως τα αλπικά λιβάδια (Jacot κ.ά. 2000) και η τούνδρα (Bowman κ.ά. 1996).

Σε αντίθεση με τις άλλες ισοτοπικές μεθόδους, η μέθοδος της φυσικής αφθονίας δεν προκαλεί διαταραχή του κύκλου του αζώτου αφού δεν απαιτεί εμπλουτισμό του εδάφους ^{15}N (Högborg 1997). Για τον ίδιο λόγο, η μέθοδος της φυσικής αφθονίας είναι και πιο οικονομική αφού ο εμπλουτισμός του εδάφους με ^{15}N είναι δαπανηρός (Ledgard και Peoples 1988).

Η εφαρμογή της μεθόδου της φυσικής αφθονίας ^{15}N δεν περιορίζεται μόνο στο επίπεδο του πειραματικού τεμαχίου, όπως συμβαίνει με τις άλλες μεθόδους, αλλά μπορεί να εφαρμοστεί σε επίπεδο καλλιέργειας (Schwenke κ.ά. 1998) ή οικοσυστήματος (Vitousek 1999) ή για τη διατοπική σύγκριση του ποσοστού της αζωτοδέσμευσης ενός καλλιεργούμενου είδους (Unkovich κ.ά. 1995). Συγκεκριμένα, οι Schwenke κ.ά. (1998) μελέτησαν, για δύο έτη, την αζωτοδεσμευτική ικανότητα 51 εμπορικών ποικιλιών ρεβιθίου και κουκιών που καλλιεργούνταν σε περιοχές της ανατολικής Αυστραλίας. Ο Vitousek (1999) μελέτησε την επίδραση της φωσφορούχου λίπανσης στην αζωτοδεσμευτική ικανότητα του δένδρου *Metrosideros polymorpha* σε νεαρής γεωλογικής ηλικίας ηφαιστειακά εδάφη της Χαβάης. Τέλος, οι Unkovich κ.ά. (1995) συνέκριναν το ποσοστό αζωτοδέσμευσης του *Trifolium subterraneum* σε 184 περιοχές καλλιέργειας σε 7 αγροκτήματα της νοτιοδυτικής Αυστραλίας. Ανάλογες έρευνες θα ήταν δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να γίνουν με άλλη μέθοδο προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης.

Πολύ σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου της φυσικής αφθονίας είναι ότι, μέχρι σήμερα, αποτελεί τη μοναδική μέθοδο προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης θαμνωδών και δενδρωδών ειδών με βαθύ ριζικό σύστημα (Thomas κ.ά. 1991, Schulze κ.ά. 1991, Högborg 1997). Οι Brockwell κ.ά. (1995) προσδιόρισαν με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας το ποσοστό αζωτοδέσμευσης σε καλλιέργεια μηδικής μεγάλης ηλικίας. Οι άλλες μέθοδοι εφαρμόζονται μόνο στα πρώτα χρόνια εγκατάστασης της καλλιέργειας. Η ώριμη καλλιέργεια αναπτύσσει το ριζικό της σύστημα σε μεγάλο βάθος, ενώ το επιφανειακό ριζικό σύστημα δεν εμφανίζει φυμάτια. Έτσι, υπήρχε η υπόνοια ότι για την ανάπτυξη της χρησιμοποιεί ανόργανο άζωτο από μεγάλα βάθη εδάφους. Οι Brockwell κ.ά. (1995) απέδειξαν ότι η μηδική στηρίζεται κυρίως στην αζωτοδέσμευση για την κάλυψη των αναγκών της σε άζωτο.

Σημαντικό πλεονέκτημα θεωρείται η χρήση της μεθόδου για τη μελέτη της επίδρασης διαφόρων μεταχειρίσεων (π.χ. βόσκηση, λίπανση) στο ποσοστό αζωτοδέσμευσης. Παρά το ότι υπάρχουν δεδομένα που δείχνουν επίδραση της βόσκησης στις τιμές $\delta^{15}\text{N}$ των φυτών (Eriksen και Høgh-Jensen 1998, Neilson κ.ά. 1998), σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N για τον προσδιορισμό της αζωτοδέσμευσης (Peoples κ.ά. 1995, Sanford κ.ά. 1995, Riffkin κ.ά. 1999). Με την ίδια μέθοδο είναι εύκολο να μελετηθεί και η επίδραση διαφόρων επιπέδων λίπανσης ή λιπαντικών στοιχείων στην αζωτοδέσμευση, ποωδών (Peoples κ.ά. 1995, Kerley και Jarvis 1999) και ξυλωδών ειδών (Muofhe και Dakora 1999).

Συμπερασματικά, σημαντικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η ευκολία εφαρμογής της, αφού δεν απαιτεί προσθήκη αζώτου (εμπλουτισμένου σε ^{15}N ή μη) και το ότι δεν είναι καταστροφική μέθοδος (non-destructive method), αλλά απαιτεί τη λήψη μικρών φυτικών δειγμάτων του αζωτοδεσμευτικού φυτού και του μάρτυρα.

Μειονεκτήματα

Σύμφωνα με τους Handley και Scrimgeour (1997), οι ιδανικές συνθήκες εφαρμογής της μεθόδου της φυσικής αφθονίας ^{15}N είναι όταν υπάρχουν μόνο δύο πηγές αζώτου για την ανάπτυξη των φυτών (αζωτοδέσμευση, ανόργανο άζωτο) με διακριτό ισοτοπικό ίχνος ($\delta^{15}\text{N}$) μεταξύ τους. Συνήθως όμως, οι τιμές $\delta^{15}\text{N}$ του διαθέσιμου για τα φυτά εδαφικού αζώτου μεταβάλλονται με το βάθος του εδάφους και τον χρόνο. Όταν είναι κοντά στις τιμές του ατμοσφαιρικού N_2 ($\delta^{15}\text{N} \sim 0\%$), η μέθοδος δεν είναι ευαίσθητη (Ledgard και Peoples 1988). Η μεγάλη παραλλακτικότητα των τιμών $\delta^{15}\text{N}$ του εδάφους δεν επέτρεψε τον προσδιορισμό, με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N , του ποσοστού της αζωτοδέσμευσης σε ένα δάσος ευκαλύπτου της Αυστραλίας, του οποίου ο υπόροφος αποτελούνταν από είδη του γένους *Acacia* (Hansen και Pate 1987).

Η ευρεία και επιτυχημένη εφαρμογή της μεθόδου στην Αυστραλία αποδίδεται από τους Pate και Unkovich (1998) στις μικρές μεταβολές, με το βάθος και τον χρόνο, των τιμών $\delta^{15}\text{N}$ του εδάφους στα γεωργικά εδάφη της χώρας αυτής. Οι μικρές αυτές μεταβολές οφείλονται στην αμειψισπορά που εφαρμόζεται, στο ότι τα εδάφη είναι φτωχά σε άζωτο, στην περιορισμένη εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων και στο ότι η μεγαλύτερη ποσότητα εδαφικού αζώτου προέρχεται από την ανοργανοποίηση πρόσφατα ενσωματωμένων υπολειμμάτων ψυχανθών.

Ένα εν δυνάμει σημαντικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι απαιτεί τον προσδιορισμό των τιμών B , δηλαδή των τιμών $\delta^{15}\text{N}$ του αζωτοδεσμευτικού είδους όταν αυτό στηρίζεται αποκλειστικά στην αζωτοδέσμευση για την κάλυψη των αναγκών του σε άζωτο. Από τη στιγμή που οι τιμές B διαφέρουν ανάλογα με το είδος και την ηλικία του φυτού (Unkovich κ.ά. 1994, Boddey κ.ά. 2000), το είδος του συμβιωτικού βακτηρίου (Unkovich και Pate 1998) και τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών (Ledgard 1989) γίνεται κατανοητό ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία ενιαία τιμή B για όλα τα είδη και τις συνθήκες ανάπτυξης. Ωστόσο, σαν γενικός κανόνας θα μπορούσε να αναφερθεί ότι όταν το ποσοστό αζωτοδέσμευσης που υπολογίζεται με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N είναι μικρότερο από 85% τότε το σφάλμα που οφείλεται στον υπολογισμό των τιμών B είναι, κατά πάσα πιθανότητα, μικρό (Unkovich κ.ά. 1994).

Άλλη δυσκολία της μεθόδου είναι η επιλογή του κατάλληλου μάρτυρα (Pate και Unkovich 1998, Unkovich και Pate 2000). Ο μάρτυρας και το αζωτοδεσμευτικό είδος πρέπει να ομοιάζουν στην κατανομή και μορφολογία του ριζικού συστήματος και να παρουσιάζουν παρόμοια προτίμηση και χωροχρονική πρόσβαση στις μορφές αζώτου του εδάφους (Högberg 1997, Pate και Unkovich 1998). Για τις συνθήκες της δυτικής Αυστραλίας, τα δικοτυλήδονα είδη αποδείχθηκαν καλύτερα ως μάρτυρες από τα αγρωστώδη (Sanford κ.ά. 1994). Βέβαια, στην περίπτωση των καλλιεργούμενων ψυχανθών, ο ιδανικός μάρτυρας είναι μια ισογραμμή που δεν σχηματίζει φυμάτια, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στη σόγια (Herridge κ.ά. 1990). Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν στο έδαφος αποτελεσματικά ιθαγενή βακτήρια, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μάρτυρες, πειραματικά τεμάχια του αζωτοδεσμευτικού είδους στα οποία δεν έχει γίνει εμβολιασμός (Pate κ.ά. 1994, Unkovich κ.ά. 1997).

Παρά το ότι από ορισμένους ερευνητές αμφισβητείται, έχει βρεθεί ότι συμβαίνει μεταφορά πρόσφατα δεσμευμένου αζώτου από ένα αζωτοδεσμευτικό είδος σε κάποιο γειτονικό μη αζωτοδεσμευτικό είδος (Gil κ.ά. 1997, Trappin κ.ά. 2000) του οποίου μεταβάλλονται οι τιμές $\delta^{15}\text{N}$ (γίνονται μικρότερες). Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την εσφαλμένη εκτίμηση του ποσοστού της αζωτοδέσμευσης που θα προσδιοριστεί αν εφαρμοστεί η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N . Γι' αυτό, οι Pate κ.ά. (1994) προτείνουν να γίνεται δειγματοληψία του μάρτυρα σε κοντινή απόσταση από το αζωτοδεσμευτικό είδος, αλλά αρκετά μακριά από τη ζώνη του ριζικού του συστήματος.

Σύμφωνα με τους Unkovich κ.ά. (1994), η επιτυχημένη χρήση της μεθόδου της φυσικής αφθονίας ^{15}N στις συνθήκες της νοτιοδυτικής Αυστραλίας απαιτεί την ύπαρξη διαφοράς ανάμεσα στις τιμές $\delta^{15}\text{N}$ του μάρτυρα και του ατμοσφαιρικού N_2 που χρησιμοποιείται ως πρότυπο, τουλάχιστον δεκαπλάσια της ακρίβειας προσδιορισμού των τιμών $\delta^{15}\text{N}$. Στις συνθήκες της δυτικής Αυστραλίας, διαφορές μόνο 2%, ανάμεσα στο αζωτοδεσμευτικό είδος και τον μάρτυρα προσδιόρισαν το ποσοστό αζωτοδέσμευσης με ακρίβεια $\pm 6\%$ (Unkovich κ.ά. 1994).

Όταν δεν υπάρχουν πληροφορίες για την κατανομή και τη μορφολογία του ριζικού συστήματος των φυτών και την ετερογένεια του εδαφικού αζώτου ως προς τις τιμές $\delta^{15}\text{N}$ (π.χ. σε φυσικά οικοσυστήματα), τότε η ύπαρξη μεγάλων διαφορών ($\pm 5\%$) μεταξύ των τιμών $\delta^{15}\text{N}$ του μάρτυρα και των τιμών B , επιτρέπει τον προσδιορισμό του ποσοστού αζωτοδέσμευσης με ακρίβεια. Επίσης, για την αποφυγή των προβλημάτων που

δημιουργούνται από την επιλογή του κατάλληλου μάρτυρα, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται περισσότερα του ενός είδη ως μάρτυρες (Högberg 1997).

Σύγκριση αποτελεσμάτων προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N σε σχέση με άλλες μεθόδους

Αναλυτική περιγραφή των μεθόδων προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης γίνεται από τον Κουτρούμπα (1999). Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τον προσδιορισμό του ποσοστού της αζωτοδέσμευσης με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N σε σύγκριση με αυτά που προκύπτουν από άλλες μεθόδους είναι ποικίλα και πολλές φορές αντικρουόμενα γι' αυτό κρίνεται απαραίτητο να σχολιασθούν.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N απέτυχε να προσδιορίσει το ποσοστό αζωτοδέσμευσης σε είδη *Acacia* που αποτελούσαν τον υπόροφο ενός δάσους ευκαλύπτων στην Αυστραλία (Hansen και Pate 1987). Αυτό αποδόθηκε στην αδυναμία εύρεσης κατάλληλων μαρτύρων λόγω της μεγάλης ετερογένειας του εδαφικού αζώτου ως προς τις τιμές $\delta^{15}\text{N}$. Αντιθέτως, στην ίδια τοποθεσία, η μέθοδος αναγωγής του ακετυλενίου (C_2H_2) χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία.

Οι Brendel κ.ά. (1997) συνέκριναν τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N με τη μέθοδο της ισοτοπικής αραιώσης (isotope dilution method) υπό συνθήκες θερμοκηπίου για να περιορίσουν τη δυσμενή επίδραση του περιβάλλοντος κατά τον πειραματισμό. Η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N έδωσε αποτελέσματα που δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από αυτά της μεθόδου της ισοτοπικής αραιώσης όταν είχε γίνει περιορισμένος εμπλουτισμός του εδάφους με ^{15}N (0,5 άτομα % ^{15}N), ενώ διέφεραν στατιστικώς σημαντικά όταν ο εμπλουτισμός με ^{15}N ήταν υψηλός (5 άτομα % ^{15}N). Τα αποτελέσματα της αζωτοδέσμευσης για τα δύο επίπεδα εμπλουτισμού με ^{15}N που εφαρμόστηκαν κατά την ισοτοπική αραιώση διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα αυτά φανερώνουν την ενδογενή αδυναμία της μεθόδου της ισοτοπικής αραιώσης να δώσει αξιόπιστες μετρήσεις αφού αυτές επηρεάζονται από το επίπεδο εμπλουτισμού του εδάφους με ^{15}N . Επίσης, η έρευνα αυτή δείχνει πόσο δύσκολο είναι να γίνει αξιόπιστος προσδιορισμός της αζωτοδέσμευσης σε συνθήκες υπαίθρου όταν κάτι τέτοιο είναι δύσκολο να συμβεί υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

Οι Jacot κ.ά. (2000) προσδιόρισαν το ποσοστό αζωτοδέσμευσης σε ψυχανθή, σε διαφορετικού υψομέτρου αλπικά λιβάδια της Ελβετίας, με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας και της ισοτοπικής αραιώσης. Παρόλο που τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων ήταν συγκρίσιμα, οι ερευνητές θεωρούν ότι η μέθοδος της ισοτοπικής αραιώσης, όταν χρησιμοποιούνται πολλοί μάρτυρες, είναι πιο ακριβής. Για το συγκεκριμένο πείραμα, αυτό αποδόθηκε στη δυσκολία εύρεσης των κατάλληλων τιμών B για τα ψυχανθή που αναπτύσσονταν σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος. Οι Bremer και van Kessel (1990) συνέκριναν τις ίδιες μεθόδους, σε συνθήκες αγρού. Στην έρευνα αυτή που διήρκεσε 3 έτη χρησιμοποιήθηκαν 4 είδη-μάρτυρες και δύο αζωτοδεσμευτικά είδη. Τα ποσοστά αζωτοδέσμευσης, σε μέσες τιμές, δεν διέφεραν στις 18 από τις 21 περιπτώσεις. Η μεγαλύτερη διαφορά ήταν 33% αλλά μόνο σε 8 περιπτώσεις η διαφορά ήταν >10%.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες είναι δύο πειραματικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε καλλιέργειες στον Καναδά. Οι δύο αυτές εργασίες αξίζουν αναφοράς, αφού όπως αναφέρουν οι Handley και Scrimgeour (1997), "ανέτρεψαν τα μέχρι τότε βιβλιογραφικά δεδομένα που αφορούσαν τη σύγκριση των μεθόδων προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης". Η πρώτη έγινε από τους Androssoff κ.ά. (1995) σε καλλιέργεια μιτζελιού. Ο πειραματισμός είχε σκοπό να συγκρίνει τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N με τη μέθοδο της ισοτοπικής αραιώσης και ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η ελαιοκράμβη (*Brassica napus*). Τα ποσοστά αζωτοδέσμευσης, σε μέσες τιμές, ήταν παρόμοια για τις δύο μεθόδους (45 και 50%, αντίστοιχα). Ωστόσο, δεν βρέθηκε να υπάρχει συσχέτιση των αντίστοιχων ποσοστών αζωτοδέσμευσης που προσδιορίστηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας. Τα ποσοστά της μεθόδου της ισοτοπικής αραιώσης εμφάνισαν μεγαλύτερη παραλλακτικότητα σε σχέση μ' αυτά της μεθόδου της φυσικής αφθονίας ^{15}N και σε ορισμένες περιπτώσεις έδωσαν μη αποδεκτές, αρνητικές, τιμές αζωτοδέσμευσης. Στη δεύτερη έρευνα που έγινε από τους Stevenson κ.ά. (1995), συγκρίθηκε η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N με τη μέθοδο 'A-value', με την οποία περισσότερο επισημασμένο N (^{15}N) χορηγείται στον μάρτυρα (ελαιοκράμβη) σε σχέση με το ψυχανθές (μιτζέλι). Σε επίπεδο καλλιέργειας, στο στάδιο της άνθησης, βρέθηκε να υπάρχει σχετική συμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων που έδωσαν οι δύο μέθοδοι (71 και 87% για τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας και τη μέθοδο 'A-value', αντίστοιχα). Στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης της καλλιέργειας, βρέθηκε απόλυτη συμφωνία αποτελεσμάτων για τις δύο μεθόδους

(75 και 76%, αντίστοιχα). Όμως, πάλι, οι συσχετίσεις των ποσοστών αζωτοδέσμευσης μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας ήταν μικρές ή στατιστικώς μη σημαντικές. Αυτό αποδόθηκε από τους ερευνητές στη μεγάλη παραλλακτικότητα που υπήρχε ως προς το εδαφικό νερό ή/και άζωτο στην περιοχή πειραματισμού, κάτι που επηρέασε την αζωτοδέσμευση. Για την επίλυση ανάλογων προβλημάτων, σε μελλοντικά πειράματα, προτείνεται η λήψη μεγαλύτερου αριθμού επαναλήψεων τόσο για τον μάρτυρα όσο και για το ψυχανθές.

Μπορεί να μη βρέθηκε υψηλή συσχέτιση μεταξύ των ποσοστών αζωτοδέσμευσης στα δύο παραπάνω πειράματα, αλλά κάτι τέτοιο δεν συνέβη ($r^2=0,81$) σε μια έρευνα 6 ετών που έγινε στην Αυστραλία, όπου συγκρίθηκαν η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N με τη μέθοδο της ουρείδης, σε καλλιέργεια σόγιας (Song κ.ά. 1995).

Η σύγκριση των μεθόδων της φυσικής αφθονίας ^{15}N και της διαφοράς N (N-difference method) έδωσε παραπλήσια ποσοστά αζωτοδέσμευσης σε καλλιέργεια ρεβιθίου στην Αυστραλία (Herridge κ.ά. 1995). Ωστόσο, τα αποτελέσματα της δεύτερης μεθόδου εμφάνισαν μεγαλύτερη παραλλακτικότητα.

Εκτός όμως από τα γεωργικά οικοσυστήματα, η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N έχει συγκριθεί με άλλες μεθόδους σε ξυλώδη φυτικά είδη και σε φυσικά οικοσυστήματα. Οι Hamilton κ.ά. (1993) συνέκριναν τις μεθόδους της φυσικής αφθονίας και της ισοτοπικής αραίωσης σε είδη ακακίας που αναπτύσσονταν στον υπόροφο ενός δάσους ευκαλύπτων. Η σύγκριση έγινε 12, 16 και 27 μήνες μετά τη φύτευση των δενδρυλλίων, με μάρτυρα το είδος *Poa sieberiana*. Οι δύο μέθοδοι έδωσαν συγκρίσιμα αποτελέσματα στους 16 μήνες μετά τη φύτευση. Ωστόσο, η μέθοδος της ισοτοπικής αραίωσης έδωσε υψηλότερα ποσοστά αζωτοδέσμευσης, σε σχέση με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας στους 12 μήνες ενώ το αντίστροφο συνέβη στους 27 μήνες μετά τη φύτευση. Οι ερευνητές θεώρησαν τα αποτελέσματα της μεθόδου της φυσικής αφθονίας ^{15}N πιο αξιόπιστα αποδεχόμενοι ότι στα πειραματικά τεμάχια εφαρμογής του ^{15}N , η πρόσληψη του αζώτου γινόταν με διαφορετικό ρυθμό σε σχέση με τον μάρτυρα, στις διάφορες χρονικές στιγμές δειγματοληψίας (Boddey κ.ά. 1995).

Οι Mariotti κ.ά. (1992) συνέκριναν τις μεθόδους φυσικής αφθονίας ^{15}N και διαφοράς N σε μια παραθαλάσσια περιοχή της Σενεγάλης με αμμώδες έδαφος, όπου αναπτύσσεται το αζωτοδεσμευτικό είδος *Casuarina equisetifolia*. Άλλα φυτά του *C. equisetifolia* εμφάνιζαν φυμάτια και άλλα όχι. Τα φυτά που δεν είχαν φυμάτια αποτέλεσαν, μαζί με το είδος *Eucalyptus camaldulensis*, τους μάρτυρες και έδωσαν ποσοστά αζωτοδέσμευσης, αντίστοιχα, 39 και 37%, με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N και 33 και 24%, με τη μέθοδο της διαφοράς N.

Η πιο εμπειριστατωμένη μελέτη που έχει γίνει μέχρι σήμερα, σε φυσικά οικοσυστήματα, ήταν των Peoples κ.ά. (1996) στο βόρειο Queensland της Αυστραλίας. Στην έρευνα αυτή προσδιορίστηκε το ποσοστό αζωτοδέσμευσης τριών τροπικών ειδών (*Calliandra calothyrsus*, *Gliciridia sepium* και *Codariocalyx gyroides*) με μάρτυρες τον θάμνο *Senna spectabilis* και το αγρωστώδες *Panicum maximum*. Έγινε σύγκριση της μεθόδου της φυσικής αφθονίας ^{15}N με τη μέθοδο της ισοτοπικής αραίωσης και τη μέθοδο της ουρείδης (για το είδος *Codariocalyx gyroides*). Το ποσοστό αζωτοδέσμευσης ήταν παρόμοιο για όλες τις μεθόδους προσδιορισμού.

Τέλος, η μέθοδος της φυσικής αφθονίας και της αναγωγής C_2H_2 χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιοριστεί το ποσοστό αζωτοδέσμευσης στο είδος *Alnus incana* που αναπτύσσεται σε υγροτόπους της πολιτείας της Νέας Υόρκης (Hurd κ.ά. 2001). Οι δύο μέθοδοι έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα που όμως δεν ήταν άμεσα συγκρίσιμα αφού η κάθε μέθοδος εφαρμόστηκε σε διαφορετική χρονιά.

Κλείνοντας, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N είναι πιο ακριβής από τη μέθοδο της ισοτοπικής αραίωσης όταν το ποσοστό αζωτοδέσμευσης που προσδιορίζεται είναι <85% (Unkovich κ.ά. 1994) ενώ η μέθοδος της ισοτοπικής αραίωσης είναι πιο αξιόπιστη σε υψηλά ποσοστά αζωτοδέσμευσης παρά σε χαμηλά (Boddey κ.ά. 1990). Όπως υποστηρίζει ο Högborg (1997), μπορεί σε θεωρητικό επίπεδο η μέθοδος της ισοτοπικής αραίωσης να είναι πιο ακριβής σε σχέση με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N , αλλά αυτό δεν είναι δεδομένο ότι ισχύει στις πολύπλοκες συνθήκες υπαίθρου. Ο Hauck (1973) θεωρεί τα αποτελέσματα που λαμβάνονται με τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N ως "ημιποσοτικά". Όπως όμως τονίζουν οι Shearer κ.ά. (1983), το σφάλμα προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης με τη μέθοδο αυτή κυμαίνεται από 5 έως 10% και επειδή καμιά άλλη μέθοδος δεν δίνει υψηλότερη ακρίβεια θεωρούν τη μέθοδο της φυσικής αφθονίας ^{15}N πολύ χρήσιμο εργαλείο (Shearer και Kohl 1993).

Συμπεράσματα

Η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N παρουσιάζει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες μεθόδους προσδιορισμού της αζωτοδέσμευσης. Ως κυριότερα θα μπορούσαν να αναφερθούν η απλότητα της μεθόδου, το γεγονός ότι είναι μη καταστροφική, το ότι δεν απαιτεί την προσθήκη λιπασμάτων εμπλουτισμένων με ^{15}N και η δυνατότητα εύκολης εφαρμογής της σε φυσικά οικοσυστήματα.

Βέβαια, όπως και οι άλλες μέθοδοι, παρουσιάζει μειονεκτήματα, με κυριότερα τη δυσκολία υπολογισμού των τιμών B και της επιλογής του κατάλληλου μάρτυρα. Οι αδυναμίες αυτές μπορούν να ξεπεραστούν όταν ο πειραματισμός γίνει με προσοχή, οπότε η μέθοδος της φυσικής αφθονίας ^{15}N δίνει αποτελέσματα συγκρίσιμης ή υψηλότερης ακρίβειας σε σχέση με τις άλλες μεθόδους.

Η ευρεία και επιτυχής εφαρμογή της μεθόδου, εδώ και δύο δεκαετίες, σε καλλιεργούμενα και φυσικά οικοσυστήματα της Αυστραλίας, με εδαφοκλιματικά χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά της χώρας μας (φτωχά σε άζωτο εδάφη, μεσογειακό κλίμα), προοιωνίζεται την καταλληλότητα της μεθόδου για τις ελληνικές συνθήκες στις οποίες δεν έχει δοκιμαστεί ακόμη.

Quantification of symbiotic N_2 fixation by plants using ^{15}N natural abundance ($\delta^{15}\text{N}$)**J. T. Tsialtas*****Summary**

Symbiotic N_2 fixation, conducted by legume and non-legume species, is considered to be an important process of nitrogen cycling in terrestrial ecosystems. Many methods have been developed for the quantification of N_2 fixation, each one having advantages and disadvantages. In the last two decades, ^{15}N natural abundance method has gained special interest. This method, as all the others, has some weaknesses, which in no case repeal its significant advantages. In this paper, the ^{15}N natural abundance method is described, its advantages and disadvantages are discussed and is compared to other methods used for the quantification of N_2 fixation.

Key-words: nitrogen fixation, nitrogen isotopes, ^{15}N natural abundance, legumes

Βιβλιογραφία

- Abbadie, L., A. Mariotti, and J.-C. Menaut. 1992. Independence of savanna grasses from soil organic matter for their nitrogen supply. *Ecology* 73:608-613.
- Androssoff, G.L., C. van Kessel, and D.J. Pennock. 1995. Landscape-scale estimates of dinitrogen fixation by *Pisum sativum* by nitrogen-15 natural abundance and enriched isotope dilution. *Biol. Fertil. Soils* 20:33-40.
- Bellone, C.H., S.D.V.C. de Bellone, R.O. Pedraza, and M.A. Monzon. 1997. Cell colonization and infection thread formation in sugar cane roots by *Acetobacter diazotrophicus*. *Soil Biol. Biochem.* 29:965-967.
- Boddey, R.M., S. Urquiaga, and M.C. Neves. 1990. Quantification of the contribution of N_2 fixation to field-grown legumes- a strategy for the practical application of the ^{15}N isotope dilution technique. *Soil Biol. Biochem.* 22:649-655.
- Boddey, R.M., O.C. de Oliveira, B.J.R. Alves, and S. Urquiaga. 1995. Field application of the ^{15}N isotope dilution technique for the reliable quantification of plant-associated biological nitrogen fixation. *Fertil. Res.* 42:77-87.
- Boddey, R.M., M.B. Peoples, B. Palmer, and P.J. Dart. 2000. Use of ^{15}N natural abundance technique to quantify biological nitrogen fixation by woody perennials. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 57:235-270.
- Bowman, W.D., J.C. Schardt, and S.K. Schmidt. 1996. Symbiotic N_2 -fixation in alpine tundra: ecosystem input and variation in fixation rates among communities. *Oecologia* 108:345-350.
- Bremer, E., and C. van Kessel. 1990. Appraisal of the nitrogen-15 natural-abundance method for quantifying

* Plant ecologist, Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Lab. of Ecology & Environmental Protection (267), 540 06 Thessaloniki, e-mail: tsialtas@agro.auth.gr

- dinitrogen fixation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:404-411.
- Brendel, O., C. Wheeler, and L.L. Handley. 1997. A statistical comparison of the two-source $\delta^{15}\text{N}$ and ^{15}N isotope dilution methods for estimating plant N_2 -fixation using *Trifolium pratense* and *Lolium perenne*. *Aust. J. Plant Physiol.* 24:631-636.
- Brockwell, J., R.R. Gault, M.B. Peoples, G.L. Turner, D.M. Lilley, and F.J. Bergersen. 1995. N_2 fixation in irrigated lucerne grown for hay. *Soil Biol. Biochem.* 27:589-594.
- Dittert, K., T. Georges, and B. Sattelmacher. 1998. Nitrogen turnover in soil after application of animal manure and slurry as studied by stable isotope ^{15}N : a review. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 161:453-463.
- Döbereiner, J. 1997. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. *Soil Biol. Biochem.* 29:771-774.
- Dommergues, Y.R. 1997. Contribution of actinorhizal plants to tropical soil productivity and rehabilitation. *Soil Biol. Biochem.* 29:931-941.
- Eriksen, J., and H. Høgh-Jensen. 1998. Variations in the natural abundance of ^{15}N in ryegrass/white clover shoot material as influenced by cattle grazing. *Plant Soil* 205:67-76.
- Feigin, A., G. Shearer, D.H. Kohl, and B. Commoner. 1974. The amount and nitrogen-15 content of nitrate in soil profiles from central Illinois fields in a corn-soybean rotation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38:465-471.
- Fiedler, R., and G. Proksch. 1975. The determination of nitrogen-15 by emission and mass spectrometry in biochemical analysis: a review. *Anal. Chim. Acta* 78:1-62.
- Gil, J.L., O. Guenni, and Y. Espinoza. 1997. Biological N_2 -fixation by three tropical forage legumes and its transfer to *Brachiaria humidicola* in mixed sward. *Soil Biol. Biochem.* 29:999-1004.
- Graham, P.H., and C.P. Vance. 2000. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Res.* 65:93-106.
- Guehl, J.M., A.M. Domenach, M. Bereau, T.S. Barigah, H. Casabianca, A. Ferhi, and J. Garbaye. 1998. Functional diversity in an Amazonian rainforest of French Guyana: a dual isotope approach ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$). *Oecologia* 116:316-330.
- Hamilton, S.D., P. Hopmans, P.M. Chalk, and C.J. Smith. 1993. Field estimation on measurement of soil and plant ^{15}N isotope dilution and labelling with ^{35}S . *Forest Ecol. Manag.* 56:297-313.
- Handley, L.L., and J.A. Raven. 1992. The use of natural abundance of nitrogen isotopes in plant physiology and ecology. *Plant Cell Environ.* 15:965-985.
- Handley, L.L., and C.M. Scrimgeour. 1997. Terrestrial plant ecology and ^{15}N natural abundance: the present limits to interpretation for uncultivated systems with original data from a Scottish old field. *Adv. Ecol. Res.* 27:133-212.
- Hansen, A.P., and J.S. Pate. 1987. Evaluation of the ^{15}N natural abundance method and xylem sap analysis for assessing N_2 fixation of understorey legumes in jarrah (*Eucalyptus marginata* Donn ex Sm.) forest in S. W. Australia. *J. Exp. Bot.* 38:1446-1458.
- Hauck, R.D. 1973. Nitrogen tracers in nitrogen cycle studies- past use and future needs. *J. Environ. Qual.* 2:317-327.
- Herridge, D.F., F.J. Bergersen, and M.B. Peoples. 1990. Measurement of nitrogen fixation by soybean in the field using the ureide and natural ^{15}N abundance methods. *Plant Physiol.* 93:708-716.
- Herridge, D.F., H. Marcellos, W.L. Felton, G.L. Turner, and M.B. Peoples. 1995. Chickpea increases soil-N fertility in cereal systems through nitrate sparing and N_2 fixation. *Soil Biol. Biochem.* 27:545-551.
- Högberg, P. 1997. ^{15}N natural abundance in soil-plant systems. *New Phytol.* 137:179-203.
- Hurd, T.M., D.J. Raynal, and C.R. Schwintzer. 2001. Symbiotic N_2 fixation of *Alnus incana* ssp. *rugosa* in shrub wetlands of the Adirondack Mountains, New York, USA. *Oecologia* 126:94-103.
- Jacot, K.A., A. Lüscher, J. Nösberger, and U.A. Hartwig. 2000. Symbiotic N_2 fixation of various legume species along an altitudinal gradient in Swiss Alps. *Soil Biol. Biochem.* 32:1043-1052.
- Jordan, J.M., K.J. Nadelhoffer, and B. Fry. 1997. Nitrogen cycling in forest and grass ecosystems irrigated with ^{15}N -enriched wastewater. *Ecol. Appl.* 7:864-881.
- Kerley, S.J., and S.C. Jarvis. 1999. The use of nitrogen-15 natural abundance in white clover (*Trifolium repens* L.) to determine nitrogen fixation under different management practices. *Biol. Fertil. Soils* 29:437-440.

- Κουτρούμπας, Σ.Δ. 1999. Η αζωτοδέσμευση των ψυχανθών και η αξιοπιστία των μεθόδων προσδιορισμού της. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 10:126-134.
- Kurdali, F., A.M. Domenach, L. Bouvarel, and A. Moiroud. 1993. Field comparison of $\delta^{15}\text{N}$ values and growth of alder provenances and species. *Soil Sci. Plant Nutr.* 39:635-643.
- Ledgard, S.F. 1989. Nutrition, moisture and rhizobial strain influence isotopic fractionation during N_2 fixation in pasture legumes. *Soil Biol. Biochem.* 21:65-68.
- Ledgard, S.F., and M.B. Peoples. 1988. Measurement of nitrogen fixation in the field. p. 351-367. *In* Wilson J.R. (ed.) *Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems*. CAB International, Willingford, UK.
- Ledgard, S.F., J.R. Freney, and J.R. Simpson. 1984. Variations in natural enrichment of ^{15}N in the profiles of some Australian pasture soils. *Aust. J. Soil Res.* 22:155-164.
- Loomis, R.S., and D.J. Connor. 1992. Nitrogen processes. p. 195-223. *In* Loomis, R.S., and D.J. Connor (ed.) *Crop ecology: productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mariotti, A., B. Sougoufara, and Y.R. Dommergues. 1992. Estimation de la fixation d'azote atmospherique par la tracage isotopique naturel dans une de *Casuarina equisetifolia* (forst). *Soil Biol. Biochem.* 24:647-653.
- Muofhe, M.L., and F.D. Dakora. 1999. Nitrogen nutrition in nodulated field plants of the shrub tea legume *Aspalathus linearis* assessed using ^{15}N natural abundance. *Plant Soil* 209:181-186.
- Neilson, R., D. Hamilton, J. Wishart, C.A. Marriott, B. Boag, L.L. Handley, C.M. Scrimgeour, J.W. McNicol, and D. Robinson. 1998. Stable isotope natural abundance of soil, plants and soil invertebrates in an upland pasture. *Soil Biol. Biochem.* 30:1773-1782.
- Pate, J.S., and M.J. Unkovich. 1998. Measuring symbiotic nitrogen fixation: case studies of natural and agricultural ecosystems in a Western Australian setting. p. 153-173. *In* Press, M.C., J.D. Scholes, and M.G. Barker (ed.) *Physiological Plant Ecology*. Blackwell Science, UK.
- Pate, J.S., M.J. Unkovich, E.L. Armstrong, and P. Sanford. 1994. Selection of reference plants for ^{15}N natural abundance assessment of N_2 fixation by crop and pasture legumes in southwest Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 45:133-147.
- Pate, J.S., M.J. Unkovich, P.D. Erskine, and G.R. Stewart. 1998. Australian mulga ecosystems- ^{13}C and ^{15}N natural abundances of biota components and their ecophysiological significance. *Plant Cell Environ.* 21:1231-1242.
- Peoples, M.B., and E.T. Craswell. 1992. Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture. *Plant Soil* 141:13-39.
- Peoples, M.B., D.M. Lilley, V.F. Burnett, A.M. Ridley, and D.L. Garden. 1995. Effects of surface applications of lime and superphosphate to acid soils on the growth and N_2 fixation by subterranean clover in mixed pasture swards. *Soil Biol. Biochem.* 27:663-671.
- Peoples, M.B., B. Palmer, D.M. Lilley, L. Minh Duc, and D.F. Herridge. 1996. Application of ^{15}N and xylem ureide methods for assessing N_2 fixation of three shrub legumes periodically pruned for forage. *Plant Soil* 182:125-137.
- Piccolo, M.C., C. Neil, and C.C. Cerri. 1994. Natural abundance of ^{15}N in soils along forest-to-pasture chronosequences in the western Brazilian Amazon Basin. *Oecologia* 99:112-117.
- Riffkin, P., P. Quigley, F. Cameron, M. Peoples, and J. Thies. 1999. Annual nitrogen fixation in grazed dairy pastures in south-western Victoria. *Aust. J. Agric. Res.* 50:273-281.
- Robinson, D., L.L. Handley, and C.M. Scrimgeour. 1998. A theory for $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ fractionation in nitrate-grown vascular plants. *Planta* 205:397-406.
- Roggy, J.C., and M.F. Prévost. 1999. Nitrogen-fixing legumes and silvigenesis in a rain forest in French Guiana: a taxonomic and ecological approach. *New Phytol.* 144:283-294.
- Roggy, J.C., M.F. Prévost, F. Gourbiere, H. Casabianca, J. Garbaye, and A.M. Domenach. 1999. Leaf natural ^{15}N abundance and total N concentration as potential indicators of plant N nutrition in legumes and pioneer species in a rain forest of French Guiana. *Oecologia* 120:171-182.
- Sanford, P., J.S. Pate, and M.J. Unkovich. 1994. A survey of proportional dependence of subterranean clover

- and other pasture legumes on N_2 fixation in south-west Australia utilising ^{15}N natural abundance. *Aust. J. Agric. Res.* 45:165-181.
- Sanford, P., J.S. Pate, M.J. Unkovich, and A.N. Thompson. 1995. Nitrogen fixation in grazed and ungrazed subterranean clover pasture in south-west Australia assessed by the ^{15}N natural abundance technique. *Aust. J. Agric. Res.* 46:1427-1443.
- Schulze, E.-D., G. Gebauer, H. Ziegler, and O.L. Lange. 1991. Estimates of nitrogen fixation by trees on an aridity gradient in Namibia. *Oecologia* 88:451-455.
- Schwenke, G., G. Peoples, G. Turner, and D. Herridge. 1998. Does nitrogen fixation of commercial dryland chickpea and faba bean crops in north-west New South Wales maintain or enhance soil nitrogen? *Aust. J. Exp. Agr.* 38:61-70.
- Serraj, R., T.R. Sinclair, and L.C. Purcell. 1999. Symbiotic N_2 fixation response to drought. *J. Exp. Bot.* 50:143-155.
- Shearer, G.B., and D.H. Kohl. 1986. N_2 fixation in field settings: estimations based on natural ^{15}N abundance. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:699-757.
- Shearer, G., and D.H. Kohl. 1993. Natural abundance of ^{15}N : fractional contribution of two sources to a common sink and use of isotope discrimination. p. 89-118. *In* Knowles, R., and T.H. Blackburn (ed.) *Nitrogen Isotope Techniques*. Academic Press Inc., San Diego, USA.
- Shearer, G., D.H. Kohl, R.A. Virginia, B.A. Bryan, J.L. Skeeters, E.T. Nilsen, M.R. Sharifi, and P.W. Rundel. 1983. Estimates of N_2 -fixation from variation in the natural abundance of ^{15}N in Sonoran Desert ecosystems. *Oecologia* 56:734-746.
- Song, L., B.J. Carroll, P.M. Gresshoff, and D.F. Herridge. 1995. Field assessment of super nodulating genotypes of soybean for yield, N_2 fixation and benefit to subsequent crops. *Soil Biol. Biochem.* 27:563-569.
- Sprent, J.I. 1995. Legume trees and shrubs in the tropics: N_2 fixation in perspective. *Soil Biol. Biochem.* 27:401-407.
- Sprent, J.I., and R. Parsons. 2000. Nitrogen fixation in legume and non-legume trees. *Field Crops Res.* 65:183-196.
- Stein, T., N. Hayen-Schneeg, and I. Fendrik. 1997. Contribution of BNF by *Azoarcus* sp. BH 72 in *Sorghum vulgare*. *Soil Biol. Biochem.* 29:969-971.
- Stevenson, F.C., J.D. Knight, and C. van Kessel. 1995. Dinitrogen fixation in pea: controls at the landscape- and micro-scale. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:1603-1611.
- Thomas, R.B., D.D. Richter, H. Ye, P.R. Heine, and B.R. Strain. 1991. Nitrogen dynamics and growth of seedlings of an N-fixing tree (*Gliciridia sepium* (Jacq.) Walp.) exposed to elevated atmospheric carbon dioxide. *Oecologia* 88:415-421.
- Tjepkema, J.D., C.R. Schwintzer, R.H. Burris, G.V. Johnson, and W.B. Silvester. 2000. Natural abundance of ^{15}N in actinorhizal plants and nodules. *Plant Soil* 219:285-289.
- Trannin, W.S., S. Urquiaga, G. Guerra, J. Ibijbijen, and G. Cadisch. 2000. Inter-species competition and N transfer in a tropical grass-legume mixture. *Biol. Fertil. Soils* 32:441-448.
- Τσιάλτας, Ι. 2000. Διερεύνηση της δραστηριότητας των ριζών και της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού σε φυτικά είδη μεσογειακού ποολίβαδου με τη χρησιμοποίηση ^{13}C και ^{15}N . Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 156.
- Unkovich, M.J., and J.S. Pate. 1998. Symbiotic effectiveness and tolerance to early season nitrate availability in indigenous populations of subterranean clover rhizobia from SW Australian pastures. *Soil Biol. Biochem.* 30:1435-1443.
- Unkovich, M.J., and J.S. Pate. 2000. An appraisal of recent field measurements of symbiotic N_2 fixation by annual legumes. *Field Crops Res.* 65:211-228.
- Unkovich, M.J., J.S. Pate, and P. Sanford. 1997. Nitrogen fixation by annual legumes in Australian Mediterranean agriculture. *Aust. J. Agric. Res.* 48:267-293.
- Unkovich, M.J., J.S. Pate, P. Sanford, and E.L. Armstrong. 1994. Potential precision of the $\delta^{15}N$ natural abundance method in field estimates of nitrogen fixation by crop and pasture legumes in south-west

- Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 45:119-132.
- Unkovich, M.J., J.S. Pate, E.L. Armstrong, and P. Sanford. 1995. Nitrogen economy of annual crop and pasture legumes in southwest Australia. *Soil Biol. Biochem.* 27:585-588.
- Viera-Vargas, M.S., O.C. de Oliveira, C.M. Souto, G. Cadisch, S. Urquiaca, and R.M. Boddey. 1995. Use of different ^{15}N labeling techniques to quantify the contribution of biological N_2 fixation to legumes. *Soil Biol. Biochem.* 27:1185-1192.
- Vitousek, P.M. 1999. Nutrient limitation to nitrogen fixation in young volcanic sites. *Ecosystems* 2:505-510.
- Vitousek, P.M., and C.B. Field. 1999. Ecosystem constraints to symbiotic nitrogen fixers: a simple model and its implications. *Biogeochemistry* 46:179-202.
- Whitehead, D.C. 1995. *Grassland Nitrogen*. CAB International, Willingford, UK.
- Yoneyama, T., J. Terakado, and T. Masuda. 1998. Natural abundance of ^{15}N in sweet potato, pumpkin, sorghum and castor bean: possible input of N_2 -derived nitrogen in sweet potato. *Biol. Fertil. Soils* 26:152-154.
- Yoneyama, T., K. Fujita, T. Yoshida, T. Matsumoto, I. Kambayashi, and J. Yazaki. 1986. Variations in natural abundance of ^{15}N among plant parts and in $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ fractionation during N_2 fixation in the legume-rhizobia symbiotic system. *Plant Cell Physiol.* 27:791-799.
- Yoneyama, T., T. Muraoka, T.H. Kim, E.V. Dacanay, and Y. Nakanishi. 1997. The natural ^{15}N abundance of sugarcane and neighbouring plants in Brazil, the Philippines and Miyako (Japan). *Plant Soil* 189:239-244.