

ΠΑΡΗΡΩΜΕΝΟ  
ΤΕΛΟΣ  
Ταχ. Γραφείο  
Κ.Τ.ΣΤΑΥΡ.  
Αριθμός Άδειας  
298



ΕΛΤΑ  
Hellenic Post

1/2008

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 19 ΣΕΙΡΑ Ι

ΚΩΔΙΚΟΣ 3862

# ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

# GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMPER OF GREECE

VOL: 19 - ISSUE I - No 1/2008

1/2008

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 19 ΣΕΙΡΑ Ι

# ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

---

# GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

---

## CONTENTS

### SCIENTIFIC PAPERS

|  |   |         |
|--|---|---------|
| <i>S. Aggelopoulos, C. Zioganas,<br/>I. Nikolakakis, I. Mitsopoulos</i>                            | Reformation and financing programs in pig farms<br>in relation to genotypes   | 4 - 15  |
| <i>V. Antonopoulos,<br/>M. Rahil,<br/>D. Karamouzis,<br/>D. Papamichail</i>                        | Effects of soil water and salinity stress on sunflower plants<br>water uptake under field conditions  | 16 - 26 |
| <i>I. Gravalos, Th. Gialamas,<br/>Z. Koutsofitis, D. Kateris,<br/>Z. Tsiropoulos, P. Xyradakis</i> | Study of factors influencing the movement characteristics<br>of agricultural tractor on inclined plane and driver's safety                                | 27 - 37 |
| <i>Ioannis N. Xynias,<br/>Kallirroe Hatzilabrou,<br/>Stylios Stratilakis</i>                       | Over years performance of eleven greek hexaploid triticales<br>lines (X Triticosecale Wittmack) under low input conditions<br>compared to wheat cultivars | 38 - 46 |
| <i>G. Tsekouropoulos,<br/>I. Tzimitra - Kalogianni,<br/>B. Manos</i>                               | The attitude of Greek agricultural enterprises towards<br>the use of logistics. Problems – prospects  | 47 - 56 |

---

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

|  |  |         |
|--|--|---------|
| <i>Σ. Αγγελόπουλος, Χ. Ζιωγάνας,<br/>Ι. Νικολακάκης, Ι. Μητσόπουλος</i>                                      | Προτάσεις αναδιάρθρωσης και χρηματοδότησης στη χοιροτροφία σε συνάρτηση με την προέλευση του γενετικού υλικού  | 4 - 15  |
| <i>Βασίλειος Ζ. Αντωνόπουλος,<br/>Mahmoud Rahil,<br/>Διαμαντής Ν. Καραμούζης,<br/>Δημήτρης Μ. Παπαμιχαήλ</i> | Επίδραση της εδαφικής υγρασίας και της αλατότητας στην πρόσληψη του νερού από τα φυτά ηλίανθου σε συνθήκες αγρού   | 16 - 26 |
| <i>Ι. Γράβαλος, Θ. Γιαλαμάς,<br/>Ζ. Κουτσοφίτης, Δ. Κατέρης,<br/>Ζ. Τσιρόπουλος, Π. Ξυραδάκης</i>            | Μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν τις κινηματικές ιδιότητες ενός γεωργικού ελκυστήρα κατά την κίνησή του σε κεκλιμένο επίπεδο και την ασφάλεια του χειριστή του | 27 - 37 |
| <i>Ιωάννης Ν. Ξυνιάς,<br/>Καλλιρρόη Θ. Χατζηλάμπρου,<br/>Στυλιανός Ν. Στρατηλάκης</i>                        | Διαχρονική συμπεριφορά ένδεκα ελληνικών εξαπλοειδών σειρών σιταρόβριζας (X Triticosecale Wittmack) υπό συνθήκες μειωμένων εισροών σε σχέση με ποικιλίες σιταριού   | 38 - 46 |
| <i>Γ. Τσεκουρόπουλος,<br/>Ε. Τζίμητρα-Καλογιάννη,<br/>Β. Μάνος</i>   | Η συμπεριφορά των ελληνικών αγροτικών επιχειρήσεων απέναντι στη χρήση των logistics – Προβλήματα - προοπτικές  | 47 - 56 |

## Προτάσεις αναδιάρθρωσης και χρηματοδότησης στη χοιροτροφία σε συνάρτηση με την προέλευση του γενετικού υλικού

Σ. Αγγελόπουλος<sup>1</sup>, Χ. Ζιωγάνας<sup>2</sup>, Ι. Νικολακάκης<sup>3</sup> και Ι. Μητσόπουλος<sup>2</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Με βάση τα τεχνικοοικονομικά στοιχεία, εξάγονται τα οικονομικά αποτελέσματα, τα οποία στη συνέχεια ταξινομούνται ανάλογα με τον τρόπο προέλευσης του γενετικού τους υλικού.

Για τη μελέτη της παραγωγικότητας των χρησιμοποιούμενων συντελεστών παραγωγής πραγματοποιήθηκε ανάλυση με τη χρησιμοποίηση της συνάρτησης παραγωγής Cobb-Douglas. Με την εκτίμηση της συνάρτησης αυτής, διερευνήθηκαν οι δυνατότητες αύξησης του συνολικού παραγόμενου προϊόντος καθώς επίσης της οριακής παραγωγικότητας των χρησιμοποιούμενων συντελεστών παραγωγής, όχι μόνο με τη μεταβολή ενός συντελεστή παραγωγής, αλλά και με την σύγχρονη μεταβολή (αυξομείωση) όλων των παραγωγικών συντελεστών. Η σύγχρονη μεταβολή των συντελεστών οδηγεί στην εύρεση του άριστου συνδυασμού τους, με δεδομένες τις συνολικές δαπάνες παραγωγής. Με τον άριστο συνδυασμό συντελεστών παραγωγής επιτυγχάνεται η μεγιστοποίηση της ακαθάριστης προσόδου με το ίδιο συνολικό κόστος παραγωγής.

Από τη μελέτη της παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής και την εφαρμογή της συνθήκης του άριστου ή ελαχίστου κόστους εξάγονται συμπεράσματα για τη συμμετοχή των συντελεστών στο τελικό προϊόν αλλά και προτάσεις για αναδιάρθρωση της χρήσης τους. Οι προτάσεις για αναδιάρθρωση των χρησιμοποιούμενων συντελεστών παραγωγής σχετίζονται με τη δυνατότητα αξιοποίησης προγραμματιών χρηματοδότησης εκσυγχρονισμού και βελτίωσης της κτιριακής υποδομής και του μηχανολογικού εξοπλισμού, την επιλογή κριτηρίων οικονομικότητας και αποδοτικότητας στο γενετικό υλικό και στις χρησιμοποιούμενες ζωοτροφές, καθώς και μείωση του κόστους εργασίας.

**Λέξεις-κλειδιά:** παραγωγικότητα, συνάρτηση παραγωγής, χρηματοδότηση, χοιροτροφία

### Εισαγωγή

Η χοιροτροφία στην Ελλάδα θεωρείται από τους πλέον δυναμικούς κλάδους της αγροτικής οικονομίας. Αυτό διαφαίνεται τόσο από το συνολικό επενδεδυμένο κεφάλαιο (πάνω από 293 εκατομμύρια ευρώ), όσο και από τη συνολική παραγωγή χοιρινού κρέατος (143.100 τόνοι το 2000), (Μπάτζιος 2001). Η χοιροτροφία παράγει το 25-30% περίπου της εγχώριας συνολικής παραγωγής κρέατος και καλύπτει το 50-60% των αναγκών της συνολικής εγχώριας κατανάλωσης χοιρινού κρέατος, ενώ απασχολεί περίπου 30000 εργαζομένους (Κιτσοπανίδης 1999). Στην Ελλάδα υπάρχουν 927 χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις (μεγέθους άνω των 20 χοιρομητρώων), με ονομαστική δυναμικότητα 141.128 θέσεις χοιρομητρώων με τα παράγωγά τους (Υπ. Γεωργίας 2001). Παρά τις βελτιώσεις των τελευταίων

ετών, το σύνολο των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων εμφανίζει αδυναμίες, οι οποίες σίγουρα οφείλονται στη μικρή διάρκεια της περιόδου που η χοιροτροφία εξελίχθηκε επιχειρηματικά (Ζιογανας 1991). Από τα διαθέσιμα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας διαπιστώνεται ότι το υπάρχον γενετικό υλικό δεν είναι το πλέον κατάλληλο.

Στη χώρα μας ο πληθυσμός των χοίρων αποτελείται κυρίως από διασταυρωμένα και συχνά άγνωστης προέλευσης ζώα. Συνολικά υπάρχουν, (Παπαθεοδώρου και Παπαβασιλείου 1996), 15 μονάδες που λειτουργούν ως πολλαπλασιαστικές στις οποίες εκτρέφονται περίπου 3.000 χοιρομητρές και 150 κάτροι, με σκοπό την παραγωγή υβριδικών χοίρων αναπαραγωγής. Ωστόσο το γενετικό υλικό των εκτροφών αυτών είναι ανεξέλεγκτης εισαγωγής και διαφορετικών παραγωγικών κα-

<sup>1</sup> Τμήμα Διοίκησης Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων, Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας

<sup>2</sup> Γεωπονική Σχολή, Α.Π.Θ.

<sup>3</sup> Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Α.Τ.Ε.Ι. Φλώρινας.

<sup>4</sup> Γεωπονική Σχολή, Α.Π.Θ.

τευθύνσεων. Οι πολλαπλασιαστικές αυτές εκτροφές δεν λειτουργούν επίσημα, επειδή δεν έχουν αναγνωριστεί ως μονάδες παραγωγής υβριδικών χοίρων αναπαραγωγής, σύμφωνα με τις αποφάσεις της Ε.Ε. Σε 98 μονάδες λειτουργούν παράλληλα με τις εκτροφές και πυρήνες πολλαπλασιασμού, με συνολικό αριθμό 2.080 χοιρομητέρων και 135 κάτρων με σκοπό την παραγωγή υβριδικών και κυρίως F1 χοιρομητέρων αντικατάστασης, για την κάλυψη των αναγκών τους. Η ύπαρξη των πυρήνων αυτών αποτελεί αξιολογη δραστηριότητα στην προσπάθεια αναβάθμισης του γενετικού υλικού στη χώρα μας, (Χαρούφ κ.ά. 1991). Έτσι λοιπόν:

- Το 40 % περίπου των χοιρομητέρων είναι προιόντα διασταύρωσης των φυλών Landrace και Large White, ενώ το υπόλοιπο 60 % είναι προϊόν φαινοτυπικής επιλογής από τους παχυνόμενους χοίρους, (περιέχουν γενετικό υλικό κρεοπαραγωγικών φυλών) και συνεπώς θεωρούνται ακατάλληλες για αναπαραγωγή.

- Οι κάτρες είναι κατά κανόνα υβριδικές, προιόντα διασταύρωσης κρεοπαραγωγικών κυρίως φυλών (Pietrain, Belgian Landrace, Duroc, Hampshire, Large White και Panish Landrace), από τους οποίους ποσοστό 25 % περίπου προέρχονται από τα παχυντήρια και είναι μάλλον ακατάλληλοι για αναπαραγωγή. Μικρό ποσοστό, κάτω του 10 % των κάτρων είναι καθαρόαιμοι κρεοπαραγωγικών φυλών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα σχετικά με την επίδραση της προέλευσης του γενετικού υλικού στη παραγωγικότητα των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων στην Ελλάδα. Στην εργασία αυτή θα ερευνηθούν οι δυνατότητες χρηματοδότησης και αναδιάρθρωσης της ελληνικής χοιροτροφίας, με βάση την γενετική βελτίωση του υπάρχοντος γενετικού υλικού των χοίρων, γεγονός που θα οδηγήσει στη βελτίωση της παραγωγικότητας και των οικονομικών αποτελεσμάτων στις χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις της χώρας.

#### **Υλικά και μέθοδοι**

Για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας επιλέχθηκαν οι γεωγραφικές περιοχές της Αττικής, Βοιωτίας και Εύβοιας, της Θεσσαλίας, της Αιτωλοακαρνανίας, της Κεντρικής Μακεδονίας, της Άρτας και της Πρέβεζας. Στις περιοχές αυτές έχουν καταμετρηθεί 81.704 χοιρομητέρες (ποσοστό 58% του συνόλου των χοιρομητέρων της χώρας), (Υπουργείο Γεωργίας 2001). Οι περιοχές αυτές παρουσιάζουν δυναμική γεωργική δραστηριότητα και σημαντική πρωτογενή παραγωγή ζωοτροφών. Εντός αυτών λειτουργούν πολλά εργοστάσια παρασκευής μυγιάτων ζωοτροφών και οι εκ-

μεταλλεύσεις των περιοχών αυτών αποτελούν «οδηγό» στον καθορισμό της τιμής πώλησης του χοιρινού κρέατος (Ridgeon 1992 και Γαλανόπουλος 1998). Γενικά, θεωρείται ότι οι χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις οι οποίες λειτουργούν στις περιοχές αυτές, αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων σε όλη τη χώρα. Τα στοιχεία αναφέρονται στο χρονικό διάστημα 1998-2000 και συγκεντρώθηκαν με ειδικά ερωτηματολόγια.

Οι εκμεταλλεύσεις των περιοχών ενδιαφέροντος χωρίστηκαν σε 6 ομάδες, βάσει της προέλευσης του γενετικού υλικού (Whittemore 1993 και Χαρούφ, κ.ά. 1991):

Γ<sub>1</sub>: όταν υπάρχει πυρήνας πολλαπλασιαστικού υλικού (πολλαπλασιαστική αγέλη) στην μονάδα (grand parents), Γ<sub>2</sub>: όταν το γενετικό υλικό προέρχεται από προμήθεια ζώων αναπαραγωγής F<sub>1</sub> γενεάς, Γ<sub>3</sub>: όταν το γενετικό υλικό προέρχεται από ζώα πάχυνσης της μονάδας που επιλέγονται με φαινοτυπικά κριτήρια, Γ<sub>4</sub>: όταν το γενετικό υλικό προέρχεται από προμήθεια ζώων F<sub>1</sub> γενεάς που συνδυάζονται με ζώα του πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού της μονάδας, Γ<sub>5</sub>: όταν το γενετικό υλικό προέρχεται από προμήθεια ζώων F<sub>1</sub> γενεάς, που συνδυάζονται με ζώα πάχυνσης της μονάδας και Γ<sub>6</sub>: όταν το γενετικό υλικό προέρχεται με συνδυασμό ζώων του πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού της μονάδας με ζώα της πάχυνσης της.

Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε, για τον καθορισμό του δείγματος, ήταν η αναλογική στρωματοποιημένη δειγματοληψία (Φαρμάκης 1994, Kamenidou 2002). Στο δείγμα που αποτελεί το 22,4% του συνόλου των εκμεταλλεύσεων των περιοχών αυτών καθώς και το 9% του συνολικού αριθμού των εκμεταλλεύσεων της χώρας, περιλαμβάνονται 43 μονάδες από τη Θεσσαλία, 5 μονάδες από την Μακεδονία, 18 μονάδες από την Αττική-Βοιωτία-Εύβοια και 14 μονάδες από την Αιτωλοακαρνανία.

Για τη στατιστική ανάλυση των πρωτογενών τεχνικών και οικονομικών δεδομένων, που συγκεντρώθηκαν με την επιτόπια συμπλήρωση των σχετικών ερωτηματολογίων, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 10.0. Υπολογίστηκαν αρχικά τα οικονομικά αποτελέσματα των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων του δείγματος και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση της παραγωγικότητας, για κάθε ομάδα εκμεταλλεύσεων ανάλογα με την προέλευση του γενετικού υλικού. Για την ανάλυση της παραγωγικότητας εκτιμήθηκε η συνάρτηση παραγωγής Cobb-Douglas και βάσει αυτής υπολογίστηκε τόσο ο υφιστάμενος όσο και ο άριστος συνδυασμός των χρησιμοποιούμενων συντελεστών πα-

ραγωγής κατά την προέλευση του γενετικού υλικού.

Η ανάλυση αυτή αποβλέπει στην εκτίμηση της συμβολής κάθε συντελεστή παραγωγής στο παραγόμενο προϊόν, στον υπολογισμό της οριακής παραγωγικότητας αυτών και μάλιστα σε σχέση με το κόστος χρήσης τους και στη διερεύνηση και βελτίωση του βαθμού αξιοποίησής τους, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

Η συνάρτηση Cobb-Douglas μελετήθηκε και εφαρμόστηκε εμπειρικά από πολλούς ερευνητές, με ικανοποιητικά αποτελέσματα (Chand 1986, Kim 1986, Katos and Batzios 1988, Zioganas et al 1994, Fulginiti and Perrin 1998).

Με την εφαρμογή της συνάρτησης αυτής διερευνήθηκε η σχέση μεταξύ των συντελεστών παραγωγής και του παραγόμενου προϊόντος (Fulginiti and Perrin, 1998). Η σχέση μεταξύ δεδομένων επιπέδων των παραγωγικών συντελεστών συνολικά και της ποσότητας του παραγόμενου προϊόντος, με δεδομένη την τεχνολογία παραγωγής, εκφράζεται μαθηματικά (Heathfield and Wibe, 1987) ως εξής (απροοδίοριστη μορφή):

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n), \text{ όπου}$$

$Y =$  προϊόν και  $X_1, X_2, \dots, X_n =$  συντελεστές παραγωγής.

Με την συνάρτηση αυτή διερευνούμε:

- αν οι παραγωγοί χρησιμοποιούν ορθολογικά τους διαθέσιμους συντελεστές παραγωγής,
- το είδος στις οικονομίες κλίμακας της παραγωγής.

Από την εκτίμηση της συνάρτησης Cobb-Douglas (ή λογαριθμικής συνάρτησης  $Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_n^{b_n}$ ) προσδιορίζεται η συμβολή των χρησιμοποιούμενων συντελεστών στο παραγόμενο προϊόν (χοιρινό κρέας) και υπολογίζεται η οριακή τους παραγωγικότητα (Kim 1986, Katos and Batzios 1988, Μπάτζιος 1988, Zioganas et al 1994, Fulginiti and Perrin 1998).

Η ανάλυση της παραγωγικότητας αναφέρεται στις ομάδες των εκμεταλλεύσεων όπως διαμορφώνονται με βάση την προέλευση του γενετικού υλικού. Η χρησιμοποιηθείσα λογαριθμική συνάρτηση ήταν της μορφής:

$$Y = a X_1^{b_1} X_2^{b_2} X_3^{b_3} X_4^{b_4},$$

όπου η μεταβλητή  $Y$  αντιπροσωπεύει την ακαθάριστη πρόσοδο σε ευρώ, η  $X_1$  αντιπροσωπεύει την εργασία σε ευρώ, η  $X_2$  την αξία του ζωικού κεφαλαίου σε ευρώ, η  $X_3$  το έδαφος μαζί με τα κτίρια και τα μηχανήματα υπό μορφή ετησίων δαπανών σε ευρώ και η  $X_4$  τις συνολικές δαπάνες διατροφής, ενώ το  $a$  είναι μία σταθερά προς εκτίμηση και πρέπει να υπακούει στον περιορισμό  $a > 0$ . Οι συντελεστές αυτοί επιλέχθηκαν γιατί αποτελούν τα βασικά στοιχεία διαμόρφωσης του κόστους παραγωγής σε μια χοιροτροφική εκμετάλλευση

(Κίτσοπανίδης 1998). Ειδικότερα, έχει υπολογιστεί ότι οι βασικές κατηγορίες δαπανών είναι εκείνες της τροφής (57,4%) και του περιού κεφαλαίου (έργα υποδομής, κτιριακές εγκαταστάσεις και μηχανολογικός εξοπλισμός) (22,3%), (Κίτσοπανίδης 1998). Από τις υπόλοιπες παρουσιάζουν ενδιαφέρον οι δαπάνες της εργασίας (8,3%), των φαρμάκων κλπ. (6,3%) και του ζωικού κεφαλαίου (5,7%). Οι συντελεστές  $b_1, b_2, b_3, b_4$  είναι παράμετροι για εκτίμηση και αποτελούν τις ελαστικότητες παραγωγής ως προς τους αντίστοιχους συντελεστές παραγωγής, όταν οι υπόλοιπες συνθήκες παραγωγής είναι σταθερές. Προϋποθέσεις της συνάρτησης αυτής είναι:

Η παράμετρος  $a$  πρέπει να υπακούει στον περιορισμό  $a > 0$  και όταν  $b_i < 1$ , το παραγόμενο προϊόν δεν μειώνεται αλλά συνεχώς αυξάνεται χωρίς να παρουσιάζει μέγιστο, μεταβαλλόμενου του χρησιμοποιούμενου συντελεστή παραγωγής  $X_i$ .

Το άθροισμα των ελαστικότητων παραγωγής δείχνει και το είδος της κλίμακας αποδόσεων της συνάρτησης (Heathfield and Wibe 1987). Αναλυτικότερα: Αν  $\Sigma b_i = 1$ , έχουμε σταθερή κλίμακα αποδόσεων, αν  $\Sigma b_i < 1$ , έχουμε φθίνουσα κλίμακα αποδόσεων, αν  $\Sigma b_i > 1$ , έχουμε αύξουσα κλίμακα αποδόσεων. Ο όρος «κλίμακα αποδόσεων» εκφράζει το βαθμό αντίδρασης-μεταβολής του παραγόμενου προϊόντος, όταν μεταβάλλονται τα επίπεδα των συντελεστών παραγωγής σε μια σταθερή αναλογία.

Η αύξηση του συνολικού προϊόντος και της οριακής παραγωγικότητας των χρησιμοποιούμενων συντελεστών παραγωγής μπορεί να επιτευχθεί όχι μόνο με τη μεταβολή ενός συντελεστή, αλλά και με την σύγχρονη μεταβολή (αυξομείωση) όλων των συντελεστών. Η σύγχρονη αυτή μεταβολή των συντελεστών αποβλέπει στην εύρεση του άριστου συνδυασμού τους, με τις δεδομένες συνθήκες παραγωγής.

Άριστος συνδυασμός συντελεστών παραγωγής είναι ο συνδυασμός εκείνος με τον οποίο επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή ακαθάριστη πρόσοδος με το αυτό συνολικό κόστος. Ο άριστος συνδυασμός επιτυγχάνεται, όταν οι οριακές παραγωγικότητες δίνουν την ίδια σχέση στη μονάδα του κόστους των επί μέρους συντελεστών, που περιλαμβάνονται στη συνάρτηση Cobb-Douglas. Ο συνδυασμός αυτός δίνει τη σχέση, κατά την οποία δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα η περαιτέρω μετατροπή ενός συντελεστή σε άλλον, καλείται δε και συνδυασμός ελαχίστου κόστους, διότι μ' αυτόν επιτυγχάνεται το μικρότερο δυνατό κόστος ανά μονάδα ακαθάριστης πρόσοδος. Ο άριστος συνδυασμός των συντελεστών παραγωγής βασίζεται στο αυτό συνολικό

κό κόστος, αλλά επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους (Ζιωγάνας 1982, Κιτσοπανίδης και Καμενίδης 1992, Κιτσοπανίδης 1999).

Η συνθήκη του άριστου ή συνδυασμός ελαχίστου κόστους έχει ως εξής:

$$b_1/X_1 = b_2/X_2 = \dots = b_n/X_n, \text{ όπου:}$$

$b_1, b_2, \dots, b_n$ , είναι οι ελαστικότητες παραγωγής και  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , είναι οι ετήσιες δαπάνες των συντελεστών που περιλαμβάνονται στη συνάρτηση παραγωγής. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν στη συνάρτηση ο συντελεστής «κεφάλαιο» εκφράζεται ως συνολική αξία και όχι υπό μορφή ετήσιας δαπάνης (π.χ. ζώα πα-

**Πίνακας Ι.** Ανάλυση της οριακής παραγωγικότητας συναρτήσει γενετικού υλικού

**Table I.** Analysis of the marginal productivity of pig farms, by the material type

| Ελαστικότητες παραγωγής και οριακή παραγωγικότητα/<br>Production elasticities and marginal productivity    | Προέλευση γενετικού υλικού/ Categories of material type |                    |                    |                    |                    |                    |
|--|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|  | $\Gamma_2$  | $\Gamma_4$         | $\Gamma_5$         | $\Gamma_1$         | $\Gamma_6$         | $\Gamma_3$         |
| <b>1. Ελαστικότητα παραγωγής/ Production elasticity</b>  |   |                    |                    |                    |                    |                    |
| A) Εργασία/ Lab our costs  | 0,081 <sup>a</sup>                                      | 0,158 <sup>c</sup> | 0,294 <sup>c</sup> | 0,020 <sup>b</sup> | 0,286 <sup>c</sup> | 0,297 <sup>c</sup> |
| B) Ζωικό κεφάλαιο/ Livestock capital   | 0,803 <sup>a</sup>                                      | 0,304 <sup>b</sup> | 0,266 <sup>c</sup> | 0,598 <sup>c</sup> | 0,170 <sup>c</sup> | 0,537 <sup>c</sup> |
| Γ) Έδαφος και κτίρια και μηχανήματα (ετήσ. δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expenses)     | 0,085 <sup>o</sup>                                      | 0,207 <sup>c</sup> | 0,102 <sup>c</sup> | 0,121 <sup>o</sup> | 0,150 <sup>c</sup> | 0,392 <sup>c</sup> |
| Δ) Συνολικό κόστος διατροφής (€ / € )<br>Total feeding costs (value of animal feeds)                       | - <sup>o</sup>  | 0,266 <sup>c</sup> | 0,308 <sup>c</sup> | 0,139 <sup>o</sup> | 0,359 <sup>c</sup> | - <sup>c</sup>     |
| Άθροισμα ελαστικοτήτων παραγωγής (Σbi)<br>Sum of production elasticities (Σbi)                             | 0,969   | 0,935              | 0,970              | 0,878              | 0,965              | 1                  |
| R (συντελεστής συσχέτισης/(correlation coefficient)  | 0,994   | 0,986              | 0,990              | 0,995              | 1                  | 0,991              |
| R <sup>2</sup> (συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού/ multiple<br>determination coefficient )               | 0,988   | 0,973              | 0,979              | 0,991              | 1                  | 0,982              |
| <b>2.Οριακή παραγωγικότητα/ Marginal productivity</b>  |   |                    |                    |                    |                    |                    |
| A) Εργασία (€/ ώρα) Labour (€ / hour)  | 3,45  | 8,1                | 9,5                | 0,77               | 8,9                | 7,09               |
| B) Ζωικό κεφάλαιο (€ / € ) Livestock capital (€ / € )  | 4,35  | 4,50               | 4,30               | 3,77               | 3,20               | 3,73               |
| Γ) Έδαφος-κτίρια-μηχανήματα (ετήσ. δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expenses) (€ / € )    | 0,37  | 1,10               | 0,65               | 0,53               | 0,95               | 1,78               |
| Δ) Συνολικό κόστος διατροφής (€ / € )<br>Total feeding costs (value of animal feeds) (€ / € )              | -   | 0,47               | 0,50               | 0,21               | 0,59               | -                  |
| <b>3. Πραγματικό κόστος / Real cost</b>  |   |                    |                    |                    |                    |                    |
| A) Εργασία (€ / ώρα)/ Labour (€ / hour)  | 2,93  | 2,93               | 2,93               | 2,93               | 2,93               | 2,93               |
| B) Ζωικό κεφάλαιο (€ / € )/ Livestock capital (€ / € )   | 1,17  | 1,17               | 1,17               | 1,17               | 1,17               | 1,17               |
| Γ) Έδαφος και κτίρια και μηχανήματα (ετήσ. δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (€ / € )              | 2,22  | 2,22               | 2,22               | 2,22               | 2,22               | 2,22               |
| Δ) Συνολικό κόστος διατροφής (€ / € )/<br>Total feeding costs (value of animal feeds) (€ / € )             | 1,12  | 1,12               | 1,12               | 1,12               | 1,12               | 1,12               |
| <b>4. Σχέση οριακής παραγωγικότητας πραγμ. κόστους/<br/>Ratio of marginal productivity &amp; real cost</b> |   |                    |                    |                    |                    |                    |
| A) Εργασία / Lab our   | 1,17  | 2,76               | 3,24               | 0,26               | 3,03               | 2,41               |
| B) Ζωικό κεφάλαιο/ Value of livestock capital  | 3,71  | 3,84               | 3,67               | 3,22               | 2,73               | 3,18               |
| Γ) Έδαφος και κτίρια και μηχανήματα (ετ. δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expenses)       | 0,16  | 0,49               | 0,29               | 0,23               | 0,42               | 0,80               |
| Δ) Συνολικό κόστος διατροφής (αξία ζωοτροφών) Total<br>feeding costs (value of animal feeds)               | -   | 0,41               | 0,44               | 0,18               | 0,52               | -                  |

επίπεδο πιθανότητας στο t: a)  $0,000 < p < 0,001$ , b)  $0,001 < p < 0,01$ , c)  $0,01 < p < 0,05$ , o)  $p > 0,05$  μη στατιστικά σημαντικό  
Probability level at t: a)  $0,000 < p < 0,001$ , b)  $0,001 < p < 0,01$ , c)  $0,01 < p < 0,05$ , o)  $p > 0,05$  non statistically significant



ραγωγής), τότε στη συνθήκη του άριστου συνδυασμού πρέπει ο συντελεστής αυτός να εκφραστεί σε επίσιες δαπάνες. Στη συνέχεια εξετάζεται ο υφιστάμενος και ο άριστος συνδυασμός των συντελεστών παραγωγής, για τις ομάδες των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων.

#### Αποτελέσματα και συζήτηση

Η ανάλυση της παραγωγικότητας συναρτήσει της προέλευσης του γενετικού υλικού παρουσιάζεται στον πίνακα I, για κάθε ομάδα χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων. Στη συνέχεια και έπειτα από μεταβολή όλων των συντελεστών παραγωγής, με βάση τη συνθήκη άριστου ή συνδυασμού ελάχιστου κόστους, προσδιορίζεται ο άριστος συνδυασμός των χρησιμοποιούμενων συντελεστών.

Ειδικότερα, για τις κατηγορίες χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων όπως διαμορφώθηκαν στην εργασία αυτή, έχουμε:

i) από ζώα  $F_1$  γενεάς ( $G_2$ ):

$$Y = 3,140 X_1^{0,081} X_2^{0,803} X_3^{0,085} X_4^0$$

Το άθροισμα των ελαστικοτήτων παραγωγής ( $\Sigma bi = 0,969$ ) δείχνει φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας,

των προαναφερθέντων συντελεστών παραγωγής.

Οι επί μέρους ελαστικότητες παραγωγής δείχνουν ότι στη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, το ζωικό κεφάλαιο κατά 80,3%, το έδαφος και ο μόνιμος εξοπλισμός κατά 8,5% και η εργασία κατά 8,1%.

Όπως φαίνεται από τα δεδομένα του πίνακα I, από τη σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους προκύπτει παραγωγική χρήση των συντελεστών εργασία και ζωικό κεφάλαιο (1,17 και 3,71 αντίστοιχα). Αντιθέτως, έχουμε μη παραγωγική χρήση του συντελεστή «έδαφος-κτίρια-μηχανήματα» (σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους 0,16).

Στην περίπτωση μεταβολής όλων των συντελεστών παραγωγής, η συνθήκη του άριστου συνδυασμού τους (πίνακας II), προτείνει μεγάλη αύξηση στο ζωικό κεφάλαιο (κατά 523,8%) και μειώσεις στους συντελεστές εργασία (52%), στο συντελεστή «έδαφος-κτίρια-μηχανήματα» (50,7%) και στις δαπάνες διατροφής (93,7%). Αυτή η πρόταση είναι μάλλον εξωπραγματική, αφού κατ' αρχήν η μεγάλη αύξηση του ζωικού κεφαλαίου και

**Πίνακας II.** Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών παραγωγής για τις εκμεταλλεύσεις  $G_2$

**Table II.** Existing and optimum combination of production factors for  $G_2$  farms

| Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών<br>Existing and optimum combination of production factors | Σύνθεση συντελεστών παραγωγής<br>Composition of production factors |                                  |   |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|---|--|----------------------------------|
|  | Ακαθάριστη πρόσδοδος<br>Gross income (euros)                       | Εργασία<br>Lab our costs (euros) | Ζωικό κεφάλαιο (ετήσιες δαπάνες)<br>Livestock capital (annual expenses) (euros) | Έδαφος -κτίρια -μηχανήματα (ετήσιες δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expense) (euros) | Διατροφή<br>Feeding costs (euro) |
| 1. Υφιστάμενος συνδυασμός/<br>Existing combination   | 602505,53  | 83075,29                         | 58572,34  | 84867,96   | 235298,48                        |
| 2. Άριστος συνδυασμός/<br>Optimum combination  | 2040796,9  | 39836,99                         | 365418,39   | 41804,25   | 14754,44                         |
| 3. Αύξομείωση % (+ ή -)<br>Change % (+ or -)   | +238,7   | -52                              | +523,8  | -50,7  | -93,7                            |

γεγονός που εξηγεί την εντατικοποίηση της παραγωγής. Ο συντελεστής συσχέτισης ( $R=0,994$ ) μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι πολύ υψηλός και έχει ως συνέπεια έναν επίσης υψηλό συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού ( $R^2=0,988$ ). Ο συντελεστής αυτός δείχνει ότι η μεταβολή του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται κατά 98,8% από την μεταβολή

η μεγάλη μείωση των δαπανών διατροφής είναι πολύ δύσκολο να γίνουν.

ii) από ζώα  $F_1$  γενεάς και πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού ( $G_1$ ):

$$Y = 3,055 X_1^{0,158} X_2^{0,304} X_3^{0,207} X_4^{0,266}$$

Το άθροισμα των ελαστικοτήτων παραγωγής ( $\Sigma bi = 0,935$ ) δείχνει φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας,

γεγονός το οποίο εξηγεί την εντατικοποίηση της παραγωγής. Ο συντελεστής συσχέτισης ( $R=0,986$ ) μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών, είναι πολύ υψηλός και έχει ως συνέπεια έναν επίσης υψηλό συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού ( $R^2=0,973$ ). Ο συντελεστής αυτός δείχνει ότι η μεταβολή του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται κατά 97,3% από την μεταβολή των προαναφερθέντων συντελεστών παραγωγής.

Οι επί μέρους ελαστικότητες παραγωγής δείχνουν ότι στη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, η αξία του ζωικού κεφαλαίου κατά 30,4%, η αξία των ζωοτροφών κατά 26,6%, το έδαφος και ο μόνιμος εξοπλισμός κατά 20,7% και η εργασία κατά 15,8%.

Όπως διαπιστώνεται από τη σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους προκύπτει παραγωγική χρήση των συντελεστών εργασία και ζωικό κεφάλαιο (2,76 και 3,84 αντίστοιχα) και μη παραγωγική χρήση των συντελεστών έδαφος και κτίρια και μηχανήματα και αξία ζωοτροφών (σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους 0,49 και 0,41 αντίστοιχα).

ζωικό κεφάλαιο και «έδαφος-κτίρια-μηχανήματα» (κατά 24,3%, 74,8%, 34,7% αντίστοιχα), ενώ προτείνει μείωση στο συντελεστή διατροφή (κατά 44,6%). Η πρόταση αυτή θα μπορούσε ίσως να υλοποιηθεί, αφού οι προτεινόμενες μεταβολές μπορούν να πραγματοποιηθούν.

iii) Από ζώα  $F_1$  γενεάς και ζώα της πάχυνσης ( $G_3$ ):

$$Y=2,963 X_1^{0,294} X_2^{0,266} X_3^{0,102} X_4^{0,308}$$

Το άθροισμα των ελαστικότητων παραγωγής ( $\Sigma bi=0,970$ ) δείχνει φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας, γεγονός το οποίο εξηγεί την εντατικοποίηση της παραγωγής. Ο συντελεστής συσχέτισης ( $R=0,990$ ) μεταξύ εξαρτημένης μεταβλητής και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι πολύ υψηλός και έχει ως συνέπεια έναν επίσης υψηλό συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού ( $R^2=0,979$ ). Ο συντελεστής αυτός δείχνει ότι η μεταβολή του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται κατά 97,9% από την μεταβολή των προαναφερθέντων συντελεστών παραγωγής.

Οι επί μέρους ελαστικότητες παραγωγής δείχνουν ότι στη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, η διατρο-

**Πίνακας III.** Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών παραγωγής για τις εκμεταλλεύσεις  $G_4$   
**Table III.** Existing and optimum combination of production factors for  $G_4$  farms

| Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών<br>Existing and optimum combination of production factors | Σύνθεση συντελεστών παραγωγής<br>Composition of production factors |                                 |   |  |                                  |
|--|--|---------------------------------|---|--|----------------------------------|
|  | Ακαθάριστη πρόσδοδος<br>Gross income (euros)                       | Εργασία<br>Labour costs (euros) | Ζωικό κεφάλαιο (ετήσιες δαπάνες)<br>Livestock capital (annual expenses) (euros) | Έδαφος -κτίρια -μηχανήματα (ετήσιες δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expense) (euros) | Διατροφή<br>Feeding costs (euro) |
| 1. Υφιστάμενος συνδυασμός/<br>Existing combination   | 469231,21  | 40479,91                        | 55390,72  | 48964,55   | 153100,83                        |
| 2. Άριστος συνδυασμός/<br>Optimum combination  | 523792,51  | 50346,40                        | 96869,04  | 65960,17   | 84760,41                         |
| 3. Αυξομείωση % (+ ή -)<br>Change % (+ or -)   | +11,6  | +24,37                          | +74,8   | +34,7  | -44,6                            |

Στην περίπτωση μεταβολής όλων των συντελεστών παραγωγής, η συνθήκη του άριστου συνδυασμού (πίνακας III), προτείνει αύξηση στους συντελεστές εργασία,

φή κατά 30,8%, η εργασία κατά 29,4%, το ζωικό κεφάλαιο κατά 26,6% και το έδαφος με τον μόνιμο εξοπλισμό κατά 10,2%.

Όπως φαίνεται από τη σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους προκύπτει παραγωγική χρήση των συντελεστών εργασία και ζωικό κεφάλαιο (3,24 και 3,67 αντίστοιχα) και μη παραγωγική χρήση των συντελεστών έδαφος και κτίρια και μηχανήματα και αξία ζωοτροφών (σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους 0,29 και 0,44 αντίστοιχα).

κατά 99,1% από την μεταβολή των προαναφερθέντων συντελεστών παραγωγής.

Οι επί μέρους ελαστικότητες παραγωγής δείχνουν ότι στη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, το ζωικό κεφάλαιο κατά 59,8%, η διατροφή κατά 13,9%, το έδαφος και ο μόνιμος εξοπλισμός κατά 12,1% και η εργασία κατά 2%.

**Πίνακας IV.** Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών παραγωγής για τις εκμεταλλεύσεις Γ<sub>5</sub>  
**Table IV.** Existing and optimum combination of production factors for G<sub>5</sub> farms

| Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών<br>Existing and optimum combination of production factors | Σύνθεση συντελεστών παραγωγής<br>Composition of production factors |                                  |   |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|---|--|----------------------------------|
|  | Ακαθάριστη πρόσοδος<br>Gross income (euros)                        | Εργασία<br>Lab our costs (euros) | Ζωικό κεφάλαιο (ετήσιες δαπάνες)<br>Livestock capital (annual expenses) (euros) | Έδαφος -κτίρια -μηχανήματα (ετήσιες δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expense) (euros) | Διατροφή<br>Feeding costs (euro) |
| 1. Υφιστάμενος συνδυασμός/<br>Existing combination   | 578880,25  | 40755,80                         | 41271,84  | 40491,68   | 130463,92                        |
| 2. Άριστος συνδυασμός/<br>Optimum combination  | 773631,49  | 76677,39                         | 69374,78  | 26602,36   | 80328,70                         |
| 3. Αυξομείωση % (+ ή -)<br>Change % (+ or -)   | +33,6  | +88,1                            | +68   | -34,3  | -38,4                            |

Στην περίπτωση μεταβολής όλων των συντελεστών παραγωγής, η συνθήκη άριστου συνδυασμού (πίνακας IV), προτείνει αύξηση στους συντελεστές εργασία και ζωικό κεφάλαιο (κατά 88,1% και 68% αντίστοιχα) ενώ προτείνει μείωση στους συντελεστές «έδαφος-κτίρια-μηχανήματα» και κόστος διατροφής (κατά 34,3% και 38,4% αντίστοιχα). Η πρόταση αυτή θα μπορούσε ίσως να υλοποιηθεί, αφού οι προτεινόμενες μεταβολές μπορούν να πραγματοποιηθούν.

iv) Από πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού (Γ<sub>γ</sub>):

$$Y = 3,812 X_1^{0,020} X_2^{0,598} X_3^{0,121} X_4^{0,139}$$

Το άθροισμα των ελαστικότητων παραγωγής (Σβί=0,878) δείχνει φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας, γεγονός που εξηγεί την εντατικοποίηση της παραγωγής. Ο συντελεστής συσχέτισης (R=0,995) μεταξύ εξαρτημένης μεταβλητής και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι πολύ υψηλός και έχει ως συνέπεια έναν επίσης υψηλό συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού (R<sup>2</sup>=0,991). Ο συντελεστής αυτός δείχνει ότι η μεταβολή του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται

Όπως προκύπτει από τη σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους έχουμε παραγωγική χρήση του συντελεστή ζωικό κεφάλαιο (3,24). Αντιθέτως, έχουμε μη παραγωγική χρήση των συντελεστών εργασία, έδαφος και κτίρια και μηχανήματα και αξία ζωοτροφών (σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους 0,26, 0,23 και 0,18 αντίστοιχα).

Στην περίπτωση μεταβολής όλων των συντελεστών παραγωγής, ο άριστος συνδυασμός προτείνει (πίνακας V), αύξηση στους συντελεστές ζωικό κεφάλαιο (κατά 358%) και μείωση στους συντελεστές εργασία, «έδαφος-κτίρια-μηχανήματα» και διατροφή (κατά 64,1%, 23,2%, 73,9% αντίστοιχα). Αυτή η πρόταση είναι μάλλον εξωπραγματική, αφού κατ' αρχήν η μεγάλη αύξηση στο ζωικό κεφάλαιο είναι δύσκολο να γίνει.

v) Από πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού και ζώα της πάχυνσης (Γ<sub>δ</sub>):

$$Y = 2,834 X_1^{0,286} X_2^{0,170} X_3^{0,150} X_4^{0,359}$$

Το άθροισμα των ελαστικότητων παραγωγής (Σβί=0,965) δείχνει φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας,

**Πίνακας V.** Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών παραγωγής για τις εκμεταλλεύσεις Γ<sub>1</sub>  
**Table V.** Existing and optimum combination of production factors for G<sub>1</sub> farms

| Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών<br>Existing and optimum combination of production factors | Σύνθεση συντελεστών παραγωγής<br>Composition of production factors |                                  |   |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|---|--|----------------------------------|
|  | Ακαθάριστη πρόσοδος<br>Gross income (euros)                        | Εργασία<br>Lab our costs (euros) | Ζωικό κεφάλαιο (ετήσιες δαπάνες)<br>Livestock capital (annual expenses) (euros) | Έδαφος -κτίρια -μηχανήματα (ετήσιες δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expense) (euros) | Διατροφή<br>Feeding costs (euro) |
| 1. Υφιστάμενος συνδυασμός/<br>Existing combination   | 344156,20  | 20528,24                         | 47994,99  | 58037,92   | 196585,37                        |
| 2. Άριστος συνδυασμός/<br>Optimum combination  | 672562,90  | 7360,96                          | 220092,97   | 44533,86   | 51158,73                         |
| 3. Αυξομείωση % (+ ή -)<br>Change % (+ or -)   | +95,4  | -64,1                            | +358  | -23,2  | -73,9                            |

γεγονός που εξηγεί την εντατικοποίηση της παραγωγής. Ο συντελεστής συσχέτισης ( $R=1$ ) μεταξύ εξαρτημένης μεταβλητής και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι πολύ υψηλός και έχει ως συνέπεια έναν επίσης υψηλό συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού ( $R^2=1$ ). Ο συντελεστής αυτός δείχνει ότι η μεταβολή του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται κατά 100% από την μεταβολή

των προαναφερθέντων συντελεστών παραγωγής.

Οι επί μέρους ελαστικότητες παραγωγής δείχνουν ότι στη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, οι ζωοτροφές κατά 35,9%, η εργασία κατά 28,6%, το ζωικό κεφάλαιο κατά 17% και τέλος το έδαφος με τον μόνιμο εξοπλισμό κατά 15%.

**Πίνακας VI.** Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών παραγωγής για τις εκμεταλλεύσεις Γ<sub>6</sub>  
**Table VI.** Existing and optimum combination of production factors for G<sub>6</sub> farms

| Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών<br>Existing and optimum combination of production factors | Σύνθεση συντελεστών παραγωγής<br>Composition of production factors |                                  |   |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|---|--|----------------------------------|
|  | Ακαθάριστη πρόσοδος<br>Gross income (euros)                        | Εργασία<br>Lab our costs (euros) | Ζωικό κεφάλαιο (ετήσιες δαπάνες)<br>Livestock capital (annual expenses) (euros) | Έδαφος -κτίρια -μηχανήματα (ετήσιες δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expense) (euros) | Διατροφή<br>Feeding costs (euro) |
| 1. Υφιστάμενος συνδυασμός/<br>Existing combination   | 446347,07  | 18469,37                         | 17518,10  | 50962,83   | 160950,48                        |
| 2. Άριστος συνδυασμός/<br>Optimum combination  | 608560,81  | 73471,11                         | 43671,64  | 38533,80   | 92224,23                         |
| 3. Αυξομείωση % (+ ή -)<br>Change % (+ or -)   | +36,3  | +297,7                           | +149,2  | -24,3  | -42,7                            |

Όπως φαίνεται από τη σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους προκύπτει παραγωγική χρήση των συντελεστών εργασία και ζωικό κεφάλαιο (3,03 και 2,73 αντίστοιχα) και μη παραγωγική χρήση των συντελεστών έδαφος και κτίρια και μηχανήματα και αξία ζωοτροφών (σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους 0,42 και 0,52 αντίστοιχα).

Κατά την μεταβολή όλων των συντελεστών παραγωγής, η συνθήκη άριστου συνδυασμού (πίνακας VI), προτείνει αύξηση στους συντελεστές εργασία (κατά 297,7%), ζωικό κεφάλαιο (κατά 149,2%), ενώ προτείνει μείωση στον συντελεστή «έδαφος-κτίρια-μηχανήματα» (κατά 24,3%) και στη διατροφή (κατά 42,7%). Οι συνιστώμενες μεταβολές είναι μάλλον εξωπραγματικές και ως εκ τούτου η κατά 36,3% αναμενόμενη αύξηση της ακαθάριστης προσόδου δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία.

vi) Από θηλυκά ζώα της πάχυνσης (Γ3):

$$Y = 1,859 X_{10} 2,297 X_{20} 5,537 X_{30} 0,392 X_{40}$$

Το άθροισμα των ελαστικοτήτων παραγωγής ( $\Sigma bi=1$ ) δείχνει σταθερές αποδόσεις κλίμακας. Ο συντελεστής συσχέτισης ( $R=0,991$ ) μεταξύ εξαρτημένης μεταβλητής και ανεξάρτητων μεταβλητών

τά 98,2% από την μεταβολή των προαναφερθέντων συντελεστών παραγωγής.

Οι επί μέρους ελαστικότητες παραγωγής δείχνουν ότι στη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, το ζωικό κεφάλαιο κατά 53,7%, το έδαφος με το μόνιμο εξοπλισμό κατά 39,2% και η εργασία κατά 29,7%.

Όπως φαίνεται από τη σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους προκύπτει παραγωγική χρήση των συντελεστών εργασία και ζωικό κεφάλαιο (2,41 και 3,18 αντίστοιχα) και μη παραγωγική χρήση του συντελεστή έδαφος και κτίρια και μηχανήματα (σχέση οριακής παραγωγικότητας και πραγματικού κόστους 0,80).

Κατά την μεταβολή όλων των συντελεστών παραγωγής, η συνθήκη άριστου συνδυασμού προτείνει (πίνακας VII), αύξηση στους συντελεστές παραγωγής εργασία, ζωικό κεφάλαιο καθώς επίσης και στον συντελεστή «έδαφος-κτίρια-μηχανήματα» (κατά 56%, 89,8% και 67,6% αντίστοιχα). Επίσης προτείνει, μείωση στον συντελεστή διατροφή (κατά 69%). Η πρόταση αυτή είναι δύσκολο να υλοποιηθεί, αφού η προτεινόμενη μείωση του συντελεστή παραγωγής «διατροφή» δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί.

**Πίνακας VII.** Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών παραγωγής για τις εκμεταλλεύσεις Γ<sub>3</sub>

**Table VII.** Existing and optimum combination of production factors for G<sub>3</sub> farms

| Υφιστάμενος και άριστος συνδυασμός συντελεστών<br>Existing and optimum combination of production factors | Σύνθεση συντελεστών παραγωγής<br>Composition of production factors |                                 |   |  |                                  |
|--|--|---------------------------------|---|--|----------------------------------|
|  | Ακαθάριστη πρόσοδος<br>Gross income (euros)                        | Εργασία<br>Labour costs (euros) | Ζωικό κεφάλαιο (ετήσιες δαπάνες)<br>Livestock capital (annual expenses) (euros) | Έδαφος -κτίρια -μηχανήματα (ετήσιες δαπάνες)<br>Land, buildings and machinery (annual expense) (euros) | Διατροφή<br>Feeding costs (euro) |
| 1. Υφιστάμενος συνδυασμός/<br>Existing combination   | 1154122,56   | 53242,26                        | 79130,36  | 79423,69   | 223877                           |
| 2. Άριστος συνδυασμός/<br>Optimum combination  | 2754791,27   | 83090,41                        | 150234,19   | 133145,78  | 69202,93                         |
| 3. Αυξομείωση % (+ ή -)<br>Change % (+ or -)   | +138,6   | +56                             | +89,8   | +67,6  | -69                              |

είναι πολύ υψηλός και έχει ως συνέπεια έναν επίσης υψηλό συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού ( $R^2=0,982$ ). Ο συντελεστής αυτός δείχνει ότι η μεταβολή του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται κα-

#### Συμπεράσματα-Προτάσεις

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας προκύπτει ότι υπάρχει υψηλός βαθμός εξάρτησης της μεταβολής της ακαθάριστης προσόδου από τους συντε-

λεστές παραγωγής. Ειδικότερα:

-Στις εκμεταλλεύσεις στις οποίες το γενετικό υλικό προέρχεται από ζώα  $F_1$  γενεάς, για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, το ζωικό κεφάλαιο, το έδαφος με το μόνιμο εξοπλισμό και η εργασία.

-Στις εκμεταλλεύσεις στις οποίες το γενετικό υλικό προέρχεται από συνδυασμό ζώων  $F_1$  γενεάς και πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, η αξία του ζωικού κεφαλαίου, η αξία των ζωοτροφών, το έδαφος με το μόνιμο εξοπλισμό και τέλος η εργασία.

-Στις εκμεταλλεύσεις στις οποίες το γενετικό υλικό προέρχεται από συνδυασμό ζώων  $F_1$  γενεάς και ζώων πάχυνσης, για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, οι ζωοτροφές, η εργασία, το ζωικό κεφάλαιο και τέλος το έδαφος με τον μόνιμο εξοπλισμό.

-Στις εκμεταλλεύσεις στις οποίες το γενετικό υλικό προέρχεται από πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, το ζωικό κεφάλαιο, οι ζωοτροφές, το έδαφος με τον μόνιμο εξοπλισμό και τέλος η εργασία.

-Στις εκμεταλλεύσεις στις οποίες το γενετικό υλικό προέρχεται από συνδυασμό ζώων πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού και ζώων πάχυνσης για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, οι ζωοτροφές, η εργασία, το ζωικό κεφάλαιο και τέλος το έδαφος με τον μόνιμο εξοπλισμό.

- Τέλος, στις εκμεταλλεύσεις στις οποίες το γενετικό υλικό προέρχεται από ζώα πάχυνσης για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος συμβάλλουν, κατά σειρά σπουδαιότητας, το ζωικό κεφάλαιο, το έδαφος με το μόνιμο εξοπλισμό και τέλος η εργασία.

Με εφαρμογή της συνθήκης άριστου ή συνδυασμού ελαχίστου κόστους και έπειτα από μεταβολή όλων των συντελεστών παραγωγής, προκύπτουν οι παρακάτω προτάσεις για αναδιάρθρωση των χρησιμοποιούμενων συντελεστών:

- Στις εκμεταλλεύσεις με προέλευση γενετικού υλικού από συνδυασμό ζώων  $F_1$  γενεάς και πυρήνα πολλαπλασιαστικού υλικού, ο άριστος συνδυασμός προτείνει αύξηση στους συντελεστές εργασία, ζωικό κεφάλαιο και έδαφος και κτίρια και μηχανήματα, ενώ προτείνει μείωση στο συντελεστή διατροφή.

- Στις εκμεταλλεύσεις με γενετικό υλικό από συνδυασμό ζώων  $F_1$  γενεάς και ζώων πάχυνσης, ο άριστος συνδυασμός προτείνει αύξηση στους συντελεστές

εργασία και ζωικό κεφάλαιο, ενώ προτείνει μείωση στους συντελεστές έδαφος και κτίρια και μηχανήματα και κόστος διατροφής.

Οι προτάσεις αυτές θα μπορούσαν να υλοποιηθούν, αφού οι προτεινόμενες μεταβολές μπορούν να πραγματοποιηθούν, και να οδηγήσουν σε αύξηση της επιτυγχανόμενης ακαθάριστης προσόδου με το αυτό κόστος.

Ειδικότερα: η μείωση του κόστους διατροφής των χοίρων έχει ιδιαίτερη σημασία, αφού οι ζωοτροφές αποτελούν το σπουδαιότερο συντελεστή στη διαμόρφωση του κόστους παραγωγής. Η επιλογή του κατάλληλου και πιο αποτελεσματικού τρόπου παρασκευής της τροφής, η κατάρτιση ενός καλά ισορροπημένου και οικονομικού σιτηρεσίου, η γνώση της περιεκτικότητας των ζωοτροφών σε θρεπτικά συστατικά και η καταλληλότητά τους καθώς επίσης οι καλές εγκαταστάσεις ανάμειξης τροφοδοσίας και αποθήκευσης των ζωοτροφών οδηγούν στην μείωση του κόστους χρήσης του συντελεστή αυτού.

Στην υπόλοιπη Ευρώπη, τα εφαρμοζόμενα συστήματα διασταυρώσεων ανήκουν κυρίως στα ασυνεχή συστήματα βιομηχανικών διασταυρώσεων, τα οποία έχουν μεταξύ άλλων το πλεονέκτημα της άριστης αξιοποίησης της ετέρωσης, καθώς επίσης και της συμπληρωματικότητας των πληθυσμών για την αύξηση των αποδόσεων, αλλά και την καλύτερη ικανοποίηση από πλευράς ποιότητας σφαγίων, των ιδιαίτερων προτιμήσεων των Ευρωπαίων καταναλωτών. Από την άλλη πλευρά η εφαρμογή παρόμοιων συστημάτων δεν είναι απόλυτα ευχερής, καθότι δεν επιτρέπουν την ανανέωση των γονέων των υβριδίων παχύνσεως από τον πληθυσμό των τελευταίων και απαιτείται η συνεχής εξασφάλιση των ζώων αναπαραγωγής, συνήθως από εκμεταλλεύσεις πυρήνες.

Για το θέμα της χρήσης του γενετικού υλικού κρίνεται αναγκαία η χρησιμοποίηση στις χοιροτροφικές μονάδες ενός ορθού σχήματος ανανέωσης του υπάρχοντος γενετικού υλικού ή εμπορικής διασταύρωσής του με κατάλληλες φυλές χοίρων ώστε να έχει καλύτερα οικονομικά αποτελέσματα. Ο Μασσούκας (1989), αναφέρει ότι ο σχεδιασμός και η χρηματοδότηση της εφαρμογής στη χώρα μας ενός αποτελεσματικού προγράμματος γενετικής βελτίωσης των χοίρων με το κατάλληλο γενετικό υλικό προς τη σωστή κάθε φορά κατεύθυνση σε συσχέτιση με τις τοπικές συνθήκες παραγωγής και εμπορίας του προϊόντος θα συμβάλει αποφασιστικά στην ικανοποίηση της ανάγκης των παραγωγών ως προς την έγκαιρη και οικονομική εξασφάλιση των κατάλληλων ζώων αναπαραγωγής.

Στην Ελλάδα ελείπουν οι σχετικές οργανωτικές δομές και ως εκ τούτου δεν λειτουργούν ολοκληρωμένα προγράμματα γενετικής βελτίωσης των χοίρων, με αποτέλεσμα οι παραγωγοί να αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσχέρειες προμήθειας των απαραίτητων ζώων αναπαραγωγής και ιδιαίτερα των θηλυκών σε προσιτές τιμές. Επιπλέον, η κατάσταση στη χώρα μας διαφέρει από την αντίστοιχη που επικρατεί στην υπόλοιπη Ευρώπη, από την άποψη του ισχύοντος συστήματος εμπορίας του χοιρείου κρέατος. Ως εκ τούτου, η γενετική βελτίωση των χοίρων στη χώρα μας οφείλει να οργανωθεί με βάση την εφαρμογή συστημάτων διασταυρώσεων, τα οποία λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαιτερότητες αυτές. Ένα σύστημα το οποίο θεωρείται ότι ανταποκρίνεται καλύτερα στην απαίτηση αυτή είναι το σύστημα της εναλλακτικής διασταύρωσης (Ρογδάκης 1989).

Η εναλλακτική διασταύρωση έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει την περαιτέρω διατήρηση των διασταυρωμένων θηλυκών για αναπαραγωγή, ώστε οι διασταυρωμένες μητέρες να εξασφαλίζονται εντός των παραγωγικών μονάδων, χωρίς να απαιτείται η προμήθεια τους από άλλη πηγή. Το σύστημα είναι σχετικά απλό στην εφαρμογή του και είναι δυνατό με τη χρησιμοποίηση της τεχνητής σπερματέγχυσης να επιτευχθεί πλήρης απομόνωση των εκμεταλλεύσεων μεταξύ τους και επομένως να περιορισθεί ο κίνδυνος μεταδόσεων

επιβλαβών νόσων στο ελάχιστο δυνατό (Ρογδάκης 1989). Ακόμη, θα μπορούσε να εφαρμοστεί το σύστημα μερικής κυκλικής διασταύρωσης (partial rotational crossing), (Ματσούκας 1989, Ντότας 1995), το οποίο είναι συνδυασμός της εναλλακτικής και της κυκλικής διασταύρωσης. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι είναι σχετικά απλό στην εφαρμογή του, προσιδιάζει η εφαρμογή του με βάση τη γενετική δομή του χοιρείου πληθυσμού της χώρας (Landrace X Large White κυρίως) και επιπλέον, λόγω της εισαγωγής σε αυτό και μιας τρίτης φυλής με ισχυρή ιδιοσυστασία και υψηλού επιπέδου κρεοπαραγωγικής ικανότητας, μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της παραγωγικότητας των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων.

Συμπερασματικά μπορεί να λεχθεί ότι κύριο χαρακτηριστικό της ελληνικής χοιροτροφίας είναι οι παλαιές κτηριακές εγκαταστάσεις και ο παλαιός μηχανολογικός εξοπλισμός. Ως εκ τούτου επιβάλλεται η χρηματοδότηση του εκσυγχρονισμού των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων, γεγονός το οποίο θα οδηγήσει στην αύξηση της παραγωγικότητας, τη μείωση του κόστους παραγωγής και τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας των χοιροτρόφων. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η απορρόφηση των κοινοτικών κονδυλίων (π.χ. Δ' Κ.Π.Σ.), που δίνονται για τον σκοπό αυτό καθώς και η χρηματοδότηση της μετεγκατάστασης και εκσυγχρονισμού χοιροστασιών από εθνικούς πόρους.

## Reformation and financing programs in pig farms in relation to genotypes

S. Aggelopoulos<sup>1</sup>, C. Zioganas<sup>2</sup>, I. Nikolakakis<sup>3</sup> and I. Mitsopoulos<sup>2</sup>

### SUMMARY

The subject of the present paper is a study of the productivity of pig farms in conjunction to their genetic type, in Greece.

The research was carried out on a sample of 80 pig farms located in various regions of Greece. Based on their technical and economic data, the economic results were derived and then classified according to genetic type.

In order to examine the contribution and the productivity of the factors of production used, an analysis was made with the use of the Cobb-Douglas production function.

Furthermore, after the estimation of the specific function, an attempt was made to explore the potential of increasing the total product, as well as the marginal productivity of the production factors used, not only through the change of every single factor, but also through the simultaneous changes of all factors combined, the latter leads to the specification of their optimum combination, under given total costs of production.

Key words: productivity, pig-farms, financing, production function

<sup>1</sup> Farm Management Dip., Technological Education Institute of Thessaloniki

<sup>2</sup> School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki

<sup>3</sup> Technological Education Institute of Florina

## Βιβλιογραφία

- Αγγελόπουλος Σ., (2004). «Συστήματα Εκτροφής και Παραγωγής της Ελληνικής Χοιροτροφίας και η σχέση τους με την οικονομικότητα, την ανταγωνιστικότητα και τη βιωσιμότητα του κλάδου». Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας.
- Γαλανόπουλος, Κ., (1998). «Οικονομική διερεύνηση της παραγωγής χοιρείου κρέατος: Μακροχρόνια ισορροπία της παραγωγής και εμπορίας στην Ελλάδα». Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης, τεύχος 25, σελ. 19-28, Δεκέμβριος 1998.
- Chand, R., (1986). "A Note on the use of the Cobb-Douglas Profit Function". American Journal of Agricultural Economics, February 1986, Vol.60 (1), pp.162-164.
- Ε.Σ.Υ.Ε. (1987-1999). «Γεωργική Στατιστική της Ελλάδας».
- Ziogas, Ch., Kazakopoulos, L., Koutsotolis, K., (1994). "Structure and Viability of Sheep Farming in Relation to Socioeconomic Stability in Pogoni Area of Epirus- Greece". Proceedings of an International Symposium organized by HSAP and EAAP, June 18-20, 1994, Thessaloniki, Greece. EAAP Publication, No. 83, 1996, pp.33-46.
- Ziogas, Ch., (1991). "The development of viable farms as a major objective in Agricultural policy: the case of Greece". Agricultura Mediterranea, Vol. 121, pp.60-69.
- Ζωγάνας, Χ., (1982). «Διερεύνηση εναλλακτικών μεθόδων για τον προσδιορισμό βιώσιμων, ισοδύναμων και άριστων μεγεθών των γεωργικών εκμεταλλεύσεων». Επιθεώρηση Αγροτικών Μελετών, τεύχος 4, σελ. 50-73, Α.Τ.Ε.
- Kamenidou, I., Tzimitra -Kalogianni, I., Zotos Y. and Mattas K. (2002). "Household Purchasing and Consumption Behaviour towards Processed Peach Products". New Medit 1 (1): 45-49.
- Katos, A., and Batzios, Ch., (1988). "Farm Structure and Additive Production Function: An Application to the Greek Dairy Sector". Greek Review of Agrarian Studies, Vol.II, 4, pp.124-135.
- Kim, J.H., (1986). "Production Function Analysis on the Development of Dairy Farming in Post-War Japan". Journal of Rural Development, June 1986, Vol.9 (1), pp.51-67.
- Κιτσοπανίδης, Γ., (1998). «Οικονομικότητα, βιωσιμότητα και ανταγωνιστικότητα "άριστης" χοιροτροφικής εκμεταλλεύσεως υπό τις σημερινές τεχνικο-οικονομικές και δανειακές συνθήκες της χώρας μας». Γεωτεχνικά Επιστημονικά θέματα, τόμος 9, τεύχος 1.
- Κιτσοπανίδης, Γ., (1999). «Βιωσιμότητα και ανταγωνιστικότητα σύγχρονης χοιροτροφικής εκμεταλλεύσεως». Συμπόσιο Κτηνοτροφίας με θέμα: «Η ελληνική χοιροτροφία-Τεχνικοοικονομική προσέγγιση», Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης, σελ.33-51.
- Κιτσοπανίδης, Γ. και Καμενίδης Χ., (1992). «Αγροτική Οικονομία». Εκδόσεις Ζήτη, 2<sup>η</sup> έκδοση, Θεσσαλονίκη.
- Ματσούκας Ι., (1989). Βελτιωτικός στόχος και βελτιωτικό σχήμα για την Ελληνική χοιροτροφία. Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης. Ειδική Έκδοση Νο 6. σ. 178-219.
- Μπάτζιος, Χρ., (1988). «Προβλήματα και εξέλιξη της παραγωγής γάλακτος Αγελάδων στην Ελλάδα». Επιστημονική Επετηρίδα της Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Κτηνιατρικής, τ.23, Θεσσαλονίκη.
- Μπάτζιος, Χρ., (2001). «Οικονομία Ζωικής Παραγωγής». Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Ντότας, Δ., (1995). «Χοιροτροφία». Πανεπιστημιακές παραδόσεις Σχολής Γεωπονίας, Α.Π.Θ.
- Παπαθεοδώρου, Α. και Παπαβασιλείου, Δ. (1996). «Εκτίμηση της υλικοτεχνικής Υποδομής και του ζωικού κεφαλαίου της συστηματικής ελληνικής Χοιροτροφίας». Χοιροτροφικά Νέα, Ιανουάριος-Φεβρουάριος 43:22-33, Αθήνα.
- Ρογδάκης Ε., Κ. Καρράς, (1989). Σχεδιασμός προγράμματος εναλλακτικής διασταύρωσης στο χοίρο. II. Αποτελέσματα και σχολιασμός. Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης. Τεύχος 9<sup>ο</sup>.
- Ridgeon, R.F., (1992). "Pig Management Scheme Results 1991", Agricultural Economics Unit, University of Cambridge January 1992, England.
- Υπουργείο Γεωργίας (2001). Στοιχεία Διεύθυνσης Ζωικής Παραγωγής. «Υφιστάμενη κατάσταση των χοιροτροφικών μονάδων της Ελλάδας».
- Φαρμάκης, Ν., (1994). «Εισαγωγή στη δειγματοληψία».
- Fulginiti, L.E., and Perrin, R.K., (1998). "Agricultural Productivity in Developing Countries". Journal of Agricultural Economics, Amsterdam, Netherlands. August-September 1998, Vol.19 (1-2), pp.45-51.
- Χαρούφ, Α., Δεληγιώργης, Σ., Ρογδάκης, Ε., (1991). «Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά του χοίρου στη χοιροτροφία εντατικής μορφής και παράγοντες που επιδρούν στα χαρακτηριστικά αυτά». Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης, τεύχος 13, σελ. 5-24 και 25-45, Ιούλιος 1991.
- Heathfield, D., and Wibe, S., (1987). "An Introduction to Cost and Production Functions". Macmillian Education Ltd., Hong Kong.
- Whittemore, C., (1993). "The science and practice of pig production", Longman Group, UK.



## Επίδραση της εδαφικής υγρασίας και της αλατότητας στην πρόσληψη του νερού από τα φυτά ηλίανθου σε συνθήκες αγρού

Βασίλειος Ζ. Αντωνόπουλος<sup>1</sup>, Mahmoud Rahil<sup>1</sup>, Διαμαντής Ν. Καραμούζης<sup>1</sup> και Δημήτρης Μ. Παπαμαχαίλ<sup>1</sup>

### Περίληψη

Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για την άρδευση καλλιμερειών εμπεριέχει τον κίνδυνο της αύξησης της αλατότητας των εδαφών και της υδατικής καταπόνησης των φυτών. Η επίδραση του συνδυασμού της μείωσης της εδαφικής υγρασίας και της αύξησης της αλατότητας του εδάφους στην πρόσληψη του νερού από τα φυτά εξετάστηκε χρησιμοποιώντας ένα ολοκληρωμένο μαθηματικό μοντέλο, στο οποίο ενσωματώθηκε ο συνδυασμός των παραγόντων υδατικής και αλατούχου καταπόνησης. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή σε αγρό με καλλιέργεια ηλίανθου και αρδευόμενο με τα επεξεργασμένα λύματα της Θεσσαλονίκης, υψηλής αλατότητας, έδειξαν ότι η επίδραση του συνδυασμένου παράγοντα καταπόνησης επηρεάζει σημαντικά τόσο την πραγματική διαπνοή όσο και την εξάτμιση. Επίσης επηρεάζεται η κατανομή με το βάθος της πρόσληψης του νερού από το ριζόσπρωμα.

**Λέξεις Κλειδιά:** πρόσληψη νερού, υδατική καταπόνηση, αλατούχος καταπόνηση, προσομοίωση, ηλίανθος, άρδευση με λύματα

### 1. Εισαγωγή

Η αλατότητα και η έλλειψη νερού επηρεάζουν σημαντικά την ικανότητα πρόσληψης του νερού από το ριζικό σύστημα των φυτών. Υπό τις συνδυασμένες συνθήκες μείωσης της διαθεσιμότητας του νερού και αύξησης της αλατότητας, τα φυτά καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια για την πρόσληψη νερού από το έδαφος, από ότι όταν αντιμετωπίζουν το κάθε πρόβλημα μεμονωμένα (Homae et al., 2002). Σε αρδευόμενα εδάφη, ειδικά σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, τα φυτά βρίσκονται κάτω από την επίδραση μειωμένης διαθεσιμότητας εδαφικού νερού και αυξημένης αλατότητας. Η εξατμισοδιαπνοή, κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος μεταξύ δύο αρδεύσεων, αυξάνει το οσμωτικό και μειώνει το υδραυλικό δυναμικό του υδατικού διαλύματος που με τη σειρά τους επηρεάζουν έντονα την πρόσληψη του νερού από το ριζικό σύστημα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αμφότεροι οι παραπάνω παράγοντες μεταβάλλονται με το χρόνο και η καταπόνηση των φυτών εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο αυτά ανταπεξέρχονται στις συνθήκες αυτές.

Διάφορες συναρτήσεις έχουν αναπτυχθεί για την περιγραφή του όρου πρόσληψης του νερού  $S_w$  ( $z, t$ ) για την περίπτωση της μακροσκοπικής προσέγγισης (π.χ. Molz and Remson, 1970, Feddes et al., 1978, Van Genuchten and Hoffman, 1984, Dirksen et al., 1993, Γούκος και Μπαμπατζιμόπουλος, 2000, Homae and Feddes, 2001, Γεωργούσης και Μπαμπατζιμόπουλος, 2003) που βασίζονται είτε σε μια προσέγγιση απλοποιημένης μεταφοράς νερού είτε σε μια εμπειρική συνάρτηση που λαμβάνει υπόψη τα χαρακτηριστικά των ριζών και άλλες προσομοιωμένες παραμέτρους. Η έκφραση που χρησιμοποιείται ευρέως βασίζεται στην πρόταση των Feddes et al. (1978), σύμφωνα με την οποία η πρόσληψη του νερού εξαρτάται από τη μέγιστη δυνατή πρόσληψη νερού σε κάθε στρώση του εδάφους και από ένα περιοριστικό παράγοντα που είναι συνάρτηση της μύξης του εδαφικού νερού.

Αρκετές ερευνητικές εργασίες έχουν διεξαχθεί για την επίδραση χωριστά της αλατότητας ή της μείωσης του διαθέσιμου εδαφικού νερού και όχι για τη συνδυασμένη επίδραση των δύο αυτών παραγόντων.

<sup>1</sup> Τομέας Εργείων Βελτιώσεων, Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονική Σχολή, Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη, E-mail: vasanton@agro.auth.gr

Ελάχιστα, όμως είναι τα άρθρα που έχουν δημοσιευθεί και αφορούν στην πρόσληψη του νερού από τις ριζες υπό το συνδυασμένο πρόβλημα της αλατότητας και της έλλειψης νερού. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι εργασίες των Van Genuchten and Hoffman (1984), Dirksen et al. (1993), Van Dam et al. (1997), Homae et al. (2002).

Στην εργασία αυτή διερευνάται η επίδραση του συνδυασμού της έλλειψης του νερού και της αλατότητας στην πρόσληψη του νερού από τα φυτά κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου της καλλιέργειας ηλίανθου. Για το συνδυασμό των δύο παραγόντων που επηρεάζουν την πρόσληψη του νερού χρησιμοποιείται η παραδοχή της πολλαπλασιαστικής σχέσης των δύο παραγόντων. Για την προσομοίωση του εδαφικού νερού στο έδαφος υπό τις συνθήκες ανάπτυξης της καλλιέργειας ηλίανθου χρησιμοποιείται το μαθηματικό μοντέλο WANISIM (Αντωνόπουλος, 1998). Το μοντέλο WANISIM βελτιώθηκε με σκοπό την απόκτηση της δυνατότητας να ερευνήσει την επίδραση της έλλειψης νερού και της αλατότητας στην πρόσληψη του νερού από το ριζικό σύστημα.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1. Περιγραφή του Μαθηματικού Μοντέλου

Το μαθηματικό μοντέλο WANISIM (Water and Nitrogen Simulation Model) περιγράφει την κίνηση του νερού και τη μεταφορά μάζας του αζώτου στο έδαφος. Αποτελείται από υπομοντέλα που περιγράφουν την ταυτόχρονη κίνηση του νερού, τη μεταφορά μάζας του αμμωνιακού και νιτρικού αζώτου, την πρόσληψη νερού και αζώτου, τους μετασχηματισμούς του αζώτου, την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στους μετασχηματισμούς, την εφαρμογή ανόργανου και οργανικού αζώτου στο έδαφος. Το μοντέλο είναι μονοδιάστατο και οι εξισώσεις της κίνησης του νερού και της μεταφοράς μάζας λύνονται με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων (Αντωνόπουλος, 1998). Το μοντέλο έχει χρησιμοποιηθεί και επιβεβαιωθεί σε εφαρμογές με δεδομένα από αγρό με βαμβάκι (Antonopoulos, 1997), από ένα αποκατεστημένο και ένα αδιατάρακτο έδαφος (Antonopoulos and Wyseure, 1998) καθώς και από αγρό με καλαμπόκι (Antonopoulos, 2001).

Η μονοδιάστατη στην κατακόρυφη διεύθυνση εξίσωση κίνησης του νερού σε ακόρεστο έδαφος με ταυτόχρονη πρόσληψη νερού από τα φυτά είναι γνωστή ως εξίσωση του Richards και γράφεται:

$$C_h \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K(h) \frac{\partial h}{\partial z} - K(h) \right) \pm S_w \quad (1)$$

όπου:  $h$  είναι το ύψος πίεσης (cm),  $K$  είναι η υδραυλική αγωγιμότητα ( $\text{cm h}^{-1}$ ),  $C_h$  είναι η υδραυλική χωρητικότητα του εδάφους ( $\text{cm}^{-1}$ ),  $z$  είναι η απόσταση στην κατακόρυφη διεύθυνση (cm),  $t$  είναι ο χρόνος (ημέρα) και  $S_w$  είναι ο όρος της πρόσληψης του νερού από τα φυτά ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3} \text{h}^{-1}$ ).

Για την χαρακτηριστική εξίσωση και τη συνάρτηση της υδραυλικής αγωγιμότητας χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις των Van Genuchten και Van Genuchten – Mualem, αντίστοιχα (Van Genuchten, 1980).

Ο όρος της πρόσληψης του νερού ( $S_w$ ), όταν ο μόνος περιοριστικός παράγοντας της πρόσληψης είναι η εδαφική υγρασία, είναι συνάρτηση της μέγιστης πρόσληψης ( $S_{max}$ ) και ενός περιοριστικού παράγοντα  $\alpha(h)$  που εξαρτάται από τη μύζηση του εδαφικού νερού (Belmans et al., 1983).

$$S_w(z,h) = \alpha(h)S_{max}(z) \quad (2)$$

όπου:  $\alpha(h)$  είναι ο περιοριστικός παράγοντας που λαμβάνει τιμές από μηδέν μέχρι ένα. Η μέγιστη πρόσληψη ( $S_{max}$ ) εξαρτάται από την κατανομή των ριζών  $g(z)$  και τη δυναμική διαπνοή  $T_p$  ( $\text{cm day}^{-1}$ ).

Ο όρος της πρόσληψης του νερού ( $S_w$ ), όταν υπάρχει συνδυασμένη περιοριστική δράση λόγω της μείωσης της εδαφικής υγρασίας (υδατική καταπόνηση) και λόγω της αλατότητας του εδάφους (καταπόνηση αλατότητας) θεωρείται είτε προσθετική είτε πολλαπλασιαστική και περιγράφεται από εξισώσεις όπου οι όροι είτε προστίθενται είτε πολλαπλασιάζονται (Van Dam et al., 1997, Homae et al., 2002). Στην εργασία χρησιμοποιείται και διερευνάται η πολλαπλασιαστική σχέση με την εξής μορφή:

$$S_w(z,h) = \alpha(h)\alpha(h_0)S_{max}(z) \quad (3)$$

όπου:  $\alpha(h_0)$  είναι ο περιοριστικός παράγοντας που οφείλεται στην αλατότητα (οσμωτικό δυναμικό) και λαμβάνει τιμές από μηδέν μέχρι ένα.

Ο περιοριστικός παράγοντας της εδαφικής υγρασίας  $\alpha(h)$  περιγράφεται από τις παρακάτω εξισώσεις για το εύρος τιμών ύψους πίεσης των εδαφών (Feddes et al., 1978, Wyseure et al., 1994). Για το εύρος τιμών  $h_c < h \leq h_{pwp}$  μπορεί να χρησιμοποιηθεί η γραμμική ή η υπερβολική μεταβολή του παράγοντα  $\alpha(h)$ :

$$\alpha(h) = 0$$

$$\alpha(h) = (h - h_a) / (h_{fc} - h_a)$$

$$\alpha(h) = 1$$

$$\alpha(h) = (h - h_{pwp}) / (h_c - h_{pwp})$$

$$\alpha(h) = (1/h_{pwp} - 1/h) / (1/h_{pwp} - 1/h_c)$$

$$\text{για } h < h_a \text{ ή } h \geq h_{pwp} \quad (4)$$

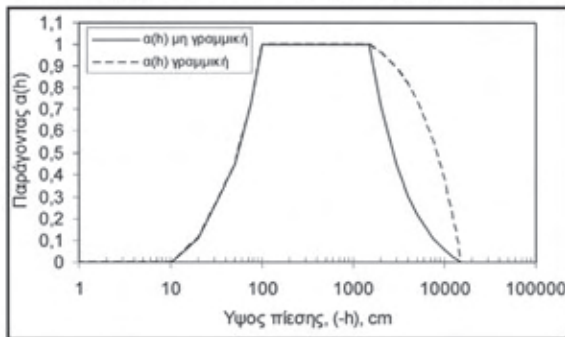
$$\text{για } h < h_{fc} \quad (5)$$

$$\text{για } h < h_c \quad (6)$$

$$\text{για } h_c < h \leq h_{pwp} \quad (7)$$

$$\text{για } h_c < h \leq h_{pwp} \quad (8)$$

όπου:  $h$  είναι η απόλυτη τιμή του ύψους πίεσης (cm) και  $h_a$ ,  $h_{fc}$ ,  $h_c$  και  $h_{pwp}$  είναι αντίστοιχα οι απόλυτες τιμές του ύψους πίεσης στο επίπεδο αερισμού, υδατοϊκανότητας, κρίσιμο και μόνιμης μάρανσης (cm). Οι Doorenbos and Pruitt (1977) πρότειναν ως τιμή του  $h_c$  για το καλαμπόκι μεταξύ  $1000 \text{ cm} \leq h_c \leq 3000 \text{ cm}$ . Οι Maraou and Lofolia (1998) χρησιμοποίησαν τιμές πλησίον του κάτω ορίου (850 cm) και οι Homae et al. (2002) τιμές μεταξύ  $800 \leq h_c \leq 1000$ . Στο Σχήμα 1 δίνεται η γραφική παράσταση της συνάρτησης  $\alpha(h)$  όπως περιγράφεται από τις σχέσεις (4) έως (8).



**Σχήμα 1.** Περιοριστικός παράγοντας εδαφικής υγρασίας  $\alpha(h)$  ως συνάρτηση της απόλυτης τιμής του ύψους πίεσης.  
**Figure 1.** Plot of water stress uptake reduction factor  $\alpha(h)$  as function of absolute pressure head.

Με την παραδοχή ότι η επίδραση της αλατότητας στην πρόσληψη του νερού εκφράζεται από την προτεινόμενη από τους Maas and Hoffman (1977) σχέση για τη μείωση της απόδοσης των φυτών λόγω της καταπόνησης από την αλατότητα, ο παράγοντας αλατότητας μπορεί να περιγραφεί από το Σχήμα 2 και από την παρακάτω σχέση:

$$\alpha(h_0) = 1 - \frac{a}{360} (h_0^* - h_0) \quad (9)$$

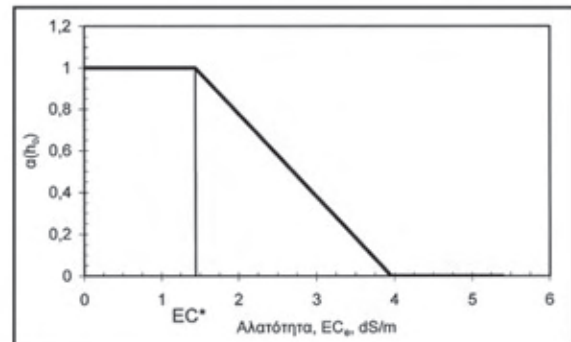
όπου:  $h_0^*$  είναι το οσμωτικό δυναμικό (cm), είναι η οριακή τιμή οσμωτικού δυναμικού πάνω από την οποία μειώνεται η τιμή του παράγοντα  $\alpha(h)$ , α είναι

η κλίση ( $\text{m dS}^{-1}$ ) στη εξίσωση των Maas και Hoffman, και 360 είναι ένας παράγοντας για τη μετατροπή της αλατότητας (σε  $\text{dS m}^{-1}$ ) του εδαφικού διαλύματος σε ύψος οσμωτικού δυναμικού (cm) (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

Το οσμωτικό δυναμικό εκφράζεται ως οσμωτικό ύψος πίεσης,  $h_0$ , που θεωρείται γραμμική συνάρτηση της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων  $C$  ή/και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του υδατικού διαλύματος,  $EC_{ss}$ , σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$h_0 = -36C = -360EC_{ss} \quad (10)$$

όπου:  $h_0$  εκφράζεται σε cm ύψους νερού,  $C$  είναι η συγκέντρωση των αλάτων σε  $\text{mg/l}$ , και  $EC_{ss}$  είναι η αλατότητα ως ηλεκτρική αγωγιμότητα σε  $\text{dS m}^{-1}$ .



**Σχήμα 2.** Συνάρτηση μείωσης της τιμής του παράγοντα αλατότητας κατά τους Maas and Hoffman (1977).

**Figure 2.** Function of salinity stress reduction factor  $\alpha(h_0)$  according to Maas and Hoffman (1977).

Ο συνδυασμός των παραγόντων καταπόνησης (υδατικής και αλατότητας), όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, δίνει τις παρακάτω σχέσεις (11) έως (15).

Η γραφική παράσταση του συνδυασμένου παράγοντα καταπόνησης, λόγω έλλειψης νερού και αλατότητας, δίνεται στο Σχήμα 3.

Η παρουσία αλάτων στο εδαφικό νερό έχει ως

$$\alpha(h, h_o) = 0.0 \quad \text{για } h < h_a \text{ ή } h \geq h_{pwp} \quad (11)$$

$$\alpha(h, h_o) = \alpha(h_o)(h - h_a)/(h_{fc} - h_a) \quad \text{για } h < h_{fc} \quad (12)$$

$$\alpha(h, h_o) = \alpha(h_o) \quad \text{για } h < h_c \quad (13)$$

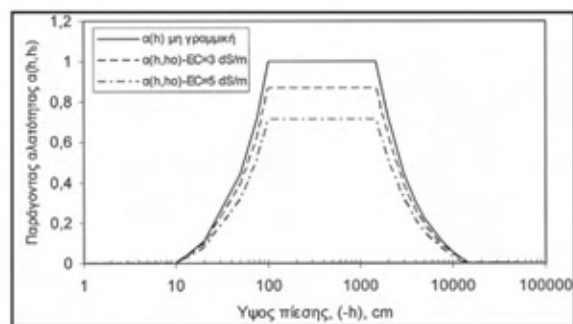
$$\alpha(h, h_o) = \alpha(h_o)(h - h_{pwp})/(h_c - h_{pwp}) \quad \text{για } h_c < h \leq h_{pwp} \quad (14)$$

$$\alpha(h, h_o) = \alpha(h_o)(1/h_{pwp} - 1/h)/(1/h_{pwp} - 1/h_c) \quad \text{για } h_c < h \leq h_{pwp} \quad (15)$$

αποτέλεσμα την αύξηση του ύψους πίεσης που αντιστοιχεί στο σημείο μόνιμης μάρανσης των φυτών. Αυτό σημαίνει ότι το σημείο μόνιμης μάρανσης μειώνεται κατά απόλυτη τιμή κατά 360 cm για κάθε αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κατά 1 dS m<sup>-1</sup>. Για το διάστημα h<sub>o</sub> ≥ h<sub>o</sub><sup>\*</sup> και h<sub>c</sub> ≤ h ≤ (h<sub>pwp</sub> - h<sub>o</sub>) η εξίσωση (14) του παράγοντα συνδυασμένης καταπόνησης με την παραπάνω παραδοχή γίνεται:

$$\alpha(h, h_o) = \frac{h - (h_{pwp} - h_o)}{h_c - (h_{pwp} - h_o)} \times \left[ 1 - \frac{a}{360} (h_o^* - h_o) \right] \quad (16)$$

Μία αντίστοιχη σχέση μπορεί να δοθεί και για τη μη γραμμική σχέση (15). Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται διαγραμματικά ο παράγοντας α(h, h<sub>o</sub>) για τρία επίπεδα αλατότητας EC > EC\*, EC = 3 και 5 dS m<sup>-1</sup>. EC\* είναι η κρίσιμη τιμή αλατότητας από την οποία αρχίζει η μείωση της αποδοτικότητας της καλλιέργειας. Το παραπάνω συμφωνεί με την παρατήρηση ότι τα φυτά αντιμετωπίζουν συμπτώματα μάρανσης σε μεγαλύτερο ύψος πίεσης υπό την παρουσία αλατότητας σε σχέση με εκείνο απουσία αλατότητας.



**Σχήμα 3.** Συνδυασμένη συνάρτηση μείωσης της πρόσληψης του νερού εξαιτίας υδατικού και οσμωτικού δυναμικού, h και h<sub>o</sub>, αντίστοιχα.

**Figure 3.** The combination effects of water and salinity stress on water uptake reduction factor.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος, EC<sub>ss</sub> είναι η καλύτερη ένδειξη της πραγματικής αλατότητας, την οποία καλούνται τα φυτά να αντιμετωπίσουν. Ωστόσο, η EC<sub>ss</sub> δεν χρησιμοποιείται για την έκφραση της εδαφικής αλατότητας, γιατί μεταβάλλεται καθώς η εδαφική υγρασία μεταβάλλεται και οι μέθοδοι για την απόσπαση υδατικού διαλύματος είναι επίπονες και χρονοβόρες (Rhoades et al., 1999, Corwin and Lesch, 2005). Η μετατροπή της εδαφικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας που έχει μετρηθεί σε πάστα κορεσμού, EC<sub>e</sub>, σε ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος, EC<sub>ss</sub>, μπορεί να γίνει με τη συνάρτηση των Corwin and Lesch (2005) ως εξής:

$$EC_{ss} = \frac{EC_e \rho_b SP}{100 \theta_v} \quad (17)$$

όπου: EC<sub>ss</sub> είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος στην κατάσταση ισορροπίας, EC<sub>e</sub> είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα της πάστας κορεσμού, ρ<sub>b</sub> είναι η φαινομενική πυκνότητα του εδάφους (g cm<sup>-3</sup>), SP είναι το ποσοστό κορεσμού και θ είναι η κατ' όγκο εδαφική υγρασία (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>).

Η μέγιστη πρόσληψη του εδαφικού νερού από το ριζικό σύστημα έχει διερευνηθεί και περιγραφεί από πολλούς επιστήμονες με διάφορους τρόπους. Ο Prasad (1988) έκανε την παραδοχή ότι η S<sub>max</sub> εξαρτάται από τη συνάρτηση κατανομής των ριζών g(z), σύμφωνα με τη σχέση:

$$S_{max} = g(z) T_p \quad (18)$$

όπου: η g(z) περιγράφεται από την εξίσωση του Perrochet (1987) ως εξής:

$$g(z) = [c(2z - z_r) + z_r] / z_r^2 \quad \text{για } -1 \leq c \leq 1, |z| \leq z_r \quad (19)$$

στην οποία c είναι μια σταθερά που εξαρτάται από το φυτό και το βλαστικό στάδιο και z<sub>r</sub> είναι το βάθος του ριζοστρώματος. Η τιμή c = 0.8 υποδιαφέρει την

πρόσληψη του ριζικού συστήματος σε τέταρτα, κατά τα οποία 40 % της πρόσληψης πραγματοποιείται από το πρώτο τέταρτο του ριζικού συστήματος, 30 % από το δεύτερο, 20 % από το τρίτο και 10 % από το τελευταίο τέταρτο του ριζικού συστήματος.

Το νερό που προσλαμβάνεται από τις ρίζες αποτελεί την πραγματική διατροφή, που υπό συνθήκες υδατικής και αλατούχου καταπόνησης είναι μικρότερη από τη δυναμική διατροφή. Το νερό που προσλαμβάνεται από τις ρίζες σε σχέση με την δυναμική διατροφή εκφράζεται από τη σχέση:

$$\int_0^z S_w dz \leq T_p \quad \text{για} \quad |z| \leq z_r \quad (20)$$

όπου:  $z_r$  είναι το βάθος του ριζοστρώματος (cm)

## 2.2. Περιγραφή των πειραματικών μετρήσεων και δεδομένων

Για τη διερεύνηση της επίδρασης της μείωσης του εδαφικού νερού και της αλατότητας στην πρόσληψη νερού και κατ'επέκταση στην ανάπτυξη των φυτών χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μετρήσεων

που έγιναν σε πειραματικό αγρό του Ινστιτούτου Εγγείων Βελτιώσεων (ΕΘΙΑΓΕ) στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης (γ.π. 40° 40', γ.μ. 22° 48') κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2003. Χρησιμοποιήθηκε καλλιέργεια ηλίανθου (*Helianthus annuus*) και η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 30 Απριλίου 2003.

Το έδαφος του αγρού αποτελείται από ετερογενείς στρώσεις και γενικά χαρακτηρίζεται ως ιλυοπηλώδες στο βάθος 0-65 cm, και αμμώδης πηλός στο βάθος 65-120 cm. Ορισμένες βασικές ιδιότητες δίνονται στον Πίνακα I.

Η άρδευση της καλλιέργειας έγινε με τα επεξεργασμένα λύματα του Σταθμού επεξεργασίας Λυμάτων της Θεσσαλονίκης (ΣΕΛΘ). Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων δίνονται στον Πίνακα II. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, έγιναν επτά αρδεύσεις ανά 5-7 ημέρες. Το ολικό ύψος νερού που εφαρμόστηκε με τις αρδεύσεις ήταν 23.9 cm. Η βροχόπτωση την ίδια περίοδο ήταν 11.48 cm ενώ η ετήσια έφτασε τα 42.84 cm.

**Πίνακας I.** Ορισμένες βασικές ιδιότητες του εδάφους  
**Table I.** Basic soil properties

| Παράμετρος                               | Εδαφικές στρώσεις (cm) |       |       |        |
|--|------------------------|-------|-------|--------|
|  | 0-40                   | 40-65 | 65-90 | 90-120 |
| Άργιλος %                                | 12.9                   | 6.4   | 15.9  | 4.0    |
| Πλύς %                                   | 50.9                   | 41.4  | 53.8  | 12.9   |
| Άμμος %                                  | 36.2                   | 52.20 | 30.3  | 83.1   |
| Φαινομενική πυκνότητα g cm <sup>-3</sup> | 1.33                   | 1.26  | 1.35  | 1.48   |
| Οργανική ουσία g/100 g soil              | 1.19                   | 0.67  | 0.63  | 0.23   |

**Πίνακας II.** Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων  
**Table II.** Physicochemical characteristics of the treated wastewater

| Ημέρα<br>δειγματοληψίας | pH  | EC <sub>w</sub><br>dS m <sup>-1</sup> | SAR  | Na <sup>+</sup>     | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | Cl <sup>-</sup> |
|-------------------------|-----|---------------------------------------|------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|
|                         |     |                                       |      | meq L <sup>-1</sup> |                  |                  |                 |
| 24/6/2003               | 7.9 | 2.4                                   | 5.9  | 13.9                | 3.2              | 3.1              | 14.2            |
| 3/7/2003                | 7.6 | 4.0                                   | 7.9  | 25.2                | 3.9              | 6.4              | 28.0            |
| 9/7/2003                | 7.6 | 2.7                                   | 5.6  | 15.2                | 3.0              | 4.3              | 16.0            |
| 24/7/2003               | 7.6 | 3.0                                   | 14.6 | 40.9                | 3.3              | 4.6              | 18.6            |
| Μέση                    |     | 3.0                                   | 8.5  | 23.8                | 3.3              | 4.6              | 19.2            |

### 3. Αποτελέσματα

Τα επεξεργασμένα λύματα που χρησιμοποιήθηκαν για την άρδευση του ηλίανθου (έτος 2003) περιείχαν υψηλές ποσότητες αλάτων (Πίνακας II). Η συνεχής χρήση του νερού στον αγρό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της αλατότητας του εδάφους (Σχήμα 4). Η παρουσία των αλάτων στο έδαφος προκαλεί δυσκολία πρόσληψης του εδαφικού νερού από τα φυτά λόγω αύξησης του οσμωτικού δυναμικού. Όπως φαίνεται από το Σχήμα 4 οι μετρημένες τιμές της  $EC_e$  στο έδαφος αποτελούν πρόβλημα αλατότητας για το έδαφος που εξετάζεται και η αλατότητα του εδάφους αυξάνει κατά την περίοδο των αρδεύσεων λόγω της προσθήκης αλάτων με το νερό άρδευσης (Panoras et al., 2002; Πανώρας κ.α., 2006). Η εδαφική αλατότητα επηρεάζεται από την ποιότητα του αρδευτικού νερού, την ανακατανομή του νερού στο έδαφος και τη βροχοπτώση. Τα 314 mm βροχής κατά το χειμώνα προκαλούν μείωση της αλατότητας στο επιφανειακό στρώμα εδάφους και αύξηση στα βαθύτερα στρώματα. Αυτό δείχνει ότι οι βροχές του χειμώνα εκπλύνουν τα άλατα σε ικανοποιητικό βαθμό από το ριζόστρομα, έτσι ώστε με την έναρξη της νέας καλλιεργητικής περιόδου τα άλατα να βρίσκονται στο αρχικό επίπεδο.

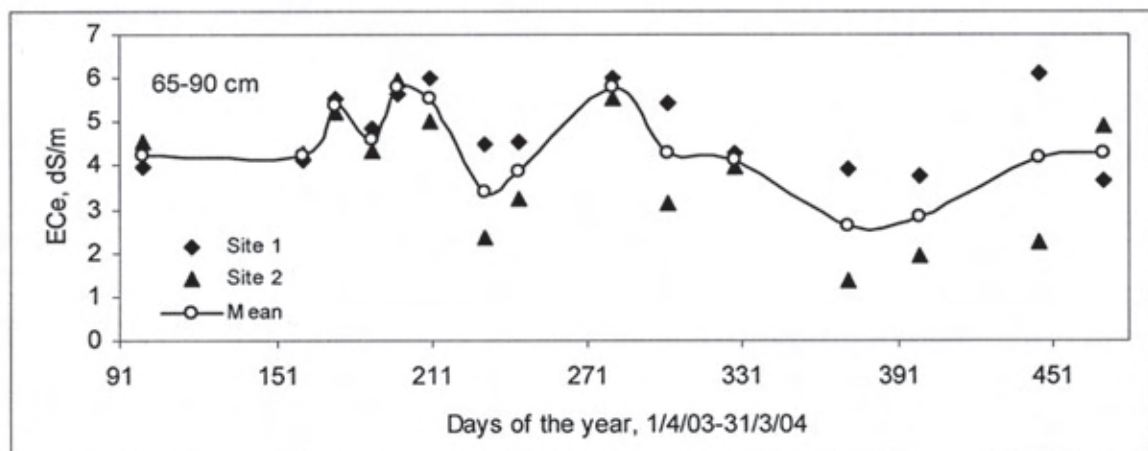
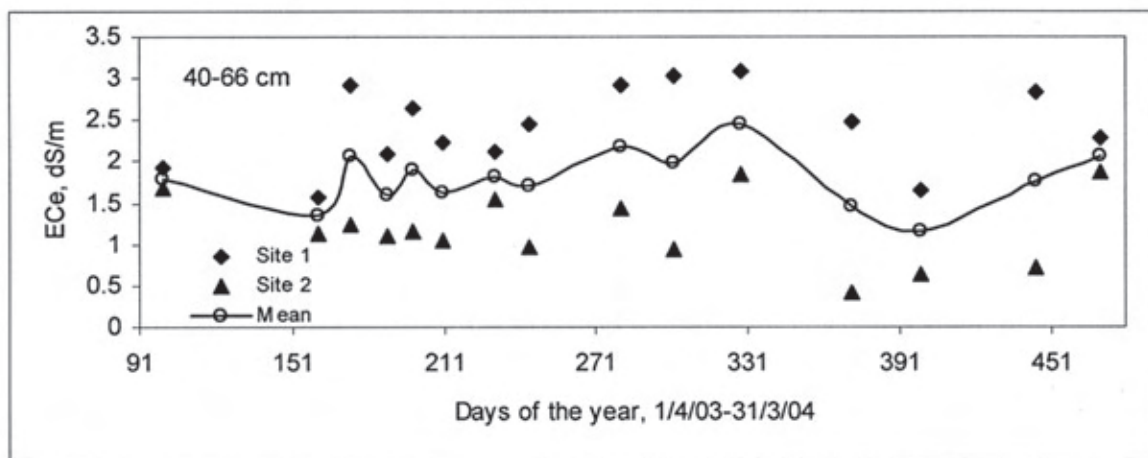
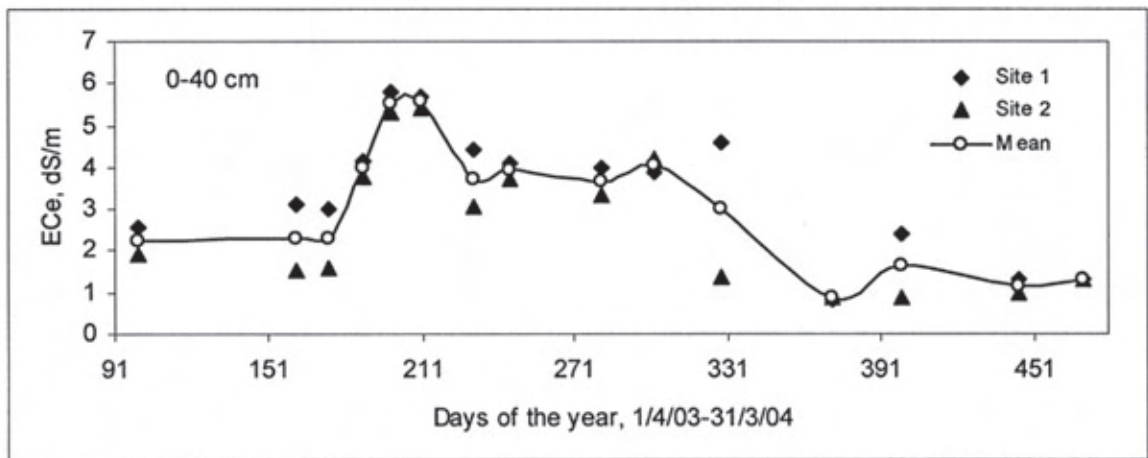
Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης του εδαφικού νερού με το μοντέλο WANISIM μαζί με τις μετρήσεις που έγιναν κατά τη διάρκεια τόσο της καλλιεργητικής περιόδου όσο και της επόμενης περιόδου που δεν υπήρχε καλλιέργεια. Τα αποτελέσματα αναφέρονται στα βάθη των 25 και 55 cm. Στο ίδιο Σχήμα δίνονται και οι μετρημένες τιμές εδαφικής υγρασίας στα αντίστοιχα βάθη. Από τη σύγκριση των υπολογισμένων με τις μετρημένες τιμές προκύπτει ότι οι υπολογισμένες τιμές ακολουθούν τη χρονική διακύμανση της υγρασίας του εδάφους. Εντούτοις κάποιες υπερεκτιμήσεις στις υπολογισμένες τιμές παρατηρούνται ιδιαίτερα σε ορισμένους μήνες του έτους. Οι λόγοι αυτών των αποκλίσεων αποδίδονται στην επιλογή της θέσης μέτρησης της υγρασίας και στην αδυναμία του μονοδιάστατου μαθηματικού μοντέλου να περιγράψει τις διαφοροποιήσεις στην εδαφική υγρασία κατά την οριζόντια διεύθυνση (Rahil et al., 2006).

Στο Σχήμα 6 φαίνονται τα αποτελέσματα της επίδρασης του συνδυασμού των περιοριστικών παραγόντων της μείωσης της διαθεσιμότητας του εδαφικού νερού  $a(h)$  και της αύξησης της αλατότητας  $a(h_e)$  στην πραγματική διαπνοή και την εξάτμιση από το έδαφος. Η σύγκριση γίνεται σε σχέση με την πραγματική διαπνοή και εξάτμιση, όταν ο μόνος περιοριστικός παράγοντας για την πρόσληψη του νερού είναι η μείωση

της διαθεσιμότητάς του,  $a(h)$ . Στο Σχήμα αυτό παρατηρείται μείωση της πραγματικής διαπνοής όταν ο περιοριστικός παράγοντας περιλαμβάνει το συνδυασμό της επίδρασης της μείωσης της διαθέσιμης υγρασίας και του οσμωτικού δυναμικού  $a(h, h_e)$ , σε σχέση με την πραγματική διαπνοή υπό την επίδραση μόνο του περιοριστικού παράγοντα της μείωσης του διαθέσιμου νερού  $a(h)$ , κατά την καλλιεργητική περίοδο του ηλίανθου. Τα παραπάνω δείχνουν ότι υπό συνδυασμένες συνθήκες υδατικής και αλατούχου καταπόνησης, τα φυτά του ηλίανθου καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια για την πρόσληψη νερού από το έδαφος σε σχέση με την μεμονωμένη περίπτωση της υδατικής καταπόνησης. Η μείωση που αντιστοιχεί είναι 4.36 cm. Αυτό σημαίνει ότι η πρόσληψη νερού μειώθηκε κατά 14 % του ολικού νερού πρόσληψης. Σε σχέση με την εξάτμιση από το έδαφος παρατηρείται ότι όταν λαμβάνεται υπόψη μόνο ο περιοριστικός παράγοντας της μείωσης της διαθεσιμότητας της εδαφικής υγρασίας  $a(h)$ , η εξάτμιση φτάνει τα 10.2 cm ενώ η παρουσία των αλάτων και η χρησιμοποίηση της συνδυασμένης συνάρτησης του περιοριστικού παράγοντα  $a(h, h_e)$  δίνει μεγαλύτερες τιμές εξάτμισης (12.7 cm). Παρατηρείται αύξηση στην εξάτμιση κατά 2.5 cm ή 26.8 %. Αυτό αποδίδεται στην αύξηση της διαθεσιμότητας του νερού για εξάτμιση στο επιφανειακό στρώμα λόγω μείωσης της διαπνοής στο ίδιο στρώμα.

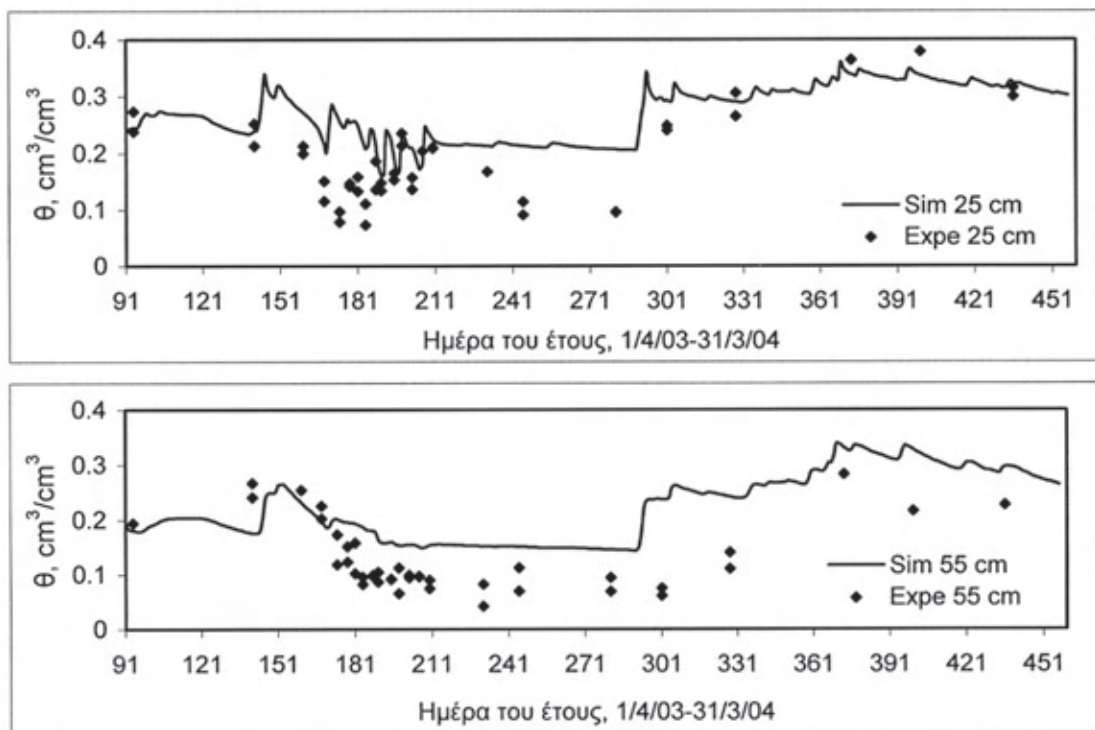
Παρά το γεγονός ότι η μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος,  $EC_{ss}$  κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 6 έως 15 dS/m, κάποιους μήνες της καλλιεργητικής περιόδου του ηλίανθου, η μείωση της πρόσληψης του νερού ήταν γενικά μικρή υπό αυτές τις τιμές αλατότητας (σημειώνεται ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος,  $EC_{ss}$ , είναι κατά 2-3 φορές μεγαλύτερη αυτής που προκύπτει από την πάστα κορεσμού,  $EC_e$ , όπως άλλωστε προαναφέρθηκε στην εξ. (17)). Το παραπάνω μπορεί να εξηγηθεί από την υπόθεση του Gardner (1991) ο οποίος θεώρησε ότι τα φυτά προσλαμβάνουν το νερό από την ανώτερη στρώση εδάφους και αν δεν καλυφθούν οι ανάγκες, οι ρίζες προσροφούν νερό από την αμέσως επόμενη στρώση, γεγονός που παρατηρείται και στο Σχήμα 7. Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση, όταν τα φυτά του ηλίανθου αντιμετώπισαν μόνο το πρόβλημα της υδατικής καταπόνησης, ήταν σε θέση να προσλαμβάνουν νερό από την ανώτερη στρώση, ενώ όταν η καταπόνηση εντάθηκε εξαιτίας και της αλατότητας, κάποιες ημέρες της καλλιεργητικής περιόδου, τα φυτά αναγκάστηκαν να προσλάβουν το απαιτούμενο νερό για να ικανοποιήσουν τις διαπνευστικές τους ανάγκες από βαθύτερες εδαφικές στρώσεις.

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται η κατανομή της πρό-



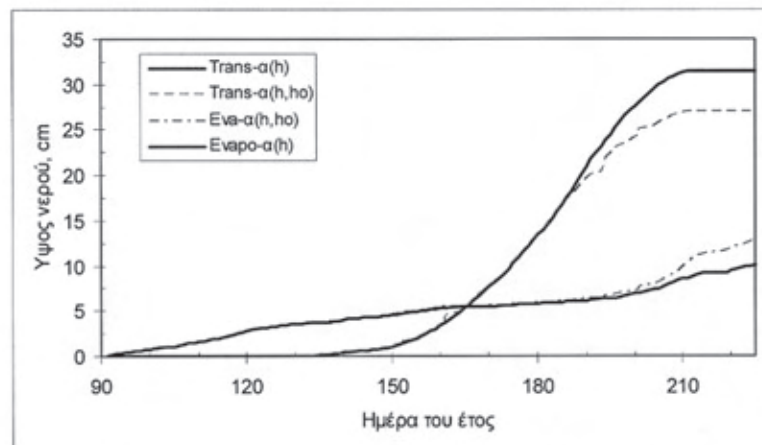
**Σχήμα 4.** Διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ( $EC_e$ ) της πάστας κορεσμού του εδάφους ως αποτέλεσμα της εφαρμογής αλατούχων επεξεργασμένων λυμάτων με την άρδευση σε διαφορετικές στρώσεις του εδάφους.

**Figure 4.** Measured electrical conductivity ( $EC_e$ ) values at three different layers of soil during one year period, as result of irrigation with wastewater contained salinity.



**Σχήμα 5.** Αποτελέσματα προσομοίωσης της εδαφικής υγρασίας σε δύο βάθη του εδάφους (συνεχής γραμμή) και αντίστοιχες μετρημένες τιμές κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου και της ακολουθούμενης μη καλλιεργητικής περιόδου. Οι μετρημένες τιμές αποτελούνται από δύο επαναλήψεις.

**Figure 5.** Comparison between simulated values of water content (solid line) and measured values at two different soil depths during the simulation period. The measured values come from two replicates.



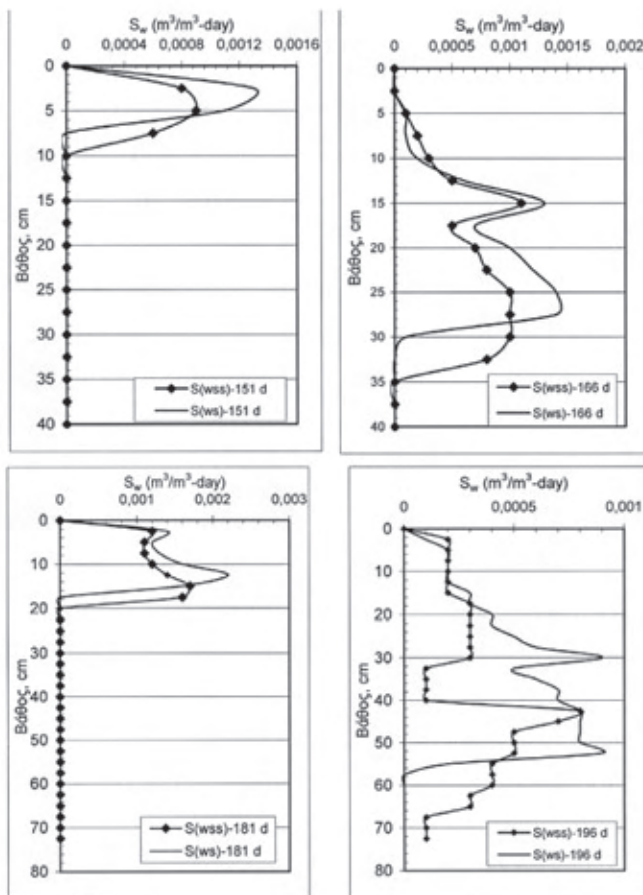
**Σχήμα 6.** Αθροιστική πραγματική διατνοή και πραγματική εξάτμιση με την προσέγγιση του  $\alpha(h)$  (Trans- $\alpha(h)$  και Eva- $\alpha(h)$ , αντίστοιχα) και με την προσέγγιση του συνδυασμό υδατικής και αλατούχου καταπόνησης  $\alpha(h, h_0)$  (Trans- $\alpha(h, h_0)$  και Eva- $\alpha(h, h_0)$ , αντίστοιχα).

**Figure 6.** Cumulative actual transpiration and evaporation using the  $\alpha(h)$  approach (Trans- $\alpha(h)$  and Eva- $\alpha(h)$ , respectively) and the combination factor of water and salinity stress  $\alpha(h, h_0)$  (Trans- $\alpha(h, h_0)$  and Eva- $\alpha(h, h_0)$ , respectively).



όλη της νερού από τις ρίζες σε τέσσερις χαρακτηριστικές ημέρες της βλαστικής περιόδου του ηλίανθου. Το Σχήμα αυτό δείχνει ότι όταν τα φυτά του ηλίανθου αντιμετώπιζαν ταυτόχρονα υδατική και αλατούχο καταπόνηση κατά τη βλαστική περίοδο, ικανοποίησαν τις ανάγκες σε νερό από βαθύτερες στρώσεις εδάφους. Μάλιστα, όταν η κατάσταση του νερού σε αυτές τις

στρώσεις δεν ήταν η ιδανική, η αθροιστική πραγματική διατροφή μειώθηκε. Τα παραπάνω δείχνουν ότι, ακόμη και όταν το οσμωτικό δυναμικό είναι υψηλό κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, το φυτό μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες σε νερό από βαθύτερες στρώσεις εδάφους, όπου η κατάσταση του εδαφικού νερού από πλευράς αλατότητας είναι καλύτερη.



**Σχήμα 7.** Κατανομή της πρόσληψης νερού με το βάθος με μόνο περιοριστικό παράγοντα την εδαφική υγρασία  $\alpha(h)$  ( $S(ws)$ ) και με το συνδυασμό των περιοριστικών παραγόντων της εδαφικής υγρασίας και της αλατότητας  $\alpha(h, h_p)$  ( $S(wss)$ ) σε τέσσερις διακεκριμένες ημέρες της βλαστικής περιόδου του ηλίανθου.

**Figure 7.** Distribution of water uptake using the reduction factor of water content  $\alpha(h)$  ( $S(ws)$ ) and the combination factor of water and salinity stress  $\alpha(h, h_p)$  ( $S(wss)$ ) at four different days of the growing period of sunflower.

#### 4. Συμπεράσματα

Η πρόσληψη του νερού από τα φυτά επηρεάζεται από τη διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού και από την αλατότητα του εδάφους. Η επίδραση των δύο αυτών παραγόντων ενσωματώνεται στα διάφορα μοντέλα με τον παράγοντα της μείωσης της διαθεσιμότητας της εδαφικής υγρασίας  $\alpha(h)$  και με τον παράγοντα

της αύξησης της αλατότητας  $\alpha(h, h_p)$ . Υπό τις έντονα ξηροθερμικές συνθήκες και τη χρήση υφάλμυρων ή νερών με υψηλή αλατότητα για άρδευση συνυπάρχουν τα δύο φαινόμενα καταπόνησης των φυτών στην πρόσληψη του νερού.

Η συνεχής χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων της Θεσσαλονίκης για την άρδευση καλλιιεργειών δι-

απιστώθηκε ότι οδηγεί στην αύξηση της αλατότητας του εδάφους. Στον πειραματικό αγρό του Ινστιτούτου Εγγείων Βελτιώσεων (ΕΘΙΑΓΕ) της Θεσσαλονίκης η εφαρμογή 239 mm επεξεργασμένων λυμάτων για την άρδευση φυτών ηλίανθου κατά το έτος 2003 πρόσθεσε  $\approx 3298 \text{ kg ha}^{-1}$  διαλυτών αλάτων στο ριζόστρομα των φυτών κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Η ενσωμάτωση στο ολοκληρωμένο μαθηματικό μοντέλο WANISIM των παραγόντων της επίδρασης της υδατικής καταπόνησης και της καταπόνησης αλατότητας στην πρόσληψη νερού από τα φυτά με ένα μοντέλο που συνδυάζει τους δύο παράγοντες για τις συνθήκες της καλλιέργειας του ηλίανθου κατά το 2003 έδειξε ότι ο συνδυαστικός παράγοντας  $\alpha(h, h_0)$  επηρεάζει την πραγματική διαπνοή και την εξάτμιση. Η πραγματική διαπνοή μειώθηκε κατά 14 %, ενώ η πραγματική εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους αυξήθηκε κατά 27 %. Επίσης παρατηρήθηκε μεταβολή της κατανομής πρόσληψης του νερού στο έδαφος ως προς το βάθος. Όταν αυξάνεται η αλατότητα και κατά συνέπεια παρεμποδίζεται η πρόσληψη νερού, τα φυτά μπορούν να

προσλάβουν νερό από βαθύτερες στρώσεις του ριζοστρομάτος. Σε μερικές περιπτώσεις αυτή η ανακατανομή της πρόσληψης νερού από διαφορετικά βάθη εδάφους μπορεί να μην επηρεάζει την τελική ποσότητα νερού που προσλαμβάνουν τα φυτά και εκφράζεται από την πραγματική διαπνοή.

Η μείωση των διαθέσιμων υδατικών πόρων καλής ποιότητας για άρδευση, η αύξηση του ανταγωνισμού από τους διαφορετικούς χρήστες για τους ίδιους υδατικούς πόρους, οδηγεί την αρδευόμενη γεωργία στην ανάγκη χρησιμοποίησης των οριακής (περιθωριακής) ποιότητας υδατικών πόρων όπως είναι τα επεξεργασμένα λύματα και τα υφάλμυρα νερά. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η διερεύνηση των επιπτώσεων τόσο στην πρόσληψη του νερού όσο και στην παραγωγή, όπως παρουσιάστηκε σ' αυτή την εργασία, θα πρέπει να γίνει συνδυάζοντας και διερευνώντας όλους τους πιθανούς συνδυασμούς για να βρεθεί η άριστη λύση της χρήσης των υδατικών πόρων χαμηλής ποιότητας και η μείωση των επιπτώσεων στην παραγωγή και στο εδαφικό και υδατικό περιβάλλον.

## Effects of soil water and salinity stress on sunflower plants water uptake under field conditions

V. Antonopoulos<sup>1</sup>, M. Rahil<sup>1</sup>, D. Karamouzis<sup>1</sup> and D. Papamichail<sup>1</sup>

### Abstract

The reuse of municipal treated wastewater in crop irrigation has got the risk of increasing soil salinity which affects the stress of plant to uptake the soil water. The effects of decreasing of soil water availability and the increasing soil salinity on the water uptake by plant roots are examined by using an integrated mathematical model, which describes the water dynamics in soil. The water and salinity stress factors were incorporated in the model for simultaneous description of these factors effects on water uptake. The results of soil water simulation under the conditions of sunflower plant cultivation and irrigation with the treated municipal wastewater of Thessaloniki City show that the effects of soil water and salinity stress factors on actual transpiration and evaporation were significant. The distribution of water uptake by plant roots in the root zone was also affected.

**Keywords:** root water uptake, water stress, salinity stress, simulation, sunflower, irrigation with wastewater

### BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Antonopoulos V., 2001. Simulation of water and nitrogen balances of irrigated and fertilized corn-crop soil. *J. of Irrig. and Drain. Eng.*, ASCE, 127: 77–83.
- Αντωνόπουλος Β., 1998. WANISIM-Μονοδιάστατο μοντέλο προσομοίωσης της δυναμικής του νερού και του αζώτου στο έδαφος. Γεωπονική Σχολή, Αρι-

- στοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, σελ. 80.
- Antonopoulos, V.Z., 1997. Simulation of soil moisture dynamics on irrigated cotton in semi-arid climates. *Agric. Water Manage.* 34: 233-246.
- Antonopoulos V.Z., and Wyseure G.C.L., 1998. Modeling of water and nitrogen dynamics on an undisturbed soil and a restored soil after open – cast mining. *Agric. Water Manage.*, 37: 21-40.

<sup>1</sup> Department of Hydraulics, Soil Science and Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Aristotle University, 54124 Thessaloniki, Greece

- Belmans C., Wesseling J.G. and Feddes R.A., 1983. Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. *J. of Hydrol.*, Amsterdam, 63: 271-286.
- Corwin D.L. and Lesch S.M., 2005. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Comp. Electron. Agric.*, 46: 11-43.
- Γεωργούσης Χ. και Μπαμπατζιμόπουλος Χ., 2003. Μελέτη ενός εκθετικού μοντέλου πρόσληψης νερού από το ριζικό σύστημα των φυτών. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη, σελ. 309-317.
- Γούκος Δ. και Μπαμπατζιμόπουλος Χ., 2000. Διερεύνηση των σχέσεων πρόσληψης νερού από το ριζικό σύστημα σε μοντέλα υπολογισμού του υδατικού ισοζυγίου καλλιεργούμενων εδαφών. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΥΕ, Αθήνα, σελ. 459-467.
- Dirksen C., Kool J.B., Koorevaar P. and Van Genuchten, M.Th., 1993. HYSWASOR-simulation model of hysteretic water and solute transport in the root zone. In: Russo D., Dagan, G. (Eds.), *Water Flow and Solute Transport in Soils*. Springer, Berlin, pp. 99-122.
- Doorenbos J. and Pruitt W.O., 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 24*, Rome, Italy, p. 156.
- Feddes R.A., Kowalik P.J., and Zaradny H., 1978. Simulation of field water use and crop yield. *Simulation Monography*, Pudoc, Wageningen, 189 pp.
- Gardner W.R., 1991. Modeling water uptake by roots. *Irrig. Sci.*, 12: 109-114.
- Homae M., and Feddes R.A., 2001. Quantification of water extraction under salinity and drought. In: Horst et al. (Eds.), *Plant Nutrition-Food Security Sustainability of Agro-Ecosystems*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 376-377.
- Homae M., Feddes R.A. and Dirksen C., 2002. Simulation of root water uptake III. Non-uniform transient combined salinity and water stress. *Agric. Water Manage.*, 57: 127-144.
- Maas E.V. and Hoffman G.J., 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drain. Div. ASCE*, 103: 115-134.
- Maraux, F., and Lafolie, F., 1998. Modeling soil water balance of a maize-sorghum sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 62: 75-82.
- Molz F.J., and Remson I., 1970. Extraction term models of soil moisture use by transpiring plants. *Water Resour. Res.*, 6: 1346-1356.
- Panoras A., Evgenidis G., Bladenopoulou S., Melidis B., Doitsinis A., Samaras I., Zdragas A. and Matsi, T., 2001. Corn irrigation with reclaimed municipal wastewater, In Lekkas, T.D., (ed), *Proceedings of 7th Inter Conf. On Environmental Science and Technology*, Ermoupolis Syros, pp. 699-706.
- Πανώρας, Α., Ευγενίδης, Γ., Μπλάδενόπουλος Σ., Μελίδης Β., Δοιτσιδης Α., Σαμαράς Ι., Σδράγκας Α., Πανώρας Α., 2006. Επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων στην άρδευση του αραβοσίτου. *Υδροτεχνικά*, Τόμος 16, σελ. 21-32.
- Perrochet, P., 1987. Water uptake by plant roots. A simulation model, I. Conceptual Model. *J. Hydrol.*, 95: 55-61.
- Prasad, R. 1988. "A linear root water uptake model." *J. Hydrol.*, 99, 297-306.
- Rahil M., Antonopoulos V., Karamouzis D. and Papamichail D., 2006. Modeling soil water dynamics in a sunflower field irrigated with treated wastewater through drip irrigation system, *Proceedings Protection and Restoration of the Environment VIII*, Chania, Crete, Article 237, pp 8.
- Rhoades J.D., Chanduvi F., and Lesh A.M., 1999. Soil salinity Assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 57*, Rome, Italy.
- US Salinity Laboratory Staff, 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Handbook 60. US Government Printing Office, Washington, DC.
- Van Dam J.C., Huggen J., Wesseling J.G., Feddes R.A., Kabat P., Walsum P.E.V., Groenendijk P., and van Diepen C.A., 1997. Theory of SWAP. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the soil-water atmosphere-plant environment, Agricultural University and DLO Winard Staring Centre. Technical Document 45, Wageningen, The Netherlands, 168 p.
- Van Genuchten, M.Th., 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44: 892-898.
- Van Genuchten, M.Th. and Hoffman, G.H., 1984. Analysis of crop production. In: Shainberg, I., Shalhevet, J. (Eds.), *Soil salinity under irrigation*. Springer, Berlin, pp. 258-271.
- Wyseure G.C.L., Sanmuganathan K., and O'Callaghan J.R., 1994. Use of simulation for comparing rainfed and irrigated sugarcane production in the dry zone of Sri Lanka. *Comp. Electron. Agric.*, 11: 323-335.

## Μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν τις κινηματικές ιδιότητες ενός γεωργικού ελκυστήρα κατά την κίνησή του σε κεκλιμένο επίπεδο και την ασφάλεια του χειριστή του

I. Γράβαλος<sup>1</sup>, Θ. Γιαλαμάς<sup>1</sup>, Ζ. Κουτσοφίτης<sup>1</sup>, Δ. Κατέρης<sup>2</sup>, Ζ. Τσιρόπουλος<sup>1</sup>, Π. Ξυραδάκης<sup>1</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν τις κινηματικές ιδιότητες ενός γεωργικού ελκυστήρα κατά την κίνησή του σε κεκλιμένο επίπεδο και την ασφάλεια του χειριστή του. Η εργασία προσανατολίζεται: α) στη μείωση των κινδύνων από ανατροπές και πλάγιες πτώσεις, β) στη βελτίωση της ευστάθειας και γ) στην εκτέλεση ασφρών χειρισμών. Για την προσομοίωση των συνθηκών εργασίας του γεωργικού ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο χρησιμοποιήθηκε μία πειραματική τράπεζα δοκιμών. Η θέση του κέντρου βάρους, το εύρος τροχών και το ελεύθερο ύψος αποδεικνύεται ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικοί παράγοντες, που μπορούν να βελτιώσουν την ευστάθεια ενός ελκυστήρα. Στους πολυδύναμους συνδυασμούς, η πέδηση στους τέσσερις κινητήριους τροχούς του ελκυστήρα και στους τροχούς των παρελκόμενων μηχανημάτων μειώνει τον κίνδυνο της απώλειας ελέγχου, που μπορεί να προκαλέσει ανατροπή. Η δυνατότητα αλλαγής διεύθυνσης των πίσω τροχών βελτιώνει τις τιμές των γωνιών της εγκάρσιας κλίσης και της πλάγιας μετατόπισης.

**Λέξεις κλειδιά:** Γεωργικός ελκυστήρας, κεκλιμένο επίπεδο, κινηματικές ιδιότητες, ασφάλεια χειριστή.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωργική γη στη χώρα μας έχει περιορισμένες πεδινές εκτάσεις και εκτεταμένη ημιορεινή και ορεινή ζώνη. Η βιωσιμότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, τόσο στις πεδινές όσο και στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές, εξαρτάται από το βαθμό της εκμηχάνισης. Στη σημερινή πραγματικότητα, η εκμηχάνιση των καλλιέργειών στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές βασίζεται αποκλειστικά στα ίδια μηχανικά μέσα με αυτά των πεδινών περιοχών. Δηλαδή σε γεωργικά μηχανήματα που είναι ικανά να εργαστούν σε εδάφη με κλίση έως 10°. Στο ενδεχόμενο εργασίας των μηχανημάτων αυτών σε εδάφη με μεγαλύτερη κλίση, μειώνεται η παραγωγικότητα και η ποιότητα των εκτελούμενων εργασιών και αυξάνεται ο κίνδυνος πρόκλησης ατυχημάτων από ανατροπές. Η μεγάλη κλίση του εδάφους, οι ανωμαλίες στην επιφάνεια εργασίας, το κακό οδικό δίκτυο, οι απαιτήσεις για μεγαλύτερη ασφάλεια και

για ποιοτικότερη εργασία, περιορίζουν τη δυνατότητα χρήσης συμβατικών μηχανικών μέσων. Αντιθέτως, απαιτείται η κατάλληλη μετατροπή τους για εργασίες σε επικλινή εδάφη ή η σχεδίαση ειδικών μηχανημάτων. Επομένως, η μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν τις κινηματικές ιδιότητες των γεωργικών ελκυστήρων σε κεκλιμένο επίπεδο, παραμένει επίκαιρη.

Με τις κινηματικές ιδιότητες των γεωργικών ελκυστήρων σε επικλινή εδάφη έχουν ασχοληθεί πολλοί ερευνητές. Οι Casini-Ropa (1976), Gillespie (1992), Muro (1994), Sato και Yamashita (1997) και Grecenko (2003), πραγματεύονται ζητήματα σχετικά με τη δυναμική συμπεριφορά των τροχοφόρων οχημάτων σε επικλινή εδάφη, όπου σημαντικός παράγοντας θεωρείται η ταχύτητα κίνησης, η οποία επηρεάζει αρνητικά το όριο ευστάθειας. Οι Casini-Ropa (1975) και Grecenko (1997) μελέτησαν τις μηχανικές ιδιότητες του κινητήριου τροχού σε κεκλιμένο επίπεδο. Οι Gilfillan (1970),

<sup>1</sup> Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Γεωργικών Μηχανών & Αρδεύσεων, 411 10, Λάρισα.

<sup>2</sup> Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Τομέας Εργείων Βελτιώσεων, Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής, 541 24 Θεσσαλονίκη.

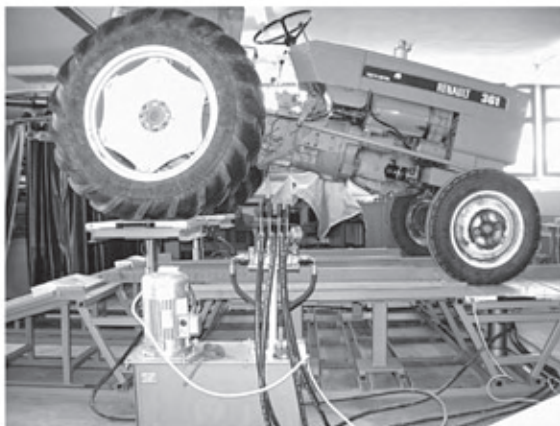
Gilfillan και Spencer (1975) διερεύνησαν το επιτρεπόμενο όριο ευστάθειας σε κεκλιμένο επίπεδο, όταν έχουμε στροφή του ελκυστήρα με ταυτόχρονη πέδηση. Οι Spencer (1978), Owen (1981) και Watanabe et al. (2000) ασχολήθηκαν με την εγκάρσια και τη διαμική ευστάθεια, διατύπωσαν την εξίσωση της οριακής γωνίας ανατροπής για ειδικά τροποποιημένους ελκυστήρες και απέδειξαν τη σημασία της ύπαρξης του πείρου τάλαντωσης στον πρόσθιο άξονα, για την ευστάθεια του ελκυστήρα. Στο ερευνητικό πεδίο που ασχολείται με τη σχέση ευστάθειας και χειρισμών του ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο, έχουν σημαντική συμβολή οι Hunter (1981), Kitano et al. (1994), Schafer και Andre (1997), Tsurasaki et al. (1997) και κυρίως οι Spencer και Owen (1981), οι οποίοι κατασκεύασαν ένα πολικό διάγραμμα με τη βοήθεια του οποίου είναι δυνατόν να αξιολογηθούν η ευστάθεια και οι χειρισμοί του ελκυστήρα προς όλες τις κατευθύνσεις σε σχέση με την κλίση του εδάφους. Επίσης οι Spencer και Owen (1981) σχεδίασαν σειρά οργάνων μέτρησης της κλίσης του εδάφους (κλισίμετρα). Την επίδραση διαφορετικών συντελεστών επί της γωνίας κλίσης, για μία σειρά από ελκυστήρες με τα παρελκόμενα μηχανήματά τους, μελέτησαν οι Spencer και Owen (1981), Kogure, Ohira και Yamaguchi (1989). Με τα ζητήματα ανατροπών του ελκυστήρα και την προστασία των χειριστών ασχολήθηκαν οι Hunter (1981), Τσατσαρέλης (1997), Nordfjell (2000), Chabrier και Ramaen (2003).

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν τις κινηματικές ιδιότητες ενός γεωργικού ελκυστήρα κατά την κίνησή του σε κεκλιμένο επίπεδο και προτείνονται ορισμένες κατασκευαστικές και τεχνολογικές επεμβάσεις με σκοπό τη βελτίωση της ευστάθειάς του. Η επίλυση του προβλήματος δεν περιορίζεται απλά και μόνο στη μετατροπή κάποιων συγκεκριμένων μηχανισμών ή συστημάτων του ελκυστήρα, αλλά αφορά γενικότερες παρεμβάσεις στα σύγχρονα μηχανικά μέσα που χρησιμοποιούνται στη γεωργία. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής πιστεύεται ότι θα βοηθήσουν τόσο στη θεωρητική έρευνα όσο στη βελτίωση των μεθόδων και των κανόνων σχεδίασης και χειρισμών των γεωργικών ελκυστήρων, που προορίζονται για εργασίες σε κεκλιμένο επίπεδο.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η ευστάθεια ενός γεωργικού ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, για την επίλυση του οποίου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι κατασκευαστικές και κινηματικές ιδιότητες του ελκυστήρα αυτού. Για το λόγο αυτό, στο Εργαστήριο Μη-

χανικής Οχημάτων Ανωμάλων Εδαφών του Τμήματος Γεωργικών Μηχανών και Αρδεύσεων του Τ.Ε.Ι. Λάρισας κατασκευάστηκε μία τράπεζα δοκιμών (Σχήμα 1). Αναλυτική περιγραφή της τράπεζας αυτής παρουσιάζεται στις εργασίες των Γιαλαμά κ.ά. (2003, 2005). Με τη βοήθεια της τράπεζας μετρήθηκαν: το ολικό βάρος του ελκυστήρα, τα επιμέρους φορτία στον πρόσθιο και οπίσθιο άξονα, οι αναπτυσσόμενες αντιδράσεις στο στατικό φορτίο των τροχών του πρόσθιου και οπίσθιου άξονα και των τροχών της δεξιάς και αριστερής πλευράς για διαφορετικές γωνίες κλίσης, η παραμόρφωση των ελαστικών και συνεπώς η ωφέλιμη ακτίνα πρόσθιων και οπίσθιων τροχών. Επίσης, επιβεβαιώθηκαν οι υπολογιζόμενες οριακές γωνίες (γωνίες ανατροπών) σε συνάρτηση της ωφέλιμης ακτίνας για διαφορετικούς τύπους ελαστικών και για μεταβαλλόμενο εύρος τροχών. Τέλος, για τις ανάγκες της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν οι γεωργικοί ελκυστήρες Renault 361 και International 453.



**Σχήμα 1:** Πειραματική τράπεζα δοκιμών για την προσομοίωση των συνθηκών εργασίας του γεωργικού ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο.

Ο υπολογισμός της οριακής γωνίας (γωνία ανατροπής)  $\varphi_{lim}$ , για την εγκάρσια και τη διαμική ευστάθεια ενός ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο, έγινε με βάση τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\varphi_{lim} = \arctg \frac{b\lambda_c}{2(h - e\lambda_d)} \quad (1)$$

$$\varphi_{lim} = \arctg \frac{d - r\psi}{h} \quad (2)$$

όπου  $\varphi_{lim}$  είναι η οριακή γωνία για την εγκάρσια (εξ. 1) και τη διαμήκη (εξ. 2) ευστάθεια του ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο,  $b$  είναι το εύρος των τροχών του ελκυστήρα,  $h$  είναι το ύψος του κέντρου βάρους του ελκυστήρα από το έδαφος,  $e$  είναι το ελεύθερο ύψος στον πρόσθιο άξονα του ελκυστήρα,  $d$  είναι η απόσταση του κέντρου βάρους από το κατακόρυφο επίπεδο που περνάει από τον άξονα των οπίσθιων τροχών,  $\gamma$  είναι η ωφέλιμη ακτίνα των οπίσθιων τροχών και  $\psi$  είναι ο συντελεστής αντίστασης κύλισης.

Στη συνέχεια, για τον υπολογισμό των λόγων  $\lambda_c$  και  $\lambda_d$  χρησιμοποιήθηκαν οι εξής σχέσεις:

$$\lambda_c = \frac{c}{a} = \frac{G_1}{G} \quad (3)$$

$$\lambda_d = \frac{d}{a} = \frac{G_2}{G} \quad (4)$$

όπου  $c$  είναι η απόσταση του κέντρου βάρους από το κατακόρυφο επίπεδο που περνάει από τον άξονα των πρόσθιων τροχών,  $d$  είναι η απόσταση του κέντρου βάρους από το κατακόρυφο επίπεδο που περνάει από τον άξονα των οπίσθιων τροχών,  $a$  είναι η απόσταση μεταξύ των αξόνων (μεταξόνιο),  $G$  είναι το ολικό βάρος του ελκυστήρα,  $G_1$  είναι το στατικό βάρος στον πρόσθιο άξονα και  $G_2$  είναι το στατικό βάρος στον οπίσθιο άξονα.

Η ανάλυση των κινηματικών ιδιοτήτων, οχήματος με τέσσερις κατευθυντήριους τροχούς, έγινε με βάση το μαθηματικό μοντέλο, που ανέπτυξε ο Ackermann (1994). Οι εξισώσεις κίνησης ενός τέτοιου ελκυστήρα με σταθερή ταχύτητα μπορούν να διατυπωθούν μετά από τη δυναμική ισορροπία μεταξύ των δυνάμεων και ροπών, ως ακολούθως:

$$m\dot{v}(\varepsilon + \delta) = Y \quad (5)$$

$$I\dot{\delta} = M \quad (6)$$

όπου  $m$  είναι η μάζα του ελκυστήρα,  $v$  είναι η ταχύτητα κίνησής του,  $\varepsilon$  είναι η γωνία εγκάρσιας κλίσης,  $\delta$  είναι η γωνία πλάγιας μετατόπισης,  $Y$  είναι η ολική πλάγια δύναμη,  $I$  είναι η ροπή αδράνειας, και  $M$  είναι η ολική πλάγια ροπή. Παρόμοια μοντέλα έχουν προταθεί και από τους Koresawa και Shimosaka (1994) και Watanabe et al. (1995).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην εργασία αυτή, η μελέτη επικεντρώνεται κυρίως στους διαξονικούς τροχοφόρους ελκυστήρες, που αποτελούν το συνηθέστερο τύπο γεωργικού ελκυστήρα στην ελληνική γεωργία. Η κίνηση του ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο διερευνήθηκε: α) κατά τις ισοϋψείς καμπύλες και β) κατά την ανωφέρεια και κατωφέρεια. Στη συνέχεια παρατίθενται και αναλύονται τέσσερις διαφορετικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο.

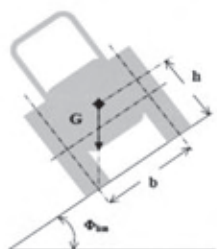
#### 3.1 Θέση του κέντρου βάρους, εύρος τροχών και ελεύθερο ύψος

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι ελκυστήρες γεωργικής χρήσεως μπορούν να εργαστούν με ασφάλεια σε κεκλιμένο επίπεδο, υπό γωνία κλίσης περίπου 10°. Για γωνίες μεγαλύτερης κλίσης, οι κατασκευαστικές παράμετροι που επηρεάζουν την ευστάθεια του ελκυστήρα, όπως η θέση του κέντρου βάρους ( $h$ ,  $d$ ), το εύρος των τροχών  $b$  και το ελεύθερο ύψος  $e$  του πρόσθιου άξονα, θα πρέπει να τροποποιηθούν κατάλληλα. Η σημασία της θέσης του κέντρου βάρους και του εύρους τροχών στην επίλυση της εγκάρσιας ευστάθειας του γεωργικού ελκυστήρα (κατά την κίνησή του σύμφωνα με τις ισοϋψείς καμπύλες), παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Ο λόγος  $h/b$  παίζει σημαντικό ρόλο στην ασφάλεια του ελκυστήρα. Όσο μικρότερος είναι ο λόγος αυτός, τόσο βελτιώνεται η εγκάρσια ευστάθεια του ελκυστήρα. Επίσης, για τη μεγαλύτερη δυνατή διαμήκη ευστάθεια του ελκυστήρα (Σχήμα 3) θα πρέπει το ύψος  $h$  να τροποποιηθεί, στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό.

Στους πίνακες I και II παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον πειραματικό προσδιορισμό της ωφέλιμης ακτίνας  $\gamma$  των οπίσθιων και πρόσθιων τροχών με διαφορετικά ελαστικά, ενώ στους πίνακες III και IV παρουσιάζεται η μεταβολή της οριακής γωνίας  $\varphi_{lim}$  ως συνάρτηση της ωφέλιμης ακτίνας  $\gamma$  και του εύρους  $b$  των οπίσθιων τροχών αντιστοίχως. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η οριακή γωνία  $\varphi_{lim}$  αυξάνεται όσο μειώνεται η ωφέλιμη ακτίνα  $\gamma$  των οπίσθιων ελαστικών. Επίσης, η οριακή γωνία  $\varphi_{lim}$  αυξάνεται όσο αυξάνεται το εύρος των οπίσθιων τροχών. Για παράδειγμα, ο γεωργικός ελκυστήρας με οπίσθια ελαστικά 14,9/13-28 και εύρος τροχών 1575 mm θα έχει διαμήκη ευστάθεια περίπου για  $\varphi_{lim} = 47^\circ$  και εγκάρσια περίπου για  $\varphi_{lim} = 48^\circ$ ,

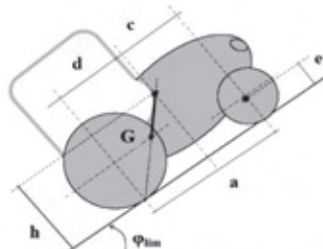
γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να εργαστεί με σχετική ασφάλεια σε κεκλιμένο επίπεδο με γωνία  $\varphi = 16^\circ$  ως προς την οριζόντιο.

Επομένως, στους συμβατικούς ελκυστήρες η



**Σχήμα 2:** Ο γεωργικός ελκυστήρας σε κεκλιμένο επίπεδο (κατά τις ισοϋψείς καμπύλες) υπό οριακή γωνία  $\varphi_{lim}$  ως προς την οριζόντιο.

χρήση δίδυμων τροχών ή η χρήση τροχών μεγαλύτερου πλάτους και μικρότερης διαμέτρου θα αποτελούσε μία λύση στο πρόβλημα αύξησης του εύρους  $b$  και μείωσης του ύψους  $h$ .



**Σχήμα 3:** Ο γεωργικός ελκυστήρας σε κεκλιμένο επίπεδο (κατά την ανωφέρεια) υπό οριακή γωνία  $\varphi_{lim}$  ως προς την οριζόντιο.

**Πίνακας I:** Πειραματικός προσδιορισμός της ωφέλιμης ακτίνας  $r$  των οπίσθιων τροχών 12,4/11-28 και 14,9/13-28.

| Στοιχεία οπίσθιου τροχού |             | Μηδενική μετάδοση κίνησης (στατική ακτίνα) | Με μηχανική μετάδοση κίνησης | Με μηχανική μετάδοση κίνησης + ψεκαστικό μηχ. βάρους 140 kg |
|--------------------------|-------------|--|------------------------------|---|
| 12,4/11-28               | $p=4210$ mm | $p=3800$ mm                                | $p=3750$ mm                  | $p=3520$ mm   |
|                          | $d=1340$ mm | $d=1210$ mm                                | $d=1194$ mm                  | $d=1120$ mm   |
|                          | $r=670$ mm  | $r=605$ mm                                 | $r=597$ mm                   | $r=560$ mm  |
| 14,9/13-28               | $p=4307$ mm | $p=4100$ mm                                | $p=4080$ mm                  | $p=3850$ mm   |
|                          | $d=1371$ mm | $d=1305$ mm                                | $d=1298$ mm                  | $d=1240$ mm   |
|                          | $r=685$ mm  | $r=652$ mm                                 | $r=645$ mm                   | $r=640$ mm  |

**Πίνακας II:** Πειραματικός προσδιορισμός της ωφέλιμης ακτίνας  $r$  των πρόσθιων τροχών 5,50-16 και 6,00-16.

| Στοιχεία πρόσθιου τροχού |             | Μηδενική μετάδοση κίνησης (στατική ακτίνα) | Με μηχανική μετάδοση κίνησης | Με μηχανική μετάδοση κίνησης + ψεκαστικό μηχ. βάρους 140 Kg |
|--------------------------|-------------|--|------------------------------|---|
| 5,50-16                  | $p=2156$ mm | $p=2080$ mm                                | $p=2070$ mm                  | $p=2080$ mm   |
|                          | $d=686$ mm  | $d=662$ mm                                 | $d=660$ mm                   | $d=662$ mm  |
|                          | $r=343$ mm  | $r=331$ mm                                 | $r=330$ mm                   | $r=331$ mm  |
| 6,00-16                  | $p=2234$ mm | $p=2160$ mm                                | $p=2160$ mm                  | $p=2170$ mm   |
|                          | $d=711$ mm  | $d=687$ mm                                 | $d=687$ mm                   | $d=689$ mm  |
|                          | $r=355$ mm  | $r=344$ mm                                 | $r=344$ mm                   | $r=345$ mm  |

$p$ =Περίμετρος,  $d$ =Διάμετρος,  $r$ =Ωφέλιμη ακτίνα

**Πίνακας III:** Μεταβολή της οριακής γωνίας  $\phi_{lim}$  σε συνάρτηση της ωφέλιμης ακτίνας  $r$  των οπίσθιων ελαστικών.

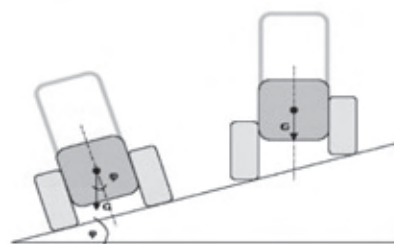
| ΕΛΑΣΤΙΚΑ   | $r$ [mm] | $\phi_{lim}$ [°] |
|------------|----------|------------------|
| 16,9/14-30 | 700      | 45° 55' 20''     |
| 12,4/11-36 | 698      | 45° 58' 09''     |
| 16,9/14-28 | 664      | 46° 39' 10''     |
| 14,9/13-28 | 640      | 47° 08' 47''     |

**Πίνακας IV:** Μεταβολή της οριακής γωνίας  $\phi_{lim}$  σε συνάρτηση του εύρους  $b$  των οπίσθιων τροχών με ελαστικά 14,9/13-28.

| $b$ [mm] | $\phi_{lim}$ [°] |
|----------|------------------|
| 1425     | 45° 13' 50''     |
| 1500     | 46° 41' 56''     |
| 1575     | 48° 05' 30''     |
| 1650     | 49° 24' 46''     |
| 1725     | 50° 39' 59''     |
| 1800     | 51° 51' 24''     |

### 3.2 Κατανομή φορτίου

Σε ελκυστήρα, ο οποίος κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο και κατά τη φορά των ισοϋψών καμπυλών, η ομοιόμορφη κατανομή φορτίου των πίσω τροχών μπορεί να γίνει με αλλαγή θέσης των τελικών μεταδόσεών του. Πρόκειται για ένα σύστημα μηχανικής ρύθμισης, δια του οποίου επιτυγχάνεται κατακόρυφη στάση του σώματος και των τροχών (Σχήμα 4), με αποτέλεσμα η συνισταμένη του κέντρου βάρους να τέμνει το άνοιγμα των οπίσθιων τροχών πάντοτε κοντά στο μέσον του και οι δύο τροχοί να φέρουν το ίδιο φορτίο (τροποποιημένος ελκυστήρας). Οι ελκυστήρες αυτοί, σε σχέση με τους μη τροποποιημένους, παρουσιάζουν: μικρότερη ολίσθηση κυρίως στους εξωτερικούς τροχούς, μεγαλύτερη κατευθυντήρια ευστάθεια και ασφάλεια έναντι πλάγιων πτώσεων.



**Σχήμα 4:** Κατανομή φορτίου μη τροποποιημένου και τροποποιημένου γεωργικού ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο.

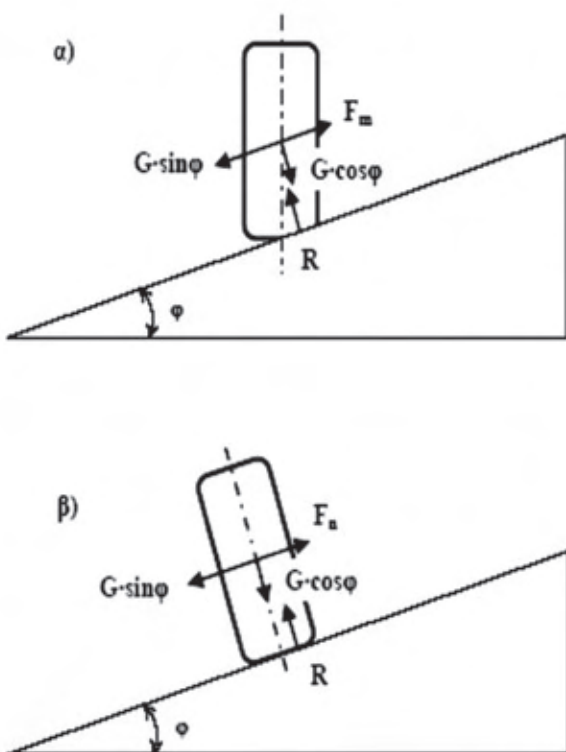
Στους τροποποιημένους ελκυστήρες, οι τροχοί τοποθετούνται κάθετα ως προς το νοητό οριζόντιο επίπεδο (Σχήμα 5, περίπτωση α), ενώ στους μη τροποποιημένους ελκυστήρες οι τροχοί παραμένουν κάθετοι ως προς την κλίση του εδάφους (Σχήμα 5,



περίπτωση β). Η θέση των τροχών, ως προς το κεκλιμένο επίπεδο, παίζει σημαντικό ρόλο στην παραμόρφωση των ελαστικών. Η δύναμη παραμόρφωσης του ελαστικού στην περίπτωση (5α) είναι μικρότερη από τη δύναμη παραμόρφωσης στην περίπτωση (5β):

$$F_n - F_m \geq 0 \quad (7)$$

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η πλάγια μετατόπιση του τροχού της περίπτωσης (5α) είναι μικρότερη εκείνης της περίπτωσης (5β). Για το λόγο αυτό, οι τροχοί που βρίσκονται σε κατακόρυφη θέση παρουσιάζουν καλύτερη κατευθυντήρια ευστάθεια και μικρότερες απώλειες στην αντίσταση κύλισης.



Σχήμα 5: Η θέση των τροχών ως προς το κεκλιμένο επίπεδο.

Στον πίνακα V παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αντίδρασης  $R_A$ , που αναπτύσσεται στον οπίσθιο αριστερό τροχό (εξωτερικό τροχό) ενός γεωργικού ελκυστήρα, αρχικά χωρίς τροποποίηση και στη συνέχεια μετά την τροποποίησή του, σε συνάρτηση της γωνίας  $\varphi$  του κεκλιμένου επι-

πέδου. Είναι φανερό ότι στο μη τροποποιημένο ελκυστήρα, όσο αυξάνεται η γωνία του κεκλιμένου επιπέδου  $\varphi$  τόσο μειώνεται η αναπτυσσόμενη αντίδραση στον οπίσθιο αριστερό τροχό του. Ενώ στον τροποποιημένο ελκυστήρα, η αντίδραση στον οπίσθιο αριστερό τροχό αρχίζει να μεταβάλλεται μετά τη γωνία  $\varphi = 18^\circ$ . Αυτό σημαίνει ότι, με την αλλαγή θέσης των τελικών μεταδόσεων (τροποποίηση ελκυστήρα) επιτυγχάνεται καλύτερη κατανομή φορτίου στους οπίσθιους τροχούς του ελκυστήρα.

### 3.3 Σύστημα πέδησης

Σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχει η ανάγκη σύνδεσης σε έναν ελκυστήρα γενικής χρήσεως περισσότερων του ενός καλλιεργητικών εργαλείων, δηλαδή πρόκειται για το σχηματισμό ενός πολυδύναμου εργαλείου. Σε ένα τέτοιο πολυδύναμο συνδυασμό, το βάρος των δύο παρελκόμενων μηχανημάτων προκαλεί μεγάλη αντίσταση κατά την κίνηση του συνδυασμού σε ανωφέρεια και μεγάλη πίεση κατά την κίνησή του σε κατωφέρεια. Επομένως είναι ιδιαίτερα σημαντική η λειτουργία του συστήματος πέδησης, ώστε να βελτιωθεί η γενικότερη ασφάλεια του ελκυστήρα, όταν κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο (Σχήμα 6). Στον πίνακα VI παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αναπτυσσόμενης αντίδρασης στον πρόσθιο άξονα  $R_E$  ελκυστήρα (αρχικά χωρίς παρελκόμενο μηχανήματα και στη συνέχεια με ψευκαστικό μηχανήματα βάρους 140 kg) σε συνάρτηση της γωνίας  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου και κατά την κίνησή του στην ανωφέρεια. Κατά την κίνηση ενός πολυδύναμου συνδυασμού στην κατωφέρεια, τα αποτελέσματα της σχέσεως ανάμεσα στη γωνία  $\varphi$  και στο λόγο πέδησης παρουσιάζονται στον πίνακα VII. Με τον όρο «λόγος πέδησης» εκφράζεται ο λόγος ανάμεσα στην ασκούμενη φόρτιση επί των τροχών υπό πέδηση και την ασκούμενη φόρτιση επί του συνόλου των τροχών του πολυδύναμου συνδυασμού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο πολυδύναμος συνδυασμός με ελκυστήρα (4x2) παρουσιάζει χαμηλό λόγο πέδησης και συνεπώς μικρή γωνία  $\varphi$ . Αντιθέτως, ο συνδυασμός με ελκυστήρα (4x4) και παρελκόμενα μηχανήματα που διαθέτουν σύστημα πέδησης παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη γωνία  $\varphi$ .

### 3.4 Αλλαγή διεύθυνσης με τους τέσσερις τροχούς

Η αλλαγή διεύθυνσης με τους τέσσερις τροχούς, όταν ο ελκυστήρας κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο, μπορεί να βοηθήσει στον περιορισμό των γωνιών: i) της εγκάρσιας κλίσης  $\epsilon$  και ii) της πλάγιας μετα-

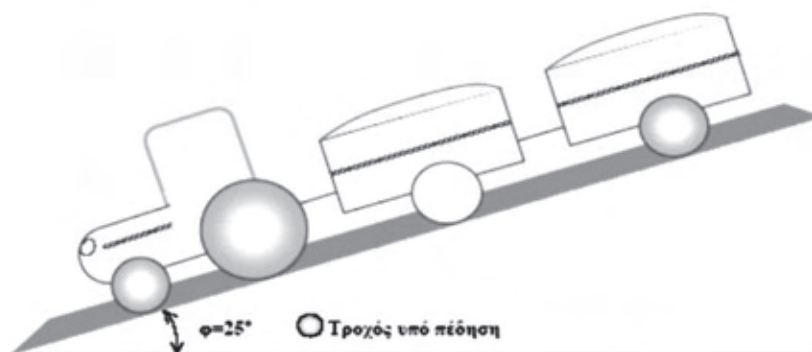
**Πίνακας V:** Πειραματικός προσδιορισμός της αντίδρασης  $R_A$  στον οπίσθιο αριστερό τροχό μη τροποποιημένου και τροποποιημένου ελκυστήρα σε συνάρτηση της γωνίας  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου.

| Γωνία κεκλιμένου επιπέδου ( $\varphi$ )<br>[°] | Μη τροποποιημένος<br>ελκυστήρας                | Τροποποιημένος<br>ελκυστήρας |
|--|--|------------------------------|
|  | Αντίδραση οπίσθιου αριστερού τροχού $R_A$ [kg] |                              |
| 0  | 590  | -                            |
| 3  | 560  | -                            |
| 6  | 530  | -                            |
| 9  | 500  | -                            |
| 12   | 470  | -                            |
| 15   | 440  | -                            |
| 18   | 410  | 590                          |
| 21   | 380  | 560                          |

τόπισης  $\delta$ . Στο Σχήμα 7 απεικονίζεται η κίνηση του ελκυστήρα σύμφωνα με τις ισοϋψείς καμπύλες και με δυνατότητα αλλαγής διεύθυνσης όλων των τροχών. Στον πίνακα VIII παρουσιάζεται η μεταβολή της εγκάρσιας κλίσης  $\epsilon$  λόγω αλλαγής διεύθυνσης των οπίσθιων τροχών του ελκυστήρα. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η βαθμιαία αύξηση της γωνίας διεύθυνσης των οπίσθιων τροχών συντελεί στη μείωση της εγκάρσιας κλίσης, με συνέπεια να βελτιώνεται συνολικά η ευστάθεια του ελκυστήρα. Στον πίνακα IX παρουσιάζεται η μεταβολή της πλάγιας μετατόπισης  $\delta$  λόγω αλλαγής διεύθυνσης των οπίσθιων τροχών του ελκυστήρα. Από τα αποτελέσματα είναι φανερό ότι η βαθμιαία αύξηση της γωνίας διεύθυνσης των οπίσθιων τροχών συντελεί στη μείωση της πλάγιας μετατόπισης του ελκυστήρα.

#### Άλλες κατασκευαστικές παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ευστάθειας των μηχανημάτων κατά την κίνησή τους σε κεκλιμένο επίπεδο

Η ασφαλής εργασία σε κεκλιμένο επίπεδο, με οποιοδήποτε αυτοκινούμενο μηχανήμα και ειδικότερα με το γεωργικό ελκυστήρα και τα παρελκόμενά του, είναι ιδιαίτερα μεγάλης σημασίας. Οι διατάξεις προστασίας έναντι ανατροπών (rollover protective structures, ROPS) αποτελούν έναν από τους βασικότερους τρόπους προστασίας των χειριστών. Συνήθως, αποτελούνται από ένα σκελετό ενισχυμένων οριζώντιων και κατακόρυφων κοιλοδοκών, που συνιστούν μία ενιαία δομή, σταθερά προσαρμοσμένη στον ελκυστήρα. Η διάταξη προστασίας πρέπει να είναι σύμφωνη με τις εξειδικεύσεις της εν σειρά παραγωγής και οι προδιαγραφές κατασκευής της



**Σχήμα 6:** Η σχέση της γωνίας  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου και του λόγου πέδησης ενός πολυδύναμου συνδυασμού.

**Πίνακας VI:** Πειραματικός προσδιορισμός της αντίδρασης στον πρόσθιο άξονα  $R_E$  ελκυστήρα (χωρίς παρελκόμενο μηχανήμα και με ψεκαστικό μηχανήμα βάρους 140 kg) ως συνάρτηση της γωνίας  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου και κατά την κίνησή του σε ανωφέρεια.

| Γωνία κεκλιμένου επιπέδου ( $\varphi$ )<br>[°] | Ελκυστήρας χωρίς<br>παρελκόμενο μηχανήμα | Ελκυστήρας με ψεκαστικό<br>μηχανήμα βάρους 140 kg |
|--|--|---|
|  | Αντίδραση πρόσθιου άξονα $R_E$ [kg]      |   |
| 0  | 520                                      | 480   |
| 3  | 480                                      | 440   |
| 6  | 440                                      | 400   |
| 9  | 390                                      | 350   |
| 12   | 350                                      | 310   |
| 15   | 310                                      | 270   |
| 18   | 260                                      | 220   |
| 21   | 210                                      | 180   |

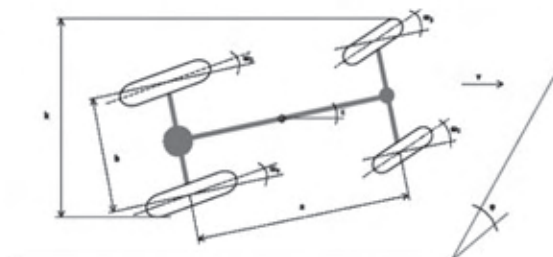
**Πίνακας VII:** Η μεταβολή του λόγου πέδησης σε συνάρτηση της γωνίας  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου.

| ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ   | Γωνία ( $\varphi$ )<br>[°] | Λόγος πέδησης |
|---|----------------------------|---------------|
| A). Πέδηση στους πίσω κινητήριους τροχούς του ελκυστήρα.  | 5                          | 0,11          |
| B). Πέδηση στους τέσσερις κινητήριους τροχούς του ελκυστήρα.  | 10                         | 0,26          |
| C). Πέδηση στους τέσσερις κινητήριους τροχούς του ελκυστήρα και στους τροχούς του δεύτερου σε σειρά παρελκόμενου μηχανήματος (Σχήμα 6). | 25                         | 0,61          |
| D). Πέδηση στους τέσσερις κινητήριους τροχούς του ελκυστήρα και στους τροχούς των δύο παρελκόμενων μηχανημάτων.                         | 35                         | 0,87          |

να είναι τέτοιες, ώστε να μπορεί να απορροφήσει τις ασκούμενες δυνάμεις από την ανατροπή του ελκυστήρα. Για την προστασία των χειριστών σε οπωρώνες ή αμπελώνες όπου ο χώρος εργασίας είναι περιορισμένος χρησιμοποιούνται αναδιπλούμενες διατάξεις προστασίας τύπου “Π”. Παρ’ όλα αυτά, πάνω από το 40% των εν ενεργεία ελκυστήρων δεν είναι εξοπλισμένοι με διατάξεις προστασίας έναντι ανατροπών.

Η ευστάθεια του γεωργικού ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο κατά τις ισοϋψείς καμπύλες, βελτιώνεται όταν αυξάνεται το εύρος των οπίσθιων τροχών ή αυξάνεται το πλάτος εργασίας του παρελκόμενου μηχανήματος. Τα κοπτικά εργαλεία του παρελκόμενου, όταν έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, συμπεριφέρονται ως αντερείσματα (αντιστηρίγματα), που βελ-

τιώνουν σημαντικά την ευστάθεια του πολυδύναμου συνδυασμού, έναντι της ανατροπής. Φυσικά το εύρος των τροχών θα πρέπει να έχει ένα συγκεκριμένο μέγιστο όριο, ώστε ο ελκυστήρας να μπορεί παράλληλα να κινείται και στο οδικό δίκτυο. Όσον αφορά παρελκόμε-



**Σχήμα 7:** Κίνηση ελκυστήρα κατά τις ισοϋψείς καμπύλες με δυνατότητα αλλαγής διεύθυνσης όλων των τροχών.

**Πίνακας VIII:** Η μεταβολή της εγκάρσιας κλίσης  $\varepsilon$  σε συνάρτηση της γωνίας διεύθυνσης των οπίσθιων τροχών  $\omega_{3,4}$  για διαφορετικές γωνίες κλίσης  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου.

| $\omega_{3,4}$ [rad] | $\varphi=0,15$ [rad] | $\varphi=0,20$ [rad] | $\varphi=0,30$ [rad] |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      | $\varepsilon$ [rad]  |                      |                      |
| 0,00                 | 0,054                | 0,105                | 0,171                |
| 0,02                 | 0,033                | 0,084                | 0,150                |
| 0,04                 | 0,013                | 0,063                | 0,129                |
| 0,06                 | -                    | 0,043                | 0,109                |
| 0,08                 | -                    | 0,022                | 0,088                |
| 0,10                 | -                    | -                    | 0,067                |
| 0,12                 | -                    | -                    | 0,046                |
| 0,14                 | -                    | -                    | 0,025                |

**Πίνακας IX:** Η μεταβολή της πλάγιας μετατόπισης  $\delta$  σε συνάρτηση της γωνίας διεύθυνσης των οπίσθιων τροχών  $\omega_{3,4}$  για διαφορετικές γωνίες κλίσης  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου.

| $\omega_{3,4}$ [rad] | $\varphi=0,15$ [rad] | $\varphi=0,20$ [rad] | $\varphi=0,30$ [rad] |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      | $\delta$ [rad]       |                      |                      |
| 0,00                 | 0,081                | 0,125                | 0,192                |
| 0,02                 | 0,070                | 0,114                | 0,181                |
| 0,04                 | 0,059                | 0,103                | 0,170                |
| 0,06                 | 0,048                | 0,092                | 0,159                |
| 0,08                 | 0,037                | 0,078                | 0,148                |
| 0,10                 | 0,026                | 0,065                | 0,137                |
| 0,12                 | -                    | 0,051                | 0,126                |
| 0,14                 | -                    | -                    | 0,115                |

μενα μηχανήματα, οι μηχανισμοί των οποίων δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως αντερείσματα. Στην περίπτωση αυτή, ως λύση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μία διάταξη, η οποία να περιλαμβάνει δύο τηλεσκοπικούς ημιάξονες αντιστήριξης προσαρμοζόμενους στην κοιλοδοκό του πλαισίου του παρελκόμενου μηχανήματος. Στους ημιάξονες μπορούν να τοποθετηθούν ειδικοί τροχοί αντιστήριξης, που να είναι ρυθμιζόμενοι ως προς το ύψος. Επίσης η μετατόπιση των ημιάξόνων μπορεί να γίνεται υδραυλικά, ώστε κατά την κίνηση στο οδικό δίκτυο ή σε επίπεδο έδαφος να είναι δυνατόν να καλυφθούν εντός της κοιδοκού του πλαισίου. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να βελτιωθεί η ευστάθεια του συνδυασμού (ελκυστήρα και παρελκόμενου) σε

κεκλιμένο επίπεδο και ταυτόχρονα να διασφαλίζεται η κίνησή του και στο οδικό δίκτυο.

Κατά την κίνηση ενός συνδυασμού γεωργικού ελκυστήρα με παρελκόμενα μηχανήματα σύμφωνα με τις ισούψεις καμπύλες θα πρέπει να διασφαλίζεται η σταθερή πορεία του. Λόγω διαφορετικών παραγόντων (παρεμόρφωση του εδάφους και των ελαστικών, ολίσθηση τροχών, κ.ά.) παρατηρείται συχνά πλάγια μετατόπιση ελκυστήρα και παρελκόμενου μηχανήματος με αποτέλεσμα να χειροτερεύει η ποιότητα της εκτελούμενης εργασίας και να υπάρχει κίνδυνος πλάγιας πτώσης. Η πλάγια μετατόπιση ενός συνδυασμού είναι δυνατόν να περιοριστεί ή να εξαιρεθεί: α) με δυνατότητα αλλαγής διεύθυνσης των τροχών του ελκυστήρα, που δέχονται το μεγαλύτερο φορτίο, ενάντια στη κατεύθυνση της

μετατόπισης, β) με δυνατότητα περιστροφής του μηχανισμού σύνδεσης παρελκόμενου με τον ελκυστήρα, για παράδειγμα της δοκού έλξης σε σχέση με το πλαίσιο του παρελκόμενου και γ) με την εγκατάσταση πρόσθετου μηχανισμού αντιστήριξης για παράδειγμα μεταλλικού τροχού ή άλλου μηχανισμού που να έχει τη δυνατότητα διόρθωσης της πορείας του συνδυασμού. Ένας τέτοιος μηχανισμός θα πρέπει να συμπληρώνεται με έναν αισθητήρα ανίχνευσης της πορείας του συνδυασμού δια της άμεσης επαφής του με το έδαφος και να διασυνδέεται με ένα σερβομηχανισμό διόρθωσης της πορείας.

Σημαντικό ρόλο στην ευστάθεια και στη βελτίωση των κινηματικών ιδιοτήτων του γεωργικού ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο, παίζουν οι κατευθυντήριοι τροχοί και η γεωμετρική θέση τους στο χώρο. Η κεκλιμένη τοποθέτηση των κατευθυντήριων τροχών ως προς την κατακόρυφο, τους σταθεροποιεί και τους κάνει λιγότερο ευαίσθητους σε πλάγιες δυνάμεις και κρούσεις.

Εύκολα και με σχετικά οικονομικό τρόπο είναι δυνατόν να μετατραπούν οι τροχοφόροι ελκυστήρες σε ημιερπυστροφόρους, δια αντικατάστασης των οπίσθιων κινητήριων τροχών με ερπύστριες ειδικής κατασκευής. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αναπτύξουν μεγαλύτερη ελκτική δύναμη και να βελτιώσουν τις κινηματικές ιδιότητές τους σε κεκλιμένο επίπεδο.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συμπεριφορά του γεωργικού ελκυστήρα σε κεκλιμένο επίπεδο επηρεάζεται από παράγοντες

όπως είναι: η θέση του κέντρου βάρους, η ομοιόμορφη κατανομή φορτίου, η θέση των τροχών, η τετρακίνηση, το σύστημα πέδησης και η αλλαγή διεύθυνσης με τους τέσσερις τροχούς. Η μελέτη των παραγόντων αυτών επιτρέπει την κατανόηση των συνθηκών που προκαλούν αστάθεια και η επίδραση σε ορισμένους από αυτούς μπορεί να προκαλέσει: μείωση των κινδύνων από ανατροπή και πλάγια πτώση, βελτίωση της ευστάθειας και της ποιότητας εργασίας.

- Στους συμβατικούς ελκυστήρες, η χρήση δίδυμων τροχών μικρότερης διαμέτρου θα αποτελούσε μία λύση στο πρόβλημα της αύξησης του εύρους  $b$  και μείωσης του ύψους  $h$ .
- Η πέδηση στους τέσσερις κινητήριους τροχούς του ελκυστήρα και στους τροχούς των παρελκόμενων μηχανημάτων μειώνει τον κίνδυνο της απώλειας ελέγχου, που μπορεί να προκαλέσει ανατροπή του ελκυστήρα.
- Η δυνατότητα αλλαγής διεύθυνσης των οπίσθιων τροχών υπό συγκεκριμένη γωνία και σε συνδυασμό με τους εμπροσθίους κινητήριους τροχούς είναι δυνατόν να βελτιώσουν τις τιμές των γωνιών της εγκάρσιας κλίσης και της πλάγιας μετατόπισης.
- Η ευστάθεια του ελκυστήρα μπορεί να βελτιωθεί με τη βοήθεια τηλεσκοπικών διατάξεων αντιστήριξης προσαρμοσμένων στο πλαίσιο του παρελκόμενου μηχανήματος.

## Study of factors influencing the movement characteristics of agricultural tractor on inclined plane and driver's safety

I. Gravalos<sup>1</sup>, Th. Gialamas<sup>1</sup>, Z. Koutsifitis<sup>1</sup>, D. Kateris<sup>2</sup>, Z. Tsiropoulos<sup>1</sup>, P. Xyradakis<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the factors that influence the motion's characteristics of an agricultural tractor which is moving on the inclined level and the driver's safety. The study intent to a) reduce the possibility of overturning and side slide, b) increase the stability, and c) perform safe operations. In order to simulate the operating conditions of the tractor's movement on the inclined level was used an experimental testing bench. The position of gravity's center, the wheels' width and the ground clearance are proved to be very important factors, which can increase the tractor stability. The placement of brakes on tractor and on the implement combinations reduces the danger of losing the control and as a result the overturning accidents. Finally, the ability of changing the rear wheels' direction reduces the yaw rate and side slide.

**Key words:** Agricultural tractor, inclined level, movement characteristics, driver's safety.

<sup>1</sup> Technological Educational Institute of Larissa, Faculty of Agricultural Technology, Department of Agricultural Machinery & Irrigation, 41110, Larissa, Greece.

<sup>2</sup> Aristotle University, School of Agriculture, Department of Hydraulics, Soil Science and Agricultural Engineering, 541 24 Thessaloniki, Greece.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ackermann, J., 1994. Robust decoupling, Ideal steering dynamics and Yaw stabilization of 4WS cars. *Automatica*, 30, no 11: 1761-1768.
- Casini-Ropa, G., 1975. Il rilievo delle coordinate del baricentro nei trattori a due assi a ruote pneumatiche. *Rivista di Ingegneria Agraria*: 15-25.
- Casini-Ropa, G., 1976. Attrezzatura e metodo per il rilievo dell'altezza da terra del baricentro delle macchine agricole. *Rivista di Ingegneria Agraria*: 81-85.
- Chabrier, E., Ramaen, C., 2003. Vehicle behaviour in all-terrain conditions. Analysis, methods and driver training. Proceedings of the 9th Europ. Conf. Harper Adams University, UK.
- Γιαλαμάς, Θ., Κουτσοφίτης, Ζ., Φιλίντας, Α., 2003. Τράπεζα δοκιμών για τον καθορισμό της ευστάθειας γεωργικών μηχανημάτων. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη.
- Γιαλαμάς, Θ., Χαλούλης, Ι., Κουτσοφίτης, Ζ., Φιλίντας, Α., Τσατσαρέλης, Κ., Τσάκαλος, Α., Μαλώλης, Κ., 2005. Πειραματική τράπεζα προσδιορισμού των γωνιών ευστάθειας γεωργικών ελκυστήρων. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα.
- Gilfillan, G., 1970. Tractor behavior during motion uphill. *Journal of Agric. Eng. Res.*, 15, no 3: 211-243.
- Gilfillan, G., Spencer, H., B., 1975. A hazard associated with the braking of two-wheel drive tractors on sloping land. Dep. Note SIN/180, NIAE Scottish, Penicuik.
- Gillespie, T., 1992. Fundamentals of vehicle dynamics. Society of Automotive Engineers, Inc., ISBN 1-56091-199-9.
- Grecenko, A., 1977. Wheel thrust-slip relationship with slip dependent adhesion coefficient. Proceedings of the 7th Europ. Conf. Ferrara, Italy.
- Grecenko, A., 2003. Monitoring the safe motion of wheeled vehicles particularly on slopes. Proceedings of the 9th Europ. Conf. Harper Adams University, UK.
- Hunter, A. G. M., 1981. Tractor safety on slopes. *Agric. Eng.*, 36, no 2: 95-98.
- Kitano, M., Watanabe, K., Kakino, T., 1994. Stability of tracked vehicles on inclined ground. Proceedings of the 6th Europ. Conf. Vienna, Austria.
- Kogure, K., Ohira, Y., Yamaguchi, H., 1989. Thrust exerted by climbing tracked vehicle on slope from soil mechanical point of view. Proceedings of the 4th Europ. Conf. Wageningen, Netherlands.
- Koresawa, M., Shimosaka, H., 1994. Study on four wheel steering vehicle driven at an objective side slip angle. *JSAE Review*, 15: 45-51.
- Muro, T., 1994. Tractive performance of a four-wheel vehicle moving up a sloped weak terrain. Proceedings of the 6th Europ. Conf. Vienna, Austria.
- Nordfjell, T., 2000. Analysis of trafficable combinations of uphill slopes and obstacle heights. Proceedings of the 8th Europ. Conf. Umea, Sweden.
- Owen, G. M., 1981. Safe working slopes for tractors and tractor/implement combinations. Dep. Note SIN/325, NIAE Scottish, Penicuik.
- Sato, K., Yamashita, J., 1997. Running simulation for development of vehicle operating in inclined orchards. Proceedings of the 7th Europ. Conf. Ferrara, Italy.
- Schafer, G., Andre, S., 1997. PROSPER: A useful tool for off-road vehicle design. Proceedings of the 7th Europ. Conf. Ferrara, Italy.
- Spencer, H. B., 1978. Stability and control of two-wheel drive tractors and machinery on sloping ground. *Journal of Agric. Eng. Res.*, 23, no 2: 169-188.
- Spencer, H. B., Owen, G. M., 1981. A device for assessing the safe descent slope of agricultural vehicles. *Journal of Agric. Eng. Res.*, 26, no 3: 277-286.
- Τσατσαρέλης, Κ., 1997. Γεωργικοί Ελκυστήρες. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Tsurasaki, T., Yamashita, J., Sato, K., Sangay, D., 1997. The study on the utilization of carrying vehicles and labor saving in sloped citrus orchards. Proceedings of the 7th Europ. Conf. Ferrara, Italy.
- Watanabe, K., Kitano, M., Fugishima, A., 1995. Handling and stability performance of four-track steering vehicles. *Journal of Terramechanics*, 32, no 6: 285-302.
- Watanabe, K., Yamakwa, J., Inagaki, T., Kitano, M., 2000. Tuning characteristics of articulated tracked vehicles. Proceedings of the 8th Europ. Conf. Umea, Sweden.

## Διαχρονική συμπεριφορά ένδεκα ελληνικών εξαπλοειδών σειρών σιταρόβριζας (X Triticosecale Wittmack) υπό συνθήκες μειωμένων εισροών σε σχέση με ποικιλίες σιταριού

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς\*, Καλλιρόη Θ. Χατζηλάμπρου και Στυλιανός Ν. Στρατηλάκης

ΕΘΙΑΓΕ-Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αξιολογήθηκαν διαχρονικά ένδεκα Ελληνικές σειρές εξαπλοειδούς σιταρόβριζας, όλες τύπου υποκατάστασης, για να μελετηθεί η συμπεριφορά τους σε συνθήκες μειωμένων εισροών. Ο πειραματισμός διεξήχθη στο Κεντρικό Κτήμα του Ινστιτούτου Σιτηρών στη Θέρμη Θεσσαλονίκης σε αγρό μειωμένης παραγωγικής ικανότητας. Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, με τέσσερις επαναλήψεις και ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες μαλακού σιταριού Βεργίνα και Δίο και η ποικιλία σκληρού σιταριού Μεξικάλι 81. Ο πειραματισμός διήρκεσε 4 χρόνια (1994-1995 έως 1997-1998) και εκτός της απόδοσης αξιολογήθηκε και η πρωιμότητα των σειρών αυτών. Έγινε συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και πρωιμότητας, για να διαπιστωθεί κατά πόσο το ένα γνώρισμα επηρεάζεται από το άλλο. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια υπεροχή ορισμένων σειρών της σιταρόβριζας ως προς την απόδοση, ενώ όλες οι σειρές βρέθηκε ότι ήταν πιο πρώιμες από τους μάρτυρες. Η ανάλυση όμως της διακύμανσης στα συστατικά της έδειξε ότι μόνο το 3,4% από αυτήν που παρατηρήθηκε στην απόδοση οφειλονταν στις ποικιλίες. Το μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης οφειλονταν στη μεγάλη παραλλακτικότητα που υπήρχε μεταξύ των ετών του πειραματισμού. Έτσι, η επίδραση της καλλιεργητικής περιόδου φαίνεται να παίζει σπουδαίο ρόλο, καθιστώντας την αξιολόγηση των γενοτύπων δύσκολη. Η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ απόδοσης και πρωιμότητας ίσως να αποτελεί ένδειξη ότι η σιταρόβριζα έχει και άλλους τρόπους για την αντιμετώπιση των συνθηκών ξηρασίας εκτός από την υπεροχή της ως προς την πρωιμότητα.

**Λέξεις κλειδιά:** σιταρόβριζα, παραγωγικό δυναμικό, πρωιμότητα, ανθεκτικότητα στην ξηρασία.

**Σύντομος τίτλος:** Ανθεκτικότητα της σιταρόβριζας σε μειωμένες εισροές.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα κυριότερα γνωρίσματα που καθορίζουν την εμπορική επιτυχία μιας ποικιλίας είναι η σταθερότητα της συμπεριφοράς της (Fehr 1987). Οι καλλιεργούμενοι όμως γενότυποι αντιδρούν διαφορετικά στο περιβάλλον, τόσο χρονικά όσο και τοπικά, λόγω της αλληλεπίδρασης που έχουν με αυτό (Fehr 1987, Romagosa και Fox 1994). Για το λόγο αυτό η σταθερότητα της συμπεριφοράς τους αξιολογείται σε πολλά περιβάλλοντα (Vargas κ. ά. 1999) ώστε να εντοπισθούν εκείνοι οι γενότυποι που αποδίδουν σταθερά σε τοπικό ή σε διατοπικό επίπεδο

(Yan κ. ά. 2000). Η εξακρίβωση λοιπόν των περιβαλλοντικών και γενοτυπικών αιτιών που προκαλούν την αλληλεπίδραση του γενότυπου με το περιβάλλον (ΑΓΠ) παίζουν αποφασιστικό ρόλο σε όλα τα στάδια ενός βελτιωτικού προγράμματος (Yan και Hunt 2001). Για το λόγο αυτό έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις, που προσπαθούν να διευκρινίσουν και να αντιμετωπίσουν τις αιτίες της ΑΓΠ. Μια από αυτές είναι και η χρησιμοποίηση πρώιμου γενετικού υλικού που θα είναι ικανό να αποφύγει τα προβλήματα ξηρασίας (Acevedo και Fereres 1994). Όπως άλλωστε τονίζουν πολλοί ερευνητές η ξηρασία της

\* Παρούσα διεύθυνση: Σχολή Φυτικής Παραγωγής, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Αντικάλαιμος, 24100 Καλαμάτα, e-mail: xyneas@teikal.gr

άνοιξης αποτελεί το κύριο πρόβλημα της γεωργικής παραγωγής στη Νότια Ευρώπη (Yau και Saxena 1997). Έτσι, η δημιουργία πρώιμων γενοτύπων, που θα εισέρχονται νωρίτερα στην αναπαραγωγική περίοδο, πριν δηλαδή από την επικράτηση ξηρικών συνθηκών που παρατηρούνται την άνοιξη, θα μπορούσε να συμβάλλει αποφασιστικά στην επίτευξη ικανοποιητικών αποδόσεων.

Η σιταρόβριζα αποτελεί μια ελπιδοφόρα καλλιέργεια, που είναι ανθεκτική στην ξηρασία (CIMMYT 1990). Σύμφωνα με δεδομένα πολλών ερευνητών είναι περισσότερο αποδοτική από το σιτάρι και την ικανότητα της αυτή πιθανά να την οφείλει σε δύο λόγους: (α) πρώιμο ξεστάχασμα και (β) καλύτερη απορρόφηση του νερού (Ford κ. ά. 1984, Giunta κ. α. 1993). Ο Jessop (1996) ανέφερε ότι η βελτιωμένη αντοχή των σειρών σιταρόβριζας στην ξηρασία οφείλονταν στο εκτεταμένο ριζικό της σύστημα. Στη μοναδική αυτή ιδιότητα του φυτού οφείλεται και η μεγάλη ικανότητα που έχει να προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση που προκαλεί ο άνεμος (Cooper 1996).

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες σιταρόβριζας είναι όλες δευτερογενείς (Varughese κ. ά. 1987) και ανήκουν σε δύο κατηγορίες, (α) σε αυτές που φέρουν και τα 14 χρωμοσώματα της βριζας (πλήρεις σειρές) και (β) σε αυτές όπου το 2R χρωμόσωμα έχει υποκατασταθεί από το 2D (σειρές υποκατάστασης, Ξυνιάς 1994). Μεταξύ των δυο τύπων σιταρόβριζας φαίνεται να υπάρχει διαφοροποίηση ως προς την αντοχή τους στην ξηρασία. Σύμφωνα με τον Pfeiffer (1993) οι πλήρεις σειρές υπερέχουν, εμφανίζοντας σαφή πλεονέκτημα έναντι του σιταριού. Οι Royo κ. α. (1993) συμφωνούν με την άποψη αυτή, διευκρινίζοντας ότι οι σειρές υποκατάστασης είναι ιδιαίτερα αποδοτικές σε γόνιμα περιβάλλοντα.

Ο Ξυνιάς κ. ά. (2000) έδειξαν ότι όταν οι ελληνικές σειρές σιταρόβριζας (όλες τύπου υποκατάστασης) αξιολογήθηκαν υπό κανονικές συνθήκες και υπό συνθήκες ξηρασίας, οι σειρές αυτές εμφάνισαν μια σαφή υπεροχή ως προς την απόδοση έναντι των ποικιλιών μαλακού και σκληρού σιταριού που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Την υπεροχή αυτή την απέδωσαν στη σημαντική προωμότητα των σειρών αυτών έναντι του σιταριού, μαλακού ή σκληρού. Εκείνο όμως που παρέμενε ως ερώτημα ήταν κατά πόσο οι σειρές σιταρόβριζας θα εμφάνιζαν υπεροχή έναντι του σιταριού ανεξάρτητα της καλλιεργητικής περιόδου.

Σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν να μελετηθεί το παραγωγικό δυναμικό, σε συνθήκες μειω-

μένων εισροών, ένδεκα ελληνικών δευτερογενών σειρών σιταρόβριζας, όλες τύπου υποκατάστασης, συγκριτικά με τρεις από τις πλέον διαδεδομένες καλλιεργούμενες ποικιλίες σιταριού.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Αξιολογήθηκαν ένδεκα σειρές εξαπλοειδούς σιταρόβριζας, που έχουν δημιουργηθεί στο Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης (Ανώνυμος 1991). Οι πειραματικοί αγροί εγκαταστάθηκαν στο Κεντρικό Κτήμα του προαναφερόμενου Ιδρύματος, στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν οι τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες (randomized complete blocks, Steel και Torrie 1960), με τέσσερις επαναλήψεις και ο πειραματισμός διήρκεσε 4 χρόνια (από την καλλιεργητική περίοδο 1994-1995 έως την καλλιεργητική περίοδο 1997-1998). Η σπορά πραγματοποιήθηκε με το χέρι στις 22-12-1994, 18-12-1995, 5-12-1996, 28-11-1997, για τις τέσσερις καλλιεργητικές περιόδους, αντίστοιχα. Καταβλήθηκε κάθε προσπάθεια, ώστε τα φυτά να αναπτυχθούν σύμφωνα με τις συνήθειες πρακτικές που ακολουθούν οι παραγωγοί, χρησιμοποιώντας τις λιγότερες δυνατές εισροές ενέργειας. Για το λόγο αυτό δεν έγινε χρήση ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων, λιπασμάτων και δεν εφαρμόστηκε άρδευση. Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν οι ευρέως καλλιεργούμενες στην Ελλάδα ποικιλίες μαλακού σιταριού Βεργίνα και Δίο και η ποικιλία σκληρού σιταριού Μεξικάλι 81, που έχουν επίσης δημιουργηθεί στο Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης. Σπάρθηκαν 5 γραμμές μήκους 5m με απόσταση μεταξύ των γραμμών 0,26m. Συγκομίσθηκαν μηχανικά οι τρεις μεσαίες γραμμές (η συνολική επιφάνεια των συγκρινόμενων πειραματικών τεμαχίων 3,9 m<sup>2</sup>).

Καταγράφηκαν παρατηρήσεις για δυο γνωρίσματα με γεωργικό ενδιαφέρον: αριθμός ημερών έως το ξεστάχασμα (προωμότητα) και απόδοση. Για τον έλεγχο της ανθεκτικότητας των σειρών της σιταρόβριζας στην ξηρασία, καταγράφονταν σε ημερήσια βάση η βροχόπτωση. Για τον προσδιορισμό της προωμότητας της κάθε ποικιλίας, σημειώθηκε ο αριθμός ημερών από την ημερομηνία σποράς έως την ημέρα κατά την οποία ξεστάχασε το 50% των φυτών της ποικιλίας. Η στατιστική επεξεργασία έγινε σύμφωνα με το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCB, Steel και Torrie 1960) και έγινε συνδυασμένη ανάλυση για τα τέσσερα χρόνια του πειραματισμού χρησιμοποιώντας το μικτό πρότυπο (Mc Intosh 1983). Τα δεδομένα αναλύθηκαν κατ' έτος και σε



συνδυασμένη ανάλυση. Το στατιστικό πρότυπο ήταν μικτό με τα έτη ως τυχαία μεταβλητή και τις σειρές ως σταθερή. Επιπλέον, έγινε και ανάλυση γραμμικής συμμεταβολής μεταξύ προωμότητας (ημέρες έως το ξεστάχνασμα) και απόδοσης σε μια προσπάθεια συσχέτισης της προωμότητας με την απόδοση και έμμεση σύγκριση με τη βροχοπτώση. Η κατάταξη των μέσων όρων για τα γνωρίσματα που μελετήθηκαν έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ( $p < 0.05$ ). Η επαναληψιμότητα ( $h^2$ ), ως ο λόγος της μεταξύ των γενοτύπων παραλλακτικότητας ( $\sigma_g^2$ ) προς τη φαινοτυπική, υπολογίστηκε τόσο για κάθε μια ατομική ανάλυση όσο και για τη διατοπική. Επιπλέον, το άθροισμα τετραγώνων της αλληλεπίδρασης γενοτύπου-περιβάλλοντος (ΑΓΠ), όσον αφορά την απόδοση στη διατοπική συνδυασμένη ανάλυση, κατανεμήθηκε στη συνεισφορά κάθε σειράς σε αυτό (Π x ΓΑΤ, *ecovalence estimates*, Wricke 1962). Τέλος, έγιναν ορθογώνιες συγκρίσεις μεταξύ των υλικών που αξιολογήθηκαν (Steel και Torrie 1960). Για την επεξεργασία των δεδομένων και την κατάταξη των σειρών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα *mstatc*.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ξηρασία που επικρατεί κατά τη διάρκεια της άνοιξης, αποτελεί το υπ' αριθμό ένα πρόβλημα της παραγωγής των σιτηρών στις νοτιότερες περιοχές της Ευρώπης (Yau και Saxena 1997). Αυτό φάνηκε

και κατά τη διάρκεια της παρούσης εργασίας, όπου κατά την καλλιεργητική περίοδο 1995-1996, που ήταν αρκετά καλή από πλευράς υγρασίας (κυρίως από πλευράς κατανομής και όχι ποσότητας), καταγράφηκαν οι υψηλότερες αποδόσεις (Πίνακες I και II). Οι υπόλοιπες καλλιεργητικές περιόδους (1994-1995, 1996-1997 και 1997-1998) ήταν ξηρικές κατά τη διάρκεια της άνοιξης, που είναι η κριτική περίοδος για το σιτάρι. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί ότι υγρασία (40mm βροχής) που καταγράφηκε τον Μάιο του 1995 είναι πλασματική, με την έννοια ότι όλη η βροχοπτώση παρατηρήθηκε μετά τις 20 του μήνα και πιθανά δεν αξιοποιήθηκε από τα φυτά (Πίν. I).

Το πρότυπο της ανάλυσης της διακύμανσης ήταν μικτό και για το λόγο αυτό η ύπαρξη διαφορών ως προς την απόδοση υπολογίστηκε από το λόγο της απόδοσης των ποικιλιών προς αλληλεπίδραση (Mc Intosh 1983). Οι διαφορές όμως αυτές δεν ήταν σημαντικές (Πίν. III). Οι τέσσερις καλλιεργητικές περιόδους διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους διότι σε αυτές οφείλονταν το 64, 3% από τη συνολική διακύμανση που καταγράφηκε. Από την υπόλοιπη διακύμανση το 8,5% οφείλονταν στην αλληλεπίδραση ετών X ποικιλιών, και μόνο το 3,4% στις ποικιλίες (το υπόλοιπο 23,9 οφείλονταν στις επαναλήψεις /έτος και στο σφάλμα). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί στο μαλακό (Yan κ. ά. 2000) και στο σκληρό σιτάρι (Agorastos και Goulas 2005). Η

**Πίνακας I:** Κατανομή της βροχοπτώσης (mm) στο κεντρικό κτήμα του Ινστιτούτου Σιτηρών κατά τα έτη του πειραματισμού.

**Table I:** Rain distribution (mm) in the central farm of Cereal Institute during the years of experimentation.

| ΕΤΟΣ | ΜΗΝΑΣ |       |       |      |                   |       |       |      |       |      |       |       |
|------|-------|-------|-------|------|-------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|
|      | Ιαν.  | Φεβρ. | Μαρτ. | Απρ  | Μαι.              | Ιουν. | Ιουλ. | Αυγ. | Σεπτ. | Οκτ. | Νοε.  | Δεκ.  |
| 1995 | 46,0  | 11,0  | 27,0  | 3,5  | 40,0 <sup>a</sup> | 16,0  | 42,5  | 37,0 | 44,0  | 2,5  | 39,0  | 111,5 |
| 1996 | 67,5  | 72,0  | 40,5  | 32,0 | 33,0              | 30,0  | 3,5   | 7,5  | 96,5  | 33,0 | 33,0  | 69,5  |
| 1997 | 47,0  | 52,0  | 26,0  | 37,0 | 00,0              | 17,5  | 31    | 28,5 | 7,5   | 83   | 22    | 51,5  |
| 1998 | 46,0  | 56,0  | 09,0  | 05,0 | 105,0             | 00,0  | 28,5  | 3,5  | 28,5  | 22,5 | 162,5 | 16,5  |

<sup>a</sup> τα 36 mm μετά τις 20 Μαΐου.

επίδραση της ΑΓΠ ήταν σημαντική ( $p=0.01$ ) και στα δύο γνωρίσματα. Από τη φαινοτυπική διακύμανση που παρατηρήθηκε μεταξύ των ποικιλιών το 55% οφειλόνταν στην αλληλεπίδραση και μόνο το 17,2% στις ποικιλίες (το υπόλοιπο 27,8% οφειλόνταν στο σφάλμα, Πίν. III). Για τους λόγους αυτούς, και για να εκτιμηθεί η συμπεριφορά των σειρών της σιταρόβριζας έγινε ανάλυση της παραλλακτικότητας για

κάθε μια καλλιεργητική περίοδο χωριστά (Πίν. IV). Αντίθετα, οι διαφορές που καταγράφηκαν ως προς την προωμότητα των ποικιλιών ήταν σημαντικές (Πίν. III). Στην περίπτωση αυτή το 84,7% της φαινοτυπικής διακύμανσης οφειλόνταν στις ποικιλίες. Τέλος, βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των ετών και των ποικιλιών, τόσο στην απόδοση, όσο και την προωμότητα (Πίν. III).

**Πίνακας II:** Ημερομηνίες σποράς, μέσοι όροι απόδοσης και προωμότητας ανά καλλιεργητική περίοδο, των σειρών σιταρόβριζας και των μαρτύρων (στην παρένθεση).

**Table II:** sowing dates, mean yield, and days to heading per cropping season of the triticale lines and the wheat checks (in brackets) evaluated.

| Καλλιεργητική περίοδος | Ημερομηνία σποράς | Απόδοση σε ( $g \cdot m^{-2}$ ) | Προωμότητα (ημέρες) |
|------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1994-95                | 22-12-1994        | 262,3 (174,0)                   | 117,4 (122,5)       |
| 1995-96                | 18-12-1995        | 423,6 (453,5)                   | 134,4 (140,6)       |
| 1996-97                | 5-12-1996         | 197,3 (207,8)                   | 145,2 (149,4)       |
| 1997-98                | 28-11-1997        | 317,9 (253,2)                   | 139,1 (140,0)       |

**Πίνακας III:** Ανάλυση της παραλλακτικότητας και εκτίμηση της διακύμανσης ως προς την απόδοση και προωμότητα των σειρών σιταρόβριζας που αξιολογήθηκαν και των τριών μαρτύρων.

**Table III:** Variance effects and variance estimates from the analysis of variance for grain yield and earliness to heading of the triticale lines and the wheat checks.

| Πηγή              | B. E. | Μέσα Τετράγωνα                |                      |
|-------------------|-------|-------------------------------|----------------------|
|                   |       | Απόδοσης ( $g \cdot m^{-2}$ ) | Προωμότητας (ημέρες) |
| Περιβάλλοντα (Π)  | 3     | **                            | **                   |
| Γενότυποι (Γ)     | 13    | ΜΣ                            | **                   |
| Γ x Π             | 39    | **                            | **                   |
| Συντ. Παραλ-τητας | (CV)  | 14,53                         | 1,21                 |
| Περιβάλλον (Π)    |       |                               |                      |
| ΣΑΤ               |       | 64,3                          | 93,7                 |
| $\sigma_p^2$      |       | -                             | -                    |
| Γενότυποι (Γ)     |       |                               |                      |
| ΣΑΤ               |       | 3,4                           | 3,1                  |
| $\sigma_p^2$      |       | 17,2                          | 84,7                 |
| Γ X Π             |       |                               |                      |
| ΣΑΤ               |       | 8,5                           | 1,4                  |
| $\sigma_p^2$      |       | 55,0                          | 11,7                 |

Σημείωση: Σχετική (%) συνεισφορά των συστατικών της παραλλακτικότητας στο συνολικό άθροισμα τετραγώνων (ΣΑΤ) και στη φαινοτυπική παραλλακτικότητα των γενοτύπων. ΜΣ διαφορές μη σημαντικές, \*\* διαφορές σημαντικές στο  $p=0.01$ .

**Πίνακας IV:** Ανάλυση της παραλλακτικότητας και κατάταξη των σειρών ως προς την απόδοση για κάθε περιβάλλον και συνεισφορά κάθε γενεοτύπου στο συνολικό άθροισμα τετραγώνων της ΔΓΠ (Π x ΓΑΤ) στη συνδυασμένη ανάλυση ως προς την απόδοση.

**Table IV:** Variance effects from each environment analysis and contribution of each genotype to genotype-environment interaction total sum of squares (GEISS) of the combined analysis for grain yield along with their ranked yield performance in each cropping season

| ΒΕ                   | Μέσα Τετράγωνα Απόδοσης |                |                     |                   | Σειρά    | Π x Γ <sub>AT</sub> |
|----------------------|-------------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------|---------------------|
|                      | 1994-95                 | 1995-96        | 1996-97             | 1997-98           |          |                     |
| I3                   | **                      | ΜΣ             | **                  | **                |          |                     |
| CV                   | 18,8                    | 12,5           | 15,9                | 12,1              |          |                     |
| h <sup>2</sup>       | 0,74                    | 0,05           | 0,80                | 0,85              |          |                     |
| 1                    | Δάδα 311,7 α            | Βεργίνα 487,5  | Δάδα 285,3 α        | Κυβέλη 377,4 α    | Νιόβη    | 10,2                |
| 2                    | Εξαπό 306,1 αβ          | Δάδα 465,6     | Βεργίνα 268,4 αβ    | Νιόβη 369,4 αβ    | Βρονη    | 4,1                 |
| 3                    | Εξάτη 289,3 αβγ         | Βουτώ 450,5    | Εξάτη 251,6 αβγ     | Λητώ 362,2 αβγ    | Δάδα     | 3,6                 |
| 4                    | Κυβέλη 282,9 αβγδ       | Εξαπό 437,9    | Βουτώ 243,6 αβγ     | Φαίδρα 329,3 αβγδ | Βουτώ    | 5,2                 |
| 5                    | Λητώ 262,9 αβγδε        | Διόνη 437,9    | Νιόβη 235,6 βγδ     | Βρονη 320,5 βγδ   | Θιόβη    | 0,4                 |
| 6                    | Βρονη 259,6 αβγδε       | Δίο 437,6      | Φαίδρα 218,8 γδε    | Εξάτη 319,7 βγδ   | Λητώ     | 10,7                |
| 7                    | Διόνη 251,6 αβγδε       | Φαίδρα 435,9   | Μεξικάλυ 211,6 γδεζ | Δάδα 313,3 γδ     | Φαίδρα   | 1,4                 |
| 8                    | Νιόβη 242,8 βγδε        | Μεξικάλυ 435,4 | Διόνη 206,3 γδεζ    | Εξαπό 308,5 δε    | Εξαπό    | 6,2                 |
| 9                    | Φαίδρα 230,0 γδεζ       | Θιόβη 420,0    | Βρονη 194,3 δεζη    | Βεργίνα 294,0 δε  | Κυβέλη   | 10,6                |
| 10                   | Βουτώ 225,2 γδεζ        | Εξάτη 418,9    | Δίο 192,7 εζη       | Θιόβη 281,3 δεζ   | Εξάτη    | 3,0                 |
| 11                   | Θιόβη 223,6 δεζ         | Λητώ 413,0     | Κυβέλη 186,7 εζη    | Διόνη 258,0 εζ    | Διόνη    | 3,6                 |
| 12                   | Μεξικάλυ 200,3 δεζη     | Κυβέλη 400,8   | Εξαπό 183,9 εζη     | Βουτώ 257,2 εζ    | Βεργίνα  | 24,0                |
| 13                   | Δίο 173,1 δεζη          | Νιόβη 391,4    | Θιόβη 167,4 ζη      | Μεξικάλυ 234,8 ζ  | Δίο      | 8,3                 |
| 14                   | Βεργίνα 152,3 ζη        | Βρονη 388,1    | Λητώ 155,9 η        | Δίο 230,8 ζ       | Μεξικάλυ | 8,4                 |
| Ε. Σ.Δ.              | 65,52                   | 76,94          | 48,81               | 52,55             |          |                     |
| Μέσος όρος μαρτίριου | 175,2                   | 453,5          | 224,2               | 253,2             |          |                     |

Σειρές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στο  $p=0,05$

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας για κάθε μια καλλιεργητική περίοδο χωριστά, αποκάλυψε διαφορές μεταξύ των σειρών της σιταρόβριζας και των ποικιλιών σιταριού σε τρεις από τις τέσσερις περιόδους (Πίν. IV). Η επαναληψιμότητα είχε επίσης τις υψηλότερες τιμές κατά τη διάρκεια των περιόδων αυτών. Αυτό ίσως να αποτελεί ένδειξη ότι οι συνθήκες καταπόνησης είναι οι πλέον κατάλληλες για την αξιολόγηση των σειρών σιταρόβριζας που άλλωστε προορίζονται να καλλιεργηθούν κάτω από τις συνθήκες αυτές (Allen κ. ά. 1978). Η κατάταξη των ποικιλιών, σύμφωνα με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, έδειξε ότι οι σειρές και οι μάρτυρες συμπεριφέρθηκαν διαφορετικά κατά τη διάρκεια των ετών του πειραματισμού (Πίν. IV). Η έλλειψη διαφοροποίησης μεταξύ των γενοτύπων, κατά την καλλιεργητική περίοδο 1995-1996 που ήταν η πλέον ευνοϊκή, επιβεβαιώνει προηγούμενη αναφορά ότι σε παρόμοιες συνθήκες οι σειρές υποκατάστασης αποδίδουν εξ' ίσου ικανοποιητικά με το σιτάρι (Rojo κ. α. 1993).

Η διαφορετική αυτή κατάταξη των γενοτύπων σε κάθε μια περίοδο, αποκάλυψε την ύπαρξη αλληλεπίδρασης ανταλλαγής (crossover interaction, Crossa 1990, αναφορά από Guillen-Portal κ. ά. 2004). Πιο συγκεκριμένα στις ποικιλίες σιταριού οφείλονταν το 40,7% της παραλλακτικότητας της αλληλεπίδρασης και το υπόλοιπο 59,3% στις 11 σειρές σιταρόβριζας (Πίν. IV, τελευταία στήλη). Από τις τελευταίες, οι σειρές Νιόβη, Λητώ και Κυβέλη ήταν οι πλέον ασταθείς, συμμετέχοντας σε

ποσοστό μεγαλύτερο του 50% στην παραλλακτικότητας της αλληλεπίδρασης. Η ποικιλία Δάδα, κατά τις καλλιεργητικές περιόδους 1994-95 και 1996-97, που ήταν οι πιο ξηρικές, υπερέιχε σημαντικά από τις καλλιεργούμενες σειρές σιταρόβριζας αλλά και από τους μάρτυρες (με εξαίρεση την ποικιλία Βεργίνα κατά την περίοδο 1996-1997, Πίν. IV). Η ποικιλία αυτή μπορεί να θεωρηθεί αρκετά σταθερή, διότι βρέθηκε να συμμετέχει μόνο κατά 3,6% στην αλληλεπίδραση ανταλλαγής (Πίν. IV, τελευταία στήλη). Αυτό φάνηκε να επιβεβαιώνεται και από τις ορθογώνιες συγκρίσεις που έδειξαν την υπεροχή της ποικιλίας Δάδα (Πίν. V).

Από τις ορθογώνιες συγκρίσεις βρέθηκε ότι τόσο οι καλλιεργούμενες ποικιλίες σιταρόβριζας όσο και οι σιταρόβριζες στο σύνολό τους, υπερέιχαν των ποικιλιών σιταριού που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες σε δυο από τις τέσσερις καλλιεργητικές περιόδους (Πίν. V). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και από τους Varughese κ. ά. 1987, το CIMMYT (1990), τους Xynias κ. ά. 1998 και τους Milovanovic και Pericic (2002). Όσον αφορά την προωμότητα οι τιμές κυμάνθηκαν από 133,1 ημέρες για την πιο πρώιμη ποικιλία (Διώνη) έως 140 ημέρες για την πιο όψιμη (ποικιλία- μάρτυρας Δίο) (Πίν. VI). Οι τρεις ποικιλίες σιταριού που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες ήταν οι περισσότερο όψιμες, διαφέροντας σημαντικά από όλες τις σειρές της σιταρόβριζας. Η τιμή όμως του συντελεστή προσδιορισμού (0,2503) μεταξύ απόδοσης και προωμότητας δείχνει ότι μόνο το 25% της υπεροχής που φάνηκε

**Πίνακας V:** Ορθογώνιες συγκρίσεις μεταξύ των σειρών της σιταρόβριζας και των τριών ποικιλιών σιταριού.  
**Table V:** Orthogonal comparison between the examined triticale lines and the wheat checks.

|  | Ορθογώνιες συγκρίσεις |         |         |         |
|--|-----------------------|---------|---------|---------|
|  | 1994-95               | 1995-96 | 1996-97 | 1997-98 |
| Δάδα vs ποικιλίες μάρτυρες                                 | **                    | -       | ΜΣ      | **      |
| Δάδα vs. καλλιεργούμενες σειρές σιταρόβριζας               | **                    | -       | *       | ΜΣ      |
| καλλιεργούμενες σειρές σιταρόβριζας vs. ποικιλίες μάρτυρες | **                    | -       | ΜΣ      | **      |
| Σειρές σιταρόβριζας vs. σιτάρι                             | **                    | -       | ΜΣ      | **      |

ΜΣ μη σημαντικές διαφορές, \* σημαντικές διαφορές στο  $p=0.05$ , \*\* σημαντικές διαφορές στο  $p=0.01$ .

από τις ορθογώνιες συγκρίσεις μπορεί να οφείλεται στην προωμότητα των σειρών σιταρόβριζας. Το μεγαλύτερο μέρος της υπεροχής αυτής θα πρέπει να οφείλεται σε άλλα αίτια, όπως για παράδειγμα στο εκτεταμένο ριζικό της σύστημα (Jessop 1996), στο κηρώδες επίχρισμα που καλύπτει τα φύλλα και τα στελέχη της σιταρόβριζας ή τέλος, στο υψηλότερο δυναμικό απόδοσης που πιθανά να έχουν οι σειρές αυτές (Nachit και Quasson 1988). Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται και από το γεγονός ότι οι τέσσερις περισσότερες παραγωγικές ποικιλίες σιταρόβριζας (Δάδα, Εκάτη, Κυβέλη και Ερατώ) βρέθηκαν να είναι πιο όψιμες από τις υπόλοιπες (αν και οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές), ενώ οι πιο πρώιμες ποικιλίες σιταρόβριζας (Θίσβη, Βρυτώ, Διώνη) ήταν οι λιγότερο παραγωγικές. Έτσι, έως εντός κάποιου ορίου, η προωμότητα των σειρών σιταρόβριζας παίζει κάποιο ρόλο στην υπεροχή

τους έναντι του σιταριού. Από εκεί και πέρα είναι πιθανό ότι το υψηλότερο δυναμικό απόδοσης των σειρών αυτών, μπορεί να συμβάλλει επίσης καθοριστικά στην υπεροχή τους (Nachit και Quasson 1988). Από τις ποικίλες σιταρόβριζας, μόνο η Νιόβη έδειξε να οφείλει σε μεγάλο ποσοστό την παραγωγική της συμπεριφορά στην προωμότητά της (αρκετά υψηλή τιμή απόδοσης, ενώ ταυτόχρονα ήταν από τις πιο πρώιμες σειρές).

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όσα αναφέρθηκαν έως τώρα φαίνεται ότι, κάτω από συνθήκες χαμηλών εισροών, οι σειρές σιταρόβριζας, τύπου υποκατάστασης, μπορούν να ανταγωνισθούν με αρκετή επιτυχία το σιτάρι. Οι σειρές αυτές βρέθηκαν να είναι πιο πρώιμες από το σιτάρι, χωρίς όμως να είναι δυνατό να αποδοθεί στην προωμότητά η συμπεριφορά τους. Επίσης κάποιες

**Πίνακας VI:** Διαχρονική κατάταξη της προωμότητας (ημέρες μεταξύ ημερομηνίας σποράς και ημερομηνίας ξεσταχυάσματος) των ένδεκα σειρών σιταρόβριζας και τριών μαρτύρων.

**Table VI:** Over years ranking of earliness (number of days between seeding date and date of heading), of the eleven triticale lines and the wheat checks.

| Ποικιλία                 | Πρωιμότητα |    |
|--------------------------|------------|----|
| Δίο <sup>α</sup>         | 140,0      | α  |
| Βεργίνα <sup>α</sup>     | 137,3      | β  |
| Μεξικάλι 81 <sup>β</sup> | 137,1      | β  |
| Λητώ                     | 135,1      | γ  |
| Δάδα                     | 134,7      | γδ |
| Ερατώ                    | 134,4      | γδ |
| Κυβέλη                   | 134,3      | γδ |
| Εκάτη                    | 134,1      | γδ |
| Φαίδρα                   | 133,9      | γδ |
| Βροντή                   | 133,9      | γδ |
| Θίσβη                    | 133,9      | γδ |
| Νιόβη                    | 133,8      | γδ |
| Βρυτώ                    | 133,4      | γδ |
| Διώνη                    | 133,1      | δ  |
| ΕΣΔ                      | 1,97       |    |

α μαλακό σιτάρι

β σκληρό σιτάρι

από τις σειρές αυτές έδειξαν σταθερότητα και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε βελτιωτικά προγράμματα. Απαιτείται όμως περαιτέρω διερεύνηση για να διευκρινισθούν περισσότερο τα αίτια της συμπεριφοράς των Ελληνικών σειρών σιταρόβριζας, τόσο σε τοπικό, όσο και σε διατοπικό επίπεδο.

#### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς αισθάνονται την υποχρέωση να ευχαριστήσουν το γεωργοτεχνικό προσωπικό του Τμήματος μαλακού σιταριού του Ινστιτούτου Σιτηρών για τη συμβολή του στη διεξαγωγή των πειραμάτων.

## Over years performance of eleven greek hexaploid triticale lines (X Triticosecale Wittmack) under low input conditions compared to wheat cultivars

Ioannis N. Xynias\*, Kallirroe Hatzilabrou and Stylianos Stratilakis  
NAGREF-Cereal Institute, P. O. Box 411, 57 001 Thermi, Thessaloniki, Greece

### Summary

Eleven spring, substituted hexaploid triticale lines developed in the Cereal Institute of Thessaloniki in the 70's from segregating material originating from CIMMYT, were evaluated for four years (1994-1995 to 1997-1998) to study the effect of cropping season on yield performance. Seeds from the above mentioned lines were sown in a randomized complete block design with four replications. The experiments were established in the main farm of Cereal Institute. Two broadly grown bread wheat (cv. Vergina and cv. Deo) cultivars and one durum wheat (cv. Mexicalli 81) were used as checks. Cultivar Vergina was included because it is the most adapted wheat variety in Greece. The lines were evaluated for yield and earliness to heading. Earliness to heading was recorded as the number of days intervened between seeding date and date in which 50% of the plant spikes headed. Yield performance was correlated to earliness in order to see whether the first trait is influenced by the second and at what degree. The results indicated that some of the triticale lines outyielded the wheat checks. Triticale lines were also significantly earlier to heading than the wheat checks. However, the analysis of variance to its constituents revealed that only 3.4% of the recorded variability was due to the varieties tested. The major part of the recorded variance was due to the great variability, existing between the years of experimentation. Thus, the effect of the cropping season according to the results of the present study appears as a very important reason rendering differentiation of the genotypes difficult. A negative but not significant correlation was observed between yield and earliness to heading. This might indicate that triticale lines have other mechanisms to overcome drought conditions beyond earliness (i. g. waxness, higher yielding potential).

**Key words:** yield potential, earliness, resistance, drought.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ACEVEDO, E. and FERERES, E., 1994. Resistance to abiotic stresses. pp. 406-421. In M. D. Hayward, N. O. Bosemark and I. Romagosa (Eds.) *Plant Breeding, Principles and Prospects*. Chapman and Hall, London.
- AGORASTOS, A. G., and GOULAS, C. K., 2005. Line selection for exploiting durum wheat (*T. turgidum* L. var. durum) local landraces in modern variety development program. *Euphytica*, 146, 117-124.
- ALLEN, F. L., COMSTOCK, R. E., and RASMUSSEN, D. C., 1978. Optimal Environments for Yield Testing. *Crop Sci.*, 18: 747-751.
- ΑΝΩΝΥΜΟΣ, 1991. Οι Ελληνικές ποικιλίες σιτηρών και η καλλιέργειά τους. Εκδ. Υπουργείο Γεωργίας και ΕΘΙ-ΑΓΕ-Ινστιτούτο Σιτηρών. 161 σελ.

\* Present address: School of Plant Production  
Technological and Educational Foundation of Kalamata  
Antikalamos, 24100 Kalamata, Greece  
Email: xynias@teikal.gr

- CIMMYT, 1990. Results of the 1987-1988 triticale nurseries. Mexico, D. F.
- COOPER, K., 1996. The verdict on triticale-the case for. pp. 45-47. In H. Guedes- Pinto, N. Darvey and V. P. Carnide (eds) *Triticale: today and tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, London.
- FEHR, W. R., 1987. Principles of cultivar development. Vol. I. Theory and Techniques. Macmillan Publishing Company N York, 536p.
- FORD, M. A., AUSTIN, R. B., GREGORY R. S. and MORGAN C. L., 1984. A comparison of the grain and biomass yields of winter wheat, rye and triticale. *J. Agr. Sci.*, 103:395-403.
- GIUNTA, F., MOTZO, R. and DEIIDA, M., 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Res.*, 33:399-409.
- GUILLEN-PORTAL, F. R., RUSSELL, W. K., ESKRIDGE, K. M., BALTENSBERGER, D. A., NELSON, L. A., D'CROZ-MASON, N. E., AND JOHNSON, B. E., 2004. Selection environments for maize in the U. S. western high plains. *Crop Sci.* 44: 1519-1526
- JESSOP, R. S., 1996. Stress tolerance in newer triticales compared to other cereals, pp. 419-427. In H. Guedes-Pinto, N. Darvey and V. P. Cardine (eds) *Triticale: today and tomorrow*, Kluwer Academic Publishers, London.
- Mc INTOSH, M. S., 1983. Analysis of combined experiments. *Crop Sci.* 75: 153-155.
- MILOVANOVIC, S. M. and PERICIC, D. V. 2002. Results and future breeding prospects for winter triticale breeding in Yugoslavia. pp. 229-236. In Proceedings of the 5th International triticale symposium. Vol. I. Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzikow, Poland, June 30- July 5, 2002.
- NACHIT, M., and QUASSON, M. A., 1988. Association of yield potential, drought tolerance and stability of yield in *Triticum turgidum* var. *durum*, pp. 867-870. In T. E. Miller and R. M. D. Koebner (eds), *Proc. 7th Inter. Wheat Genet. Sympos.*, Cambridge, U. K. 13-19 July 1985.
- PFEIFFER, W. H., 1993. Triticale improvement strategies at CIMMYT: exploiting adaptive patterns and end-use orientation. *Triticale topics*, 11:18-27.
- ROMAGOSA, I and FOX, P. N., 1994. Genotype x environment interaction and adaptation. In M. D. Hayward, N. O. Bosemark and I. Romagosa (Eds.) *Plant Breeding, Principles and Prospects*. Chapman and Hall. London.
- ROYO, C., RODRIGUEZ, A. and ROMAGOSA, I., 1993. Differential adaptation of complete and substituted triticale. *Plant Breeding*, 111:113-119.
- STEEL, R. G. and TORRIE, J. H., 1960. Principles and procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc., 481p.
- VARGAS, M., CROSSA, J., VAN EEUWIJK, F., RAMIREZ, M. E. and SAYRE, K., 1999. Using partial least squares regression, factorial regression, and AMMI models for interpreting genotype X environment interaction. *Crop Sci.*, 39: 955-967
- VARUGHESE, G., BARKER, T. and SAARI, E., 1987. Triticale. CIMMYT, Mexico D. F., 32p.
- WRICKE, G., 1962. Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 47: 92-96
- ΞΥΝΙΑΣ, I. N., 1994. Παραγωγή, κατ'εξοικονομική κατάταξη και ονοματολογία της σιταρόβριζας. Βελτιωτικά 11-12:8-10.
- XYNIAS, I. N., ROUPAKIAS, D. G., HATZILABROU, K. TH. and STRATILAKIS, S. N., 1998. Yield potential of substituted triticale (*X Triticosecale Wittmack*) under various environmental conditions in Greece, pp. 271-273. In S. Stamenkovic (ed.), *Proceedings of 2nd Balkan Symposium on field crops*. Novisad, Yugoslavia, 16-20 June 1998.
- ΞΥΝΙΑΣ, I. N., ΧΑΤΖΗΛΑΜΠΡΟΥ, Κ. Θ., και ΣΤΡΑΤΗΛΑΚΗΣ, Σ. Ν., 2000. Ανθεκτικότητα στην ξηρασία ένδεκα εξαπλοειδών σειρών σιταρόβριζας (*X Triticosecale Wittmack*). *Αγροτική Έρευνα* 23: 51-56.
- YAN, W., HUNT, L. A., SHENG, Q., and SZLAVNICS, Z., 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.*, 40: 597-605.
- YAN, W., and HUNT, L. A., 2001. Interpretation of genotype X environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Sci.* 41: 19-25.
- YAU, S. K. and SAXENA, M. C., 1997. Drought as a global concern in plant protection. pp. 15-22. In S. Jexic and S. Pekic (eds) *Drought and Plant Protection*, Belgrade, Yugoslavia.

## Η συμπεριφορά των ελληνικών αγροτικών επιχειρήσεων απέναντι στη χρήση των logistics – Προβλήματα - προοπτικές

Γ. Τσεκουρόπουλος<sup>1</sup>, Ειρ. Τζιμήτρα-Καλογιάννη<sup>1</sup>, Β. Μάνος<sup>1</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις σύγχρονες κοινωνίες τα logistics θεωρούνται ένας από τους κυριότερους παράγοντες σωστής οργάνωσης και λειτουργίας των αγροτικών επιχειρήσεων. Κατά κύριο λόγο η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από τους κρίκους της προμήθειας αγαθών, της αποθήκευσης, της παραγωγής ή μεταποίησης, της μεταφοράς και της τελικής διάθεσης στον καταναλωτή. Τα logistics σε συνδυασμό με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και εφαρμογών του διαδικτύου αποτελούν πρωταρχικό παράγοντα επιτυχίας των επιχειρηματικών μονάδων στον τομέα της γεωργίας. Έννοιες όπως ηλεκτρονική ροή πληροφοριών, εταιρίες 3<sup>rd</sup> party logistics, σχέση προμηθευτή-πελάτη στο κύκλωμα των logistics έρχονται να ολοκληρώσουν τη διαδικασία αριστοποίησης και μεγιστοποίησης των logistics σε μια εποχή, όπου ο χρόνος και η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο.

**Λέξεις κλειδιά:** Logistics, εφοδιαστική αλυσίδα, ηλεκτρονική ροή πληροφοριών, 3<sup>rd</sup> party logistics, διαδίκτυο, ποιότητα, επιχειρηματικές μονάδες.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### Η σημασία των logistics στην ελληνική γεωργία

Τα νέα δεδομένα που εμφανίζονται σήμερα, κάνουν επιτακτική την ανάγκη χρησιμοποίησης εξελιγμένων συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας από τις ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις. Είναι πλέον αποδεκτό ότι η χρήση των logistics βελτιώνει τη δομή και τη λειτουργία των επιχειρήσεων (Benisch et al, 2005). Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι τώρα όλο και περισσότερες γεωργικές επιχειρήσεις κάνουν εκτεταμένη πλέον χρήση του διαδικτύου, χρησιμοποιούν ηλεκτρονικές διαδικασίες διαχείρισης των πληροφοριών τους και κατά κύριο λόγο ασχολούνται με τον κύριο τομέα δραστηριοποίησής τους, αναθέτοντας τις δευτερεύουσες δραστηριότητες σε τρίτους φορείς ( Plant Management, 2000).

Στα πλαίσια λοιπόν της κανονικής και προς όλες τις κατευθύνσεις ροής των ηλεκτρονικών πληροφοριών, αρκετές αγροτικές επιχειρηματικές μονάδες έχουν ως στόχο να εντάξουν στο πρόγραμμα της διοίκησής τους εξελιγμένες διαδικασίες logistics που τους επιτρέπουν να κερδίζουν σε χρόνο, κόστος, αλλά και το βασικότερο να δημιουργούν τις καλύτερες προϋποθέσεις εξυπηρέτησης των πελατών τους.

#### Προβλήματα – Οφέλη από την εφαρμογή των logistics στον αγροτικό τομέα.

Ένα από τα πρώτα προβλήματα των αγροτικών μονάδων που οδηγούν κατά κύριο λόγο στην έλλειψη εξελιγμένων διαδικασιών εφοδιαστικής αλυσίδας, επικεντρώνεται στην απουσία χρήσης σωστής επικοινωνίας και πληροφόρησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται ελλιπής έλεγχος σε κάθε φάση της παραγωγικής διαδικασίας με συνέπεια την προβληματική ανάπτυξη του προϊόντος. Επίσης η έλλειψη προγραμματισμένης διαχείρισης του κυκλώματος των logistics οδηγεί τις περισσότερες φορές σε μη αναμενόμενη χρονικά, παραγωγή, μεταφορά, αποθήκευση και διανομή του παραγόμενου προϊόντος. Επιπρόσθετα η προβληματική εξυπηρέτηση των πελατών από τις επιχειρήσεις και η έλλειψη αξιολογής και προκαθορισμένης συνεργασίας των εμπλεκόμενων φορέων στη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι και αυτά στοιχεία εξίσου σημαντικά, τα οποία δημιουργούν δυσάρεστες συνέπειες για τις αγροτικές επιχειρήσεις. Αυτές οι συνέπειες συντελούν στην απουσία αξιοπιστίας στη σχέση προμηθευτή – πελάτη που είναι βασική και η οποία συναντάται σε κάθε συναλλαγή, σε κάθε φά-

<sup>1</sup> Τομέας Αγροτικής Οικονομίας, Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



ση εμπλοκής ενός φορέα (κρίκου) του κύκλωματος των logistics με τον προηγούμενό του.

Όλα αυτά τα προβλήματα, σε συνδυασμό με την απουσία εφαρμογής ηλεκτρονικής μορφής υπηρεσιών και πληροφοριών συντελούν στη δημιουργία προβλημάτων και κατ' επέκταση στην υστέρηση του αγροτικού τομέα έναντι των υπολοίπων. Βέβαια το γεγονός αυτό θα πρέπει να εξετασθεί σε συνδυασμό και με την απουσία εξειδικευμένων στελεχών από τις ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις. Σίγουρα όμως η χρησιμοποίηση τέτοιων στελεχών δεν είναι και η πιο καθοριστική.

Από την άλλη μεριά τα οφέλη από τη χρήση διαδικασιών logistics από τις αγροτικές επιχειρήσεις είναι ακριβώς η άλλη θεώρηση της σύγχρονης παραγωγικής διαδικασίας. Αυτή οδηγεί σε κανονική ροή πληροφοριών μέσα από χρήσεις ειδικευμένων λογισμικών και διαδικτύου, σωστή χρονικά μεταφορά, αποθήκευση και διανομή του παραγόμενου προϊόντος και το βασικότερο σε μείωση του κόστους

παραγωγής των αγροτικών προϊόντων (Γαλανάκης, 2004). Αυτή η μείωση οφείλεται, όχι σε συμπίεση των κερδών ή σε περικοπές από τις αγροτικές επιχειρήσεις αλλά, όπως προαναφέρθηκε στην εφαρμογή σύγχρονων διαδικασιών logistics, δηλαδή σωστή διαχείρισης πληροφοριών και προκαθορισμένη χρονικά παραγωγή, μεταφορά, αποθήκευση, διανομή καθώς και συνεργασία με όλους τους εμπλεκόμενους στο κύκλωμα φορείς. Τέλος, η όλη επιτυχία έρχεται να επισφραγιστεί με την αρμονική συνύπαρξη της σχέσης προμηθευτή – πελάτη που οδηγεί στη δημιουργία κλίματος αξιοπιστίας και φερεγγυότητας (Βλαχοπούλου κ.α., 2001).

Στον πίνακα I που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά από τη μια πλευρά οι επικρατούσες διαδικασίες των logistics και από την άλλη τα οφέλη από τις εξελιγμένες υπηρεσίες των logistics για μια αγροτική επιχείρηση, όπως η χρήση διαδικτύου, η ηλεκτρονική διαχείριση πληροφοριών, η σωστή επικοινωνία, κλπ. (Tan et al, 2000).

**Πίνακας I:** Επικρατούσες - Εξελιγμένες υπηρεσίες στη διαδικασία των logistics

**Table I:** Current – Improved services in procedure of logistics

| Επικρατούσα διαδικασία logistics :<br>Logistics current procedure :   | Οφέλη από τις εξελιγμένες υπηρεσίες στη διαδικασία των logistics :<br>Benefits of the improved services :                           |
|---|---|
| 1) Ανάπτυξη προϊόντος<br>1) Product development   | α) Μείωση του χρόνου παραγωγής και ανάπτυξης του προϊόντος<br>α) Reducing of the production time and development of the product     |
| 2) Διαδικασία παραγωγής<br>2) Procedure of production   | β) Ακριβείς προβλέψεις<br>b) Accurate predictions   |
| 3) Μεταφορά<br>3) Transportation  | γ) Μείωση κόστους (αποθήκευσης, μεταφοράς κ.λ.π.)<br>c) Reduction of cost (storage, transportation, etc.)                           |
| 4) Διανομή<br>4) Distribution   | δ) Καλύτερος συντονισμός για τη βελτίωση της εξυπηρέτησης πελατών<br>d) Better coordination for the improvement of customer service |
| 5) Παράδοση<br>5) Delivery  | ε) Αποτελεσματικός συντονισμός σε όλα τα επίπεδα<br>e) All the fields involved are highly coordinated                               |
| 6) Εξυπηρέτηση πελατών<br>6) Customer service   | ζ) Φερεγγυότητα στη σχέση προμηθευτή – πελάτη<br>f) Credibility in the supplier – Customer relationship.                            |
| 7) Έλλειψη αξιοπιστίας στη σχέση προμηθευτή - πελάτη<br>7) Lack of credibility in the supplier – customer relationship. | η) Ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών<br>g) Quality of products and services  |

Πηγή : Tan et al, 2000

### **Μοντέλο logistics για τη διαχείριση των αγροτικών επιχειρήσεων**

Στον αγροτικό τομέα τα logistics εμφανίζονται περισσότερο στις μεγαλύτερες επιχειρήσεις του κλάδου, καθώς και σε ορισμένους συνεταιρισμούς. Στο παρακάτω μοντέλο παρουσιάζονται οι περισσότεροι πιθανοί φορείς (κρίκοι) που είναι δυνατό να συμμετέχουν στη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας στον τομέα της γεωργίας. Στην πρώτη θέση εμφανίζονται οι απευθείας εμπλεκόμενοι φορείς του κυκλώματος. Αυτοί είναι οι προμηθευτές πρώτων υλών και βρίσκονται στην αρχή της αλυσίδας. Κατόπιν εμφανίζονται οι γεωργοί, ύστερα οι βιομηχανίες – βιοτεχνίες, οι αποθήκες προμηθευτών, οι αποθήκες – διανομείς, τα καταστήματα λιανικής πώλησης και τελευταία οι καταναλωτές.

Στο συγκεκριμένο κύκλωμα, η ηλεκτρονική ροή πληροφοριών είναι απαραίτητη σε κάθε φάση συνεργασίας και για κάθε εμφανιζόμενο κρίκο. Επίσης σημαντικό ρόλο, για την αρμονική λειτουργία των κύριων φορέων των logistics, διαδραματίζουν οι συμπληρωματικές – βοηθητικές υπηρεσίες όπως τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρείες και μεσίτες, καθώς και οι 3<sup>rd</sup> party εταιρείες logistics. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι εκείνο που διέπει κάθε σχέση ενός κρίκου με τον επόμενο είναι η σχέση προμηθευτή – πελάτη η οποία και συναντάται σε κάθε στάδιο. Αναλυτικότερα, το κάθε μέλος του κυκλώματος των logistics στην ελληνική γεωργία αποτελείται από τους κάτωθι φορείς (Βλαχοπούλου και Μάνθου, 2001):

#### **Προμηθευτές**

Στον πρώτο κρίκο της εφοδιαστικής αλυσίδας, βρίσκονται οι προμηθευτές των πρώτων υλών για τους γεωργούς. Δηλαδή σ' αυτό το σημείο υπάρχουν όλοι όσοι προμηθεύουν τους παραγωγούς με λιπάσματα, σπόρους, φάρμακα, κ.λπ. Επίσης είναι και εκείνοι που παρέχουν συμβουλευτικές υπηρεσίες καλλιέργειας και φροντίδας στους γεωργούς όπως: γεωπόνοι, κτηνίατροι, γεωλόγοι και δασολόγοι. Όλοι αυτοί θεωρούνται σημαντικοί και απαραίτητοι προκειμένου ο κάθε γεωργός να παράγει τα προϊόντα του με τις πιο κατάλληλες και σωστές προϋποθέσεις.

#### **Γεωργοί**

Προχωρώντας ένα βήμα πιο πέρα βρίσκεται ο σημαντικότερος και ουσιαστικότερος κρίκος στην εφοδιαστική αλυσίδα. Αυτός αποτελείται από τους γεωργούς. Είναι εκείνοι που καλλιεργούν, παρά-

γουν και πολλές φορές κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις, ανάλογα με το είδος και την περίπτωση για την οποία παράγεται και συσκευάζουν το παραγόμενο προϊόν. Η παραχθείσα ποσότητα, ανάλογα για το σκοπό για τον οποίο προορίζεται, είτε θα μεταφερθεί στις βιομηχανίες και βιοτεχνίες για επεξεργασία ή μεταποίηση, είτε κατευθείαν για κατανάλωση αφού βέβαια περάσει από τα ενδιάμεσα στάδια (αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω) στη διαδικασία των logistics. Η συνεργασία βέβαια των παραγωγών με τον πρώτο κρίκο των logistics θεωρείται δεδομένη και άμεσα συνδεδεμένη. Δεν είναι δυνατόν ποτέ οι γεωργοί να παράγουν ορθολογιστικά, αν δεν έχουν πρώτη ύλη (σπόρους, φυτά για καλλιέργεια κλπ.) να καλλιεργήσουν, αν δεν έχουν τα απαραίτητα φάρμακα και λιπάσματα που θα υποστηρίξουν τις καλλιέργειές τους και πάνω από όλα αν δεν έχουν τις συμβουλευτικές υπηρεσίες και φροντίδες των αρμόδιων γεωπόνων.

#### **Βιομηχανίες-Βιοτεχνίες**

Σε ένα επόμενο στάδιο βρίσκονται οι γεωργικές βιομηχανίες και βιοτεχνίες και κάτω από προϋποθέσεις η συσκευασία των επεξεργασμένων και μεταποιημένων προϊόντων. Οι βιομηχανίες και βιοτεχνίες έχουν προμηθευτές τους γεωργούς από τους οποίους παίρνουν την πρώτη ύλη την οποία είτε θα την επεξεργαστούν περαιτέρω, είτε θα τη μεταποιήσουν εξ'ολοκλήρου δίνοντας στο προϊόν μια εντελώς διαφορετική μορφή από την αρχική του, η οποία βέβαια μπορεί πλέον να καταναλωθεί (π.χ. ζαχαρότευτλα-ζάχαρη). Εδώ βέβαια θα πρέπει να αναφερθεί ότι είναι δυνατόν, το επεξεργασμένο ή μεταποιημένο προϊόν να οδηγηθεί και πάλι στους γεωργούς σαν πρώτη ή βοηθητική ύλη γι' αυτούς, οπότε από προμηθευτές οι γεωργοί γίνονται πελάτες. Σ' αυτό το στάδιο, η συσκευασία, γίνεται από τις συγκεκριμένες επιχειρήσεις προκειμένου το προϊόν να διατηρηθεί, να μεταφερθεί εύκολα, και τέλος με την ελκυστική συσκευασία του να πείσει τους καταναλωτές να το αγοράσουν.

#### **Αποθήκες Προμηθευτών**

Τελειώνοντας τη διαδικασία της επεξεργασίας ή μεταποίησης το προϊόν δεν είναι δυνατόν να φθάσει κατευθείαν στον τελικό αγοραστή. Εδώ μεσολαβούν μια σειρά από υπηρεσίες οι οποίες συμβάλλουν στη σωστότερη, χωρίς ενδεχόμενες αλλοιώσεις, και στην καταλληλότερη χρονικά δι-

ανομή του προϊόντος (Πατσιλινάκος, 2001). Το αμέσως επόμενο στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελείται από τις κεντρικές αποθήκες των προμηθευτών, που σε πολλές περιπτώσεις είναι συγχρόνως και ψυγεία συντήρησης προϊόντων. Οι υπηρεσίες που οι συγκεκριμένες επιχειρήσεις παρέχουν, είναι εκείνες της φύλαξης του προϊόντος, της διατήρησης αυτού σε φυσιολογικές συνθήκες και τέλος κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις πάλι η συσκευασία.

### **Αποθήκες Διανομής**

Προχωρώντας παρακάτω οι αποθήκες διανομής διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο όλο κύκλωμα, αφού είναι υπεύθυνες για τα κανάλια σωστής διοχέτευσης των προϊόντων στο επόμενο στάδιο. Αυτές είναι ο κύριος μοχλός διανομής των προϊόντων στην αγορά. Σε πολλές περιπτώσεις οι αποθήκες-διανομής ξεφεύγουν από τα στενά πλαίσια της διοχέτευσης των προϊόντων μόνο στην ελληνική αγορά και προχωρούν σε διανομές-εξαγωγές των προϊόντων σε διεθνές επίπεδο. Οι τεχνικές διάθεσης των αγροτικών προϊόντων καθώς και τα μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούνται διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο (Plant Management, 2003). Βέβαια και εδώ οι αποθηκευτικοί χώροι εξακολουθούν να έχουν την ευθύνη διατήρησης, και φύλαξης του παραγόμενου προϊόντος, αλλά κύρια ασχολούνται με την κανονική διανομή των προϊόντων στα καταστήματα λιανικής.

Μιλώντας για κανονική διανομή εννοείται η τοποθέτηση των προϊόντων στην αγορά στο σωστό χρόνο, χωρίς καθυστερήσεις, με διασφάλιση της ποιότητας και πάνω από όλα στην καθορισμένη τιμή. Επίσης και εδώ ισχύει η σχέση προμηθευτή-πελάτη, με προμηθευτές τις εν λόγω αποθήκες διανομής και πελάτες τα καταστήματα λιανικής. Σ' αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι τα δύο αυτά τελευταία στάδια που αναφέρθηκαν στη διαδικασία των logistics (αποθήκες προμηθευτών, αποθήκες διανομής) είναι δυνατόν να ανήκουν στους χονδρέμπορους γεωργικών προϊόντων. Δηλαδή, είτε μεσολαβεί ο κρίκος της εφοδιαστικής αλυσίδας που αναφέρεται στη βιομηχανία-βιοτεχνία, είτε γίνεται κατευθείαν μεταφορά στην κατανάλωση χωρίς να μεσολαβεί επεξεργασία ή μεταποίηση. Εδώ οι χονδρέμποροι αναλαμβάνουν να μεταφέρουν, να αποθηκεύσουν, να συσκευάσουν, και να διανέμουν τα παραγόμενα, επεξεργασμένα ή μεταποιημένα προϊόντα στα καταστήματα λιανικής δηλαδή στους λιανέμπορους.

### **Καταστήματα Λιανικής**

Τα καταστήματα λιανικής πώλησης και ως εκ τούτου οι λιανέμποροι είναι το αμέσως επόμενο στάδιο στη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σ' αυτά περιλαμβάνονται όλα τα σημεία λιανικής που ασχολούνται με την πώληση οποιονδήποτε προϊόντων παράγουν οι γεωργοί. Το εύρος δε των καταστημάτων που ασχολείται με αυτού του είδους την πώληση περιλαμβάνει όλων των ειδών τα πολυκαταστήματα μέχρι και το οπωροπωλείο της γειτονιάς.

Στον τομέα των logistics, τα καταστήματα λιανικής έχουν σημαντικό ρόλο μιας και είναι οι κύριοι πληροφοριοδότες για το τι συμβαίνει στην αγορά. Αυτές οι πληροφορίες είναι εξαιρετικά χρήσιμες, γιατί συμβάλλουν στην παραγωγή της κατάλληλης ποσότητας και ποιότητας από τους γεωργούς (Χαρθαλαμπίδης, 2002). Το κυριότερο όμως από όλα είναι το γεγονός, ότι για τα καταστήματα αυτά γίνονται οι περισσότερες ενέργειες της διαδικασίας των logistics μιας και κύριο μέλημα του κυκλώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ο σωστότερος χρονικά, αλλά και σε σχέση με το κόστος, εφοδιασμός των επιχειρήσεων λιανικής πώλησης. Γενικά θα μπορούσε να πει κανείς ότι η ουσία της όλης διαδικασίας της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η ύπαρξη διαθέσιμων προϊόντων στους πελάτες ανά πάσα στιγμή σε τέτοιο σημείο, ώστε να καλύπτεται το αγοραστικό ενδιαφέρον στο μέγιστο βαθμό, λαμβάνοντας συγχρόνως όμως και υπόψη το προβλεπόμενο σε κάθε περίπτωση κόστος.

### **Καταναλωτές**

Ο τελευταίος κρίκος των logistics είναι οι καταναλωτές. Μπορεί να έγινε αναφορά προηγουμένα ότι τα καταστήματα λιανικής είναι ένας από τους κυριότερους μοχλούς στη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, όμως σίγουρα δε θα υπήρχε τίποτα από όλα αυτά, αν δε γινόταν κατανάλωση, αν στην ουσία δηλαδή δεν υπήρχαν πελάτες. Οι πελάτες απολαμβάνουν τα παραγόμενα προϊόντα και είναι αυτοί που σε συνθήκες ελεύθερου ανταγωνισμού ρυθμίζουν τις ποσότητες που θα διοχετευθούν και θα καταναλωθούν στην αγορά. Άρα, γενικώς η σχέση προμηθευτή-πελάτη είναι που διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο και εκεί ακριβώς είναι που επεμβαίνουν τα logistics στη γεωργία για να δώσουν λύσεις κόστους, χρονικών καθυστερήσεων, αποθήκευσης, διαχείρισης αποθεμάτων, ποιότητας, σωστής εκμετάλλευσης των παραγόμενων εκτάσεων κ.λ.π.

### **Βοηθητικές-Συμπληρωματικές εταιρίες παροχής υπηρεσιών**

Βέβαια όπως είναι φανερό, στο όλο κύκλωμα παρεμβαίνουν και μια σειρά από βοηθητικές και συμπληρωματικές υπηρεσίες, καθώς και εταιρίες παροχής υπηρεσιών. Αυτές μπορεί να είναι τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρίες, γραφεία μεσιτείας. Αρχικά αναφέρονται οι τράπεζες γιατί σίγουρα στην όλη διαδικασία η μεσολάβησή τους είναι δεδομένη και πολλές φορές καθοριστική για τη συνέχιση της πορείας των logistics σε επόμενα στάδια. Η παροχή πιστώσεων από την πλευρά των τραπεζών είναι σημαντική μιας και οι τυχόν ελλείψεις ρευστότητας από οποιοδήποτε φορέα του κυκλώματος καλύπτεται από το τραπεζικό κύκλωμα, όπως για παράδειγμα με τη χορήγηση δανείων, εγγυητικών επιστολών, προεξοφλήσεως και ενεχυράσεως γραμματίων κλπ. και έτσι αποφεύγονται καθυστερήσεις και απώλειες εισοδημάτων από τον οποιοδήποτε φορέα των logistics, που παρουσιάζει κάποια δυσλειτουργία.

Άλλος ένας φορέας που κινείται παράλληλα και υπάρχει σχεδόν στα περισσότερα στάδια των Logistics είναι οι ασφαλιστικές εταιρίες. Αυτές όπως γίνεται αντιληπτό μηδενίζουν τους τυχόν κινδύνους που θα παρουσιαστούν από απώλειες προϊόντων λόγω κλοπών, πυρκαγιών, και όλων σχεδόν των ενεργειών που κρύβουν κινδύνους απώλειας εισοδημάτων. Για την παροχή βέβαια αυτών των υπηρεσιών ο κάθε φορέας του κυκλώματος που τις χρησιμοποιεί πληρώνει κάποιο αντίτιμο. Στις περισσότερες όμως των περιπτώσεων τα οφέλη από τις υπηρεσίες των ασφαλιστικών εταιριών καλύπτουν το κόστος χρήσης. Εξάλλου δε θα πρέπει να αγνοηθεί το γεγονός ότι συνήθως αυτού του είδους τα κόστη, οι φορείς του κυκλώματος τα μεταβιβάζουν στο επόμενο στάδιο πώλησης (Αγοραστός, 1999).

Με το γενικό όρο μεσίτες θα μπορούσε να χαρακτηριστεί οποιοσδήποτε φορέας του κυκλώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας που παρεμβαίνει, με σκοπό τη διακίνηση των αγροτικών προϊόντων στα επόμενα στάδια. Κατά κύριο ρόλο οι μεσίτες στη γεωργία ασχολούνται με τη συγκέντρωση των προϊόντων από τους παραγωγούς και την προώθησή τους στους χονδρέμπορους ή τις βιομηχανίες – βιοτεχνίες, ανάλογα με την περίπτωση. Είναι δηλαδή ο ρόλος των μεσιτών διαμεσολαβητικός και στις περισσότερες των περιπτώσεων γίνεται εκεί που υπάρχει ανικανότητα προώθησης των παραγόμενων προϊόντων από το φορέα παραγωγής (Καμενίδης, 1999).

Στη διαδικασία των logistics ο ρόλος των μεσι-

τών είναι σημαντικός, μιας και είναι εκείνοι που διασφαλίζουν χωρίς καθυστερήσεις την τροφοδοσία των παραγόμενων προϊόντων σε επόμενα στάδια, αλλά και όπως αναφέρθηκε, παίζουν και το ρόλο του πωλητή της παραγωγής στις περιπτώσεις εκείνες που φαίνεται ότι δεν υπάρχει ζήτηση. Συνήθως και εδώ δίνεται κάποιο κόμιστρο για την παροχή της υπηρεσίας αυτής. Επίσης σύμφωνα με την απόφαση του Υπουργείου Ανάπτυξης η αμοιβή των μεσιτών μπορεί να είναι και κάποιο ποσοστό από τα μικτά κέρδη της πώλησης του φορέα, που χρησιμοποιεί την υπηρεσία της μεσιτείας.

### **Εταιρίες 3<sup>rd</sup> party logistics**

Εκτός όμως από αυτές τις συμπληρωματικές υπηρεσίες σε μια διαδικασία εφοδιαστικής αλυσίδας είναι δυνατόν να λειτουργούν και αυτόνομες υποστηρικτικές εταιρίες δηλαδή εταιρίες 3<sup>rd</sup> party logistics. Ο ρόλος αυτών των εταιριών είναι η ανάληψη εξολοκλήρου διαδικασιών του κυκλώματος σε περίπτωση που οι εν λόγω επιχειρήσεις της διαδικασίας των logistics αδυνατούν να αναλάβουν ή θεωρούν ότι με την ανάθεση έργου σε τρίτους πετυχαίνουν καλύτερα αποτελέσματα. Συνήθως, όπως έχει αρχικά ειπωθεί, οι εταιρίες αυτές ασχολούνται με την ανάληψη του έργου της αποθήκευσης γεωργικών προϊόντων και της διανομής. Είναι δηλαδή εξειδικευμένες εταιρίες παροχής συγκεκριμένων υπηρεσιών (Χορν, Αρβανίτης, 2002).

Οι 3rd party εταιρίες αναλαμβάνουν να αποθηκεύσουν και να διατηρήσουν σε σωστές συνθήκες τα παραγόμενα προϊόντα στις περιπτώσεις εκείνες που οι βιομηχανίες-βιοτεχνίες ή ακόμα και οι υπόλοιποι εμπλεκόμενοι στο κύκλωμα (γεωργοί, προμηθευτές) δε διαθέτουν τους κατάλληλους αποθηκευτικούς χώρους ή θεωρούν ότι πρέπει να αναθέσουν αυτή τη λειτουργία σε περισσότερο «επαγγελματίες» του είδους. Το κυριότερο δε χαρακτηριστικό των 3<sup>rd</sup> party εταιριών είναι ότι αναλαμβάνουν τη διαδικασία της διανομής των προϊόντων σε επόμενο ή τελικό στάδιο, δηλαδή στα καταστήματα λιανικής. Η λειτουργία δε της διανομής είναι ουσιαστικά αυτή που τις προσδίδει το χαρακτηριστικό της εξειδίκευσης και τις κάνει αναγκαίες στο κύκλωμα των logistics (Κονταράτος, 2001).

### **Ηλεκτρονική ροή πληροφοριών**

Τελευταία θα πρέπει να τονισθεί ότι στη σημερινή εποχή της γρήγορης πληροφόρησης και των σημαντικών και καθημερινών αλλαγών, η ηλεκτρονική

ροή πληροφοριών σε κάθε στάδιο του συστήματος, αλλά και μεταξύ των ανεξάρτητων φορέων θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση. Η σωστή ενημέρωση και πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο είναι η καθοριστικότερη λειτουργία υποστήριξης στη διαδικασία των logistics. Η συστηματική ροή πληροφοριών που προκύπτει από την αυτοματοποίηση, δίνει τη δυνατότητα σε όλους τους εμπλεκόμενους στην εφοδιαστική αλυσίδα να έχουν πρόσβαση σε ποιοτικά αξιόπιστες πληροφορίες. Με τη σειρά τους, οι ποιοτικά αξιόπιστες πληροφορίες μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για τη λήψη σωστών αποφάσεων. Το να αποφασίζει κάποιος, σημαίνει να δρα βάσει μιας πληροφορίας. Η ποιότητα μιας απόφασης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ποιότητα της πληροφορίας στην οποία βασίστηκε η απόφαση αυτή. Όπως έχει αρκετά τονιστεί, το κύκλωμα της εφοδιαστικής αλυσίδας στηρίζεται στο σωστό χρονικά εφοδιασμό αγροτικών προϊόντων σε κάθε στάδιο, σε σημείο τέτοιο, που να αποτρέπει περαιτέρω κόστη και καθυστερήσεις (Βλαχοπούλου, Μάνθου, 2001).

Αρα η ηλεκτρονική ροή πληροφοριών είναι εξίσου σημαντική και αναπόσπαστο κομμάτι στη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι αγροτικές επιχειρήσεις που δύνανται να συγκεντρώσουν, να αναλύσουν, να συνθέσουν και να αξιολογήσουν πληροφορίες και στοιχεία ωρύτερα από τους ανταγωνιστές τους, είναι πολύ πιθανό να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, καθώς μπορούν ευκολότερα να συντονίσουν τις διαδικασίες και να επικεντρωθούν στη βελτίωση των προβληματικών τομέων. Τέλος, θα πρέπει να ειπωθεί, ότι στις περιπτώσεις εκείνες που γίνεται εξαγωγή των γεωργικών προϊόντων από τις αποθήκες-διανομής, είναι δυνατόν τα εξαγόμενα προϊόντα να μη φθάνουν κατευθείαν στα καταστήματα λιανικής, αλλά να μεσολαβεί εκεί κάποιος φορέας που να αναλαμβάνει τη διαδικασία της διανομής λιανικά.

### **Η σχέση προμηθευτή-πελάτη στο κύκλωμα των logistics**

Εκείνο που θα πρέπει να τονισθεί είναι, ότι το σημαντικότερο στοιχείο στη βάση ενός κυκλώματος logistics στον τομέα των αγροτικών επιχειρήσεων είναι η σχέση προμηθευτή-πελάτη (καταναλωτή). Αυτή η θεώρηση υπάρχει σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο κάθε κρίκος που αναφέρθηκε προηγουμένως αποτελεί για το επόμενο στάδιο τον προμηθευτή και πελάτη για το προηγούμενο, και υπάρχει σε κάθε φάση της διαδικασίας. Επίσης

πρέπει να αναφερθεί, ότι το μοντέλο των logistics στον τομέα των αγροτικών επιχειρήσεων που παρουσιάστηκε είναι το ιδεατό. Πολλές φορές υπάρχει περίπτωση ένας ή και περισσότεροι κρίκοι στην εφοδιαστική αλυσίδα να μην υπάρχουν ή να είναι ενσωματωμένοι σε ένα στάδιο. Εκείνο όμως που σίγουρα υπάρχει πάντα είναι η βασική σχέση προμηθευτή-πελάτη.

Πολλές φορές μάλιστα γίνεται και εναλλαγή της σχέσης προμηθευτή-πελάτη στο κύκλωμα. Δηλαδή για παράδειγμα είναι δυνατόν ο γεωργός από προμηθευτής πρώτης ύλης στις βιομηχανίες-βιοτεχνίες να γίνει πελάτης, όταν οι βιομηχανίες-βιοτεχνίες προμηθεύουν το γεωργό με λιπάσματα, πρώτες ύλες, φάρμακα κλπ. Γενικά όταν εξετάζεται ένα σύστημα εφοδιαστικής αλυσίδας, το πρώτο πράγμα που θεωρείται, είναι η σχέση προμηθευτή-πελάτη και κατόπιν πάνω σ' αυτή δημιουργείται το σχετικό κύκλωμα (Βλαχοπούλου, Μάνθου, 2001).

## **EPEYNA – ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

### **Ο Βαθμός χρήσης των logistics από τις ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις**

Υπάρχουν αγροτικές επιχειρήσεις στην Ελλάδα που συγκεντρώνουν όλες σχεδόν τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, πάντα βέβαια με γνώμονα τη δραστηριότητα την οποία επιτελούν. Το βασικό πλεονέκτημα αυτών των επιχειρήσεων είναι η ικανότητα-δυνατότητα, να παρουσιάζονται ιδιαίτερα ευέλικτες απέναντι στις συνεχιζόμενες αλλαγές του περιβάλλοντος, προσαρμόζοντας κάθε φορά στις δομές τους, νέες πρωτοποριακές διαδικασίες. Τα παραπάνω μεταφράζονται μέσα από μια σειρά επενδύσεων που αφορούν σύγχρονες εγκαταστάσεις, εφαρμογή συστημάτων διασφάλισης ποιότητας, χρήση πληροφορικής σε παραγωγικές διαδικασίες και διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας.

Άλλες πάλι επιχειρήσεις, λόγω της μορφής τους, της δραστηριότητας, αλλά και του γεγονότος ότι εξυπηρετούν μεγάλο αριθμό πελατών παρέχοντας πολλές και διαφορετικές υπηρεσίες όπως γεωργικές συμβουλευτικές υπηρεσίες, προμήθεια αγροτικών εφοδίων, καλλιέργεια, παραγωγή, μεταποίηση κλπ., αναγκαστικά μπαίνουν στη διαδικασία χρήσης των logistics, γιατί σε άλλη περίπτωση λόγω των γρήγορων εξελισσόμενων συνθηκών θα είχαν απομονωθεί από την ελληνική αγροτική αγορά.

Χαρακτηριστικά, για παράδειγμα θα μπορούσαν να αναφερθούν ελληνικές αγροτικές επιχειρή-

σεις οι οποίες παρέχουν συμβουλευτικές υπηρεσίες στους παραγωγούς και προμηθεύουν αυτούς με όλες τις απαραίτητες πρώτες ύλες όπως σπόρους, φάρμακα, λιπάσματα κλπ.. Επίσης αναλαμβάνουν τη συγκέντρωση, αποθήκευση και μεταφορά των παραγόμενων προϊόντων. Τέλος, επεξεργάζονται και μεταποιούν το παραγόμενο αγροτικό προϊόν και αναλαμβάνουν την αποθήκευσή του. Από εκεί και πέρα τη μεταφορά και τη διανομή των τελικών προϊόντων στις αγορές λιανικής (εσωτερικό-εξωτερικό) αναλαμβάνουν άλλες εξειδικευμένες εταιρίες. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι όλες αυτές οι δραστηριότητες αν δεν βρίσκονταν κάτω από το συντονισμό και την υποστήριξη ενός συστήματος logistics δε θα ήταν σε θέση να επιβιώσουν και να εξελιχθούν.

Άλλο παρόμοιο παράδειγμα αφορά αγροτικές επιχειρήσεις- οργανισμούς που στο κύκλωμα των logistics οι εν λόγω επιχειρήσεις- οργανισμοί, μέσα από τις δικές τους εταιρίες, επιτελούν διάφορες δραστηριότητες με κυριότερες αυτές της εμπορίας, της μεταφοράς, της αποθήκευσης και της διανομής των προϊόντων στα καταστήματα λιανικής. Ειδικότερα το παράδειγμα αφορά τις 550 περίπου δραστηριοποιούμενες στην αγορά χονδρεμπορικές επιχειρήσεις οπωροκηπευτικών και κρεάτων που διακινούν ετησίως περί τους 550.000 τόνους οπωροκηπευτικών και 60.000 τόνους κρεάτων αντίστοιχα και τροφοδοτούν τα καταστήματα λιανικού εμπόρου των ευρύτερων περιοχών Αθηνών – Πειραιά, καθώς δε και κοινωφελή ιδρύματα, όπως νοσοκομεία, στρατιωτικές μονάδες και επιχειρήσεις όπως τουριστικές, ξενοδοχειακές και μαζικής εστίασης (Logistics and Management, 2001). Εκτός από τις παραπάνω λειτουργίες, αυτή η μορφή των επιχειρήσεων - οργανισμών ασχολείται και με την ενημέρωση των εμπλεκόμενων φορέων. Μέσω έντυπων και ηλεκτρονικής μορφής πληροφόρηση ενημερώνουν καθημερινά την κάθε εμπλεκόμενη αγροτική μονάδα για τις διαμορφούμενες τιμές κρεάτων και οπωροκηπευτικών δίνοντας με αυτόν τον τρόπο, άμεσα ότι πληροφορία χρειάζεται μια σύγχρονη ελληνική αγροτική επιχείρηση.

Μια άλλη μορφή αγροτικών επιχειρήσεων στην Ελλάδα που συνδέεται και έχει άμεση εφαρμογή διαδικασιών logistics ασχολείται με την επεξεργασία, τυποποίηση και μεταποίηση αγροτικών προϊόντων, κυρίως φρούτων. Οι επιχειρήσεις αυτού του είδους έχουν μέλη πολλούς παραγωγούς αγροτικών προϊόντων, καθώς και άλλες εταιρίες. Στο κύκλωμα της

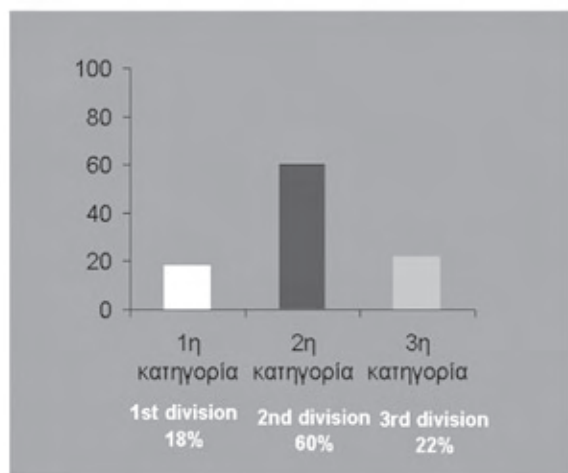
εφοδιαστικής αλυσίδας, εκτός από τις παραπάνω λειτουργίες, αναλαμβάνουν και την αποθήκευση, μεταφορά, και διανομή των αγροτικών προϊόντων για λογαριασμό των μελών τους. Επίσης, συνεργάζονται με τους παραγωγούς για τα προϊόντα που θα προμηθευθούν από αυτούς, προσφέροντας σ' αυτούς όλες τις απαραίτητες συμβουλευτικές υπηρεσίες, προκειμένου τα παραγόμενα αγροτικά προϊόντα να τηρούν τις καλύτερες ποιοτικές προδιαγραφές. Κατόπιν, οι ίδιες μεταφέρουν από τους τόπους παραγωγής τα αγροτικά προϊόντα, τα επεξεργάζονται και τα τυποποιούν. Τέλος, στα πλαίσια της επέκτασης των εργασιών τους και της ανάγκης για περαιτέρω μείωση του κόστους, ορισμένες αυτού του είδους αγροτικές επιχειρήσεις άρχισαν να κατασκευάζουν οι ίδιες τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιούνται για το πακετάρισμα των αγροτικών προϊόντων.

Η τελευταία μορφή ελληνικών αγροτικών επιχειρήσεων που εμφανίζεται εντονότατα στις μέρες μας, είναι εκείνη που εκτός από την εμπορία λειτουργεί και ως φορέας 3rd party logistics. Οι εν λόγω αγροτικές μονάδες αναλαμβάνουν για λογαριασμό τρίτων τη μεταφορά, την αποθήκευση και διανομή κατά κύριο λόγο φρούτων και λαχανικών στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας και στο εξωτερικό. Τα αγροτικά προϊόντα τα προμηθεύονται από Έλληνες παραγωγούς, μετά από συμφωνίες που συνάπτουν με εκείνους. Τελευταία, στα πλαίσια των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών και της προσπάθειας για διεύρυνση των εργασιών, οι εν λόγω εταιρίες συσκευάζουν και μεγάλο μέρος των προϊόντων που εμπορεύονται. Στόχοι και προοπτικές εξέλιξης των συγκεκριμένων αγροτικών επιχειρηματικών μονάδων είναι η αύξηση των επενδύσεων σε μηχανολογικό εξοπλισμό. Αυτή η προσπάθεια πραγματοποιείται με σκοπό την κάλυψη των απαιτήσεων της αγοράς σε προϊόντα διαθέσιμα σε νέες συσκευασίες, καθώς και για το λόγο, ότι σχεδιάζεται η διεύρυνση των συνεργασιών με τόπους παραγωγής σε χώρες του εξωτερικού. Όλα τα παραπάνω θα έχουν ως αποτέλεσμα μελλοντικά τη διάθεση ποιοτικών αγροτικών προϊόντων στην καλύτερη δυνατή τιμή τους

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά από έρευνα σε επιχειρήσεις του αγροτικού τομέα σχετικά με τη χρήση διαδικασιών logistics, διαπιστώθηκε, ότι υπάρχουν τρεις επικρατούσες τάσεις: σε πρώτη μορφή υπάρχει ένα ποσοστό 18% αγροτικών επιχειρήσεων που εφαρμόζουν εξελιγμένες διαδικασίες, που σχετίζονται με το

κύκλωμα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε δεύτερη μορφή εμφανίζεται ένα ποσοστό 60% αγροτικών επιχειρηματικών μονάδων, που αγνοεί την ύπαρξη εξελιγμένων διαδικασιών, που σχετίζονται με το κύκλωμα των logistics, καθώς και τα οφέλη που μπορεί κάποια γεωργική επιχείρηση να αποκομίσει εφαρμόζοντας τις σύγχρονες επιχειρησιακές λειτουργίες. Τέλος ένα ποσοστό 22% αγροτικών επιχειρήσεων δείχνει ενδιαφέρον και έχει αρχίσει σταδιακά την προσπάθεια εφαρμογής των εξελιγμένων διαδικασιών logistics σε διάφορες επιχειρησιακές λειτουργίες (σχήμα 1). Το ενδιαφέρον των συγκεκριμένων επιχειρήσεων εντοπίστηκε σε πρώτη φάση από το γεγονός, ότι με τα στελέχη των αγροτικών εταιρειών που υπήρξε επαφή και επικοινωνία, ήταν ενήμερα για τη λειτουργία σύγχρονων διαδικασιών logistics. Σε δεύτερη φάση το ενδιαφέρον των γεωργικών επιχειρήσεων φάνηκε από το γεγονός ότι ήδη καταβάλλουν προσπάθειες να εφαρμόσουν στο δυναμικό τους εξελιγμένες διαδικασίες εφοδιαστικής αλυσίδας, έτσι ώστε σύντομα να λύσουν τα τυχόν προβλήματα που έχουν. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την εν λόγω έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά και κριτήρια όπως: ο κύκλος εργασιών, ο αριθμός εργαζομένων στην επιχείρηση, η εργασία στην επιχείρηση τουλάχιστον του ενός ειδικευμένου στελέχους οργάνωσης και διοίκησης καθώς και παραγωγής,

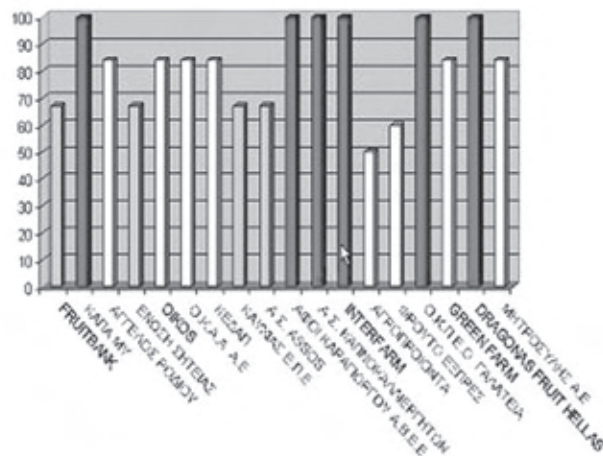


**Σχήμα 1.** Κατηγοριοποίηση των αγροτικών επιχειρήσεων με βάση τη χρήση διαδικασιών logistics (δείγμα 100 αγροτικών επιχειρήσεων)

**Board 1.** Sorting out agricultural businesses according their use of logistics procedures (sample of 100 agricultural businesses)

Εδώ θα πρέπει να τονισθεί, ότι οι περισσότερες ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις της πρώτης μορφής, που κάνουν δηλαδή χρήση των διαδικασιών των logistics, ανεξάρτητα με τη δραστηριότητά τους και τη θέση τους στο κύκλωμα της εφοδιαστικής αλυσίδας, συγκεντρώνουν συγκεκριμένες λειτουργίες. Οι λειτουργίες της παραγωγής, της μεταφοράς, της αποθήκευσης, της διανομής και της παράδοσης σε καταστήματα λιανικής πραγματοποιούνται σχεδόν από όλες τις προαναφερθείσες αγροτικές επιχειρήσεις. Κατόπιν υπάρχουν διάφορες παραλλαγές για ορισμένες από αυτές, ανάλογα με την ιδιαίτερη δραστηριότητα και τη θέση που κατέχουν στο κύκλωμα. Για παράδειγμα μπορεί ορισμένες γεωργικές επιχειρήσεις να συγκεντρώνουν όλες τις προαναφερθείσες λειτουργίες εκτός από την παραγωγή των αγροτικών προϊόντων, η οποία γίνεται είτε από τρίτους παραγωγούς, είτε σε αποκλειστική συνεργασία με άλλους. Επίσης μπορεί το στάδιο της διανομής στα καταστήματα λιανικής πώλησης, λόγω κόστους, να το αναθέτουν σε ανεξάρτητες εταιρίες 3rd party logistics. Τελειώνοντας θα πρέπει να λεχθεί ότι υπάρχουν επιχειρήσεις που ανήκουν αποκλειστικά στον τελευταίο κρίκο της εφοδιαστικής αλυσίδας και αυτές είναι τα γνωστά καταστήματα λιανικής, καθώς και άλλες οι οποίες χαρακτηρίζονται ως εταιρίες 3<sup>rd</sup> party logistics αγροτικών προϊόντων.

Σχετικά με τα παραπάνω, παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα 2 τα αποτελέσματα της έρευνας που δείχνει τις ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις του δείγματος που εφαρμόζουν διαδικασίες logistics, τον κλάδο δραστηριοποίησής τους στον αγροτικό χώρο, καθώς και τον αριθμό των υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας που εφαρμόζουν. Συνολικά από το δείγμα των 100 αγροτικών επιχειρήσεων οι 18 επιχειρήσεις κάνουν χρήση διαδικασιών εφοδιαστικής αλυσίδας. Από αυτές τις αγροτικές επιχειρήσεις οι έξι δραστηριοποιούνται στον αγροτικό χώρο των φρούτων και λαχανικών, οι άλλες έξι στο γεωργικό χώρο του βαμβακιού, σιτηρών, καπνού, σπαραγγιών και ελιάς και οι υπόλοιπες προσφέρουν εξειδικευμένα είτε συμβουλευτικές υπηρεσίες καλλιέργειας, είτε παραγωγή βιολογικών προϊόντων, είτε είναι εταιρίες 3<sup>rd</sup> party logistics καθώς και καταστήματα λιανικής. Η ομαδοποίηση γίνεται με βάση τη χρήση συγκεκριμένων υπηρεσιών logistics.



- Επιχειρήσεις με διαδικασίες παραγωγής, μεταφοράς, αποθήκευσης, διανομής στο κύκλωμα των Logistics. Κλάδος δραστηριοποίησης φρούτων, λαχανικών, βαμβακιού, καπνού, αγροεφοδίων, σπαραγγιών.  
 Businesses with production procedures, transport, storage, delivery in logistics. Field of activation : fruit, vegetables, cotton, tobacco, agricultural supplies, asparagus.
- Επιχειρήσεις με διαδικασίες μεταφοράς, αποθήκευσης, διανομής στο κύκλωμα των Logistics (χωρίς το στάδιο της παραγωγής). Κλάδος δραστηριοποίησης φρούτων και λαχανικών, παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών, βιολογικών προϊόντων  
 Businesses with procedures of transport, storage, delivery in logistics (without the phase of production). Field of activation : fruit and vegetables, provision of consulting services, biological products.
- Επιχειρήσεις με διαδικασίες μεταφοράς και αποθήκευσης στο κύκλωμα των Logistics (χωρίς τα στάδια παραγωγής και διανομής). Κλάδος δραστηριοποίησης φρούτων, ελιών  
 Businesses with procedures of transport and storage in logistics ( without the phases of production and delivery). Field of activation : fruit, olives
- Επιχείρηση 3<sup>rd</sup> Party Logistics  
 Business 3<sup>rd</sup> Party Logistics
- Συνεργαζόμενο κατάστημα λιανικής πώλησης αγροτικών προϊόντων  
 Retailing store of agricultural products

**Σχήμα 2.** Ομαδοποίηση Δείγματος Αγροτικών Επιχειρήσεων 1ης Κατηγορίας με Βάση τη Χρήση Συγκεκριμένων Υπηρεσιών Logistics

**Board 2.** Grouping the Sample of Agricultural Businesses 1st Division Based on Certain Logistics Services they Use

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σημερινή έννοια των logistics καθώς και τα οφέλη που μπορεί κάποιος να αποκομίσει εφαρμόζοντας τα στις ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις, δεν είναι αρκετά γνωστά στον αγροτικό χώρο. Από τα παραπάνω στοιχεία συνάγεται το συμπέρασμα ότι η συμμετοχή των ελληνικών αγροτικών επιχειρήσεων σχετικά με τη χρήση δι-

αδικασιών logistics είναι ακόμα σε πρωταρχικό στάδιο. Εκείνο που χρειάζεται, είναι η ενημέρωση των αγροτικών επιχειρήσεων για τις νέες προοπτικές που ανοίγονται με την εφαρμογή των Logistics, καθώς και σε πρώτη φάση με την εφαρμογή των σύγχρονων μεθόδων της εφοδιαστικής αλυσίδας, η παρακολούθηση των διαδικασιών του κυκλώματος από εξειδικευμένους επιστήμονες.



Εφαρμόζοντας τα παραπάνω, τα πλεονεκτήματα που αποκτά η ελληνική γεωργία και κατ' επέκταση η χώρα είναι πολλά. Το σημαντικότερο απ' όλα είναι ότι με την εφαρμογή των logistics οι εξαγωγές και η διανομή των αγροτικών προϊόντων θα πραγματοποιούνται πιο αποτελεσματικά και μακροπρόθεσμα ίσως να μπορέσουν να γίνουν ακόμα πιο ανταγωνιστικές, δίνοντας έτσι σημαντική ώθηση στην ελληνική

οικονομία. Επίσης οι ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις αποκτούν τεχνογνωσία και μπαίνουν πλέον στη λογική του σωστού και προς όλες τις κατευθύνσεις ελέγχου και προγραμματισμού με συνέπεια την ορθολογική εξέλιξη και επέκτασή τους. Τα οφέλη λοιπόν είναι πολλαπλάσια και σίγουρα η χρήση των logistics από τις ελληνικές αγροτικές επιχειρήσεις μόνο θετικά στοιχεία μπορεί να προσφέρει στη χώρα μας.

## The attitude of Greek agricultural enterprises towards the use of logistics. Problems – prospects

G. Tsekouropoulos<sup>1</sup>, Ir. Tzimitra - Kalogianni<sup>1</sup>, B. Manos<sup>1</sup>

### SUMMARY

In modern society the science of logistics is considered to be one of the most important factors for the appropriate organisation and function of enterprises. Logistics in combination with the use of computers and the appliance of the net, consist the primary factor of success in businesses. Meanings such as e-information, 3<sup>rd</sup> party logistics companies, supplier – customer relationship in logistics complete the procedure of perfection in an era that time and quality of products and services play the most essential role.

**Key Words:** e- information, 3<sup>rd</sup> party logistics, supply 549chain, internet, quality, business unit.

### BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγοραστός, Κ., 1999. Ανάλυση Επιχειρηματικών Κινδύνων, Εκδ. Παν. Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, σελ 31-37
- Βλαχοπούλου, Μ., Μάνθου, Β., Νάνου, Γ., 2001. Ο ρόλος των Logistics στις ηλεκτρονικές αγορές (e-Marketplaces). Plant Management (Ανάπτυξη), Σεπτέμβριος 2001, Τελευταίο Τεύχος htm
- Βλαχοπούλου, Μ., Μάνθου, Β., 2001. Η εφαρμογή των Logistics στον αγροτικό και αλιευτικό τομέα. Συνέδριο Θεσσαλονίκης Οκτώβριος 2001, σελ 1-3
- Benisch M., Greenwald A., Grypari I., Lederman R., Naroditskiy V, Tschantz M. (2005), "Botticelli: A Supply Chain Management Agent Designed to Optimize under Uncertainty", σελ 29
- Γαλανάκης, Γ., 2004. Η Ιχθυολογία στην Εφοδιαστική Αλυσίδα. (www.eci-net.gr)- Σύμβουλοι Διοίκησης & Πληροφορικής, Φεβρουάριος 2004, τεύχος htm
- Gek Woo. Tan., Michael J. S., Fulkerson, B., 2000. Supply Chain Management Web – based. έκδοση 2000, σελ 41 –55
- Κονταράτος, Ι., 2001 α. Η επιχείρησή σας βρίσκεται στο δρόμο των e- Logistics. Plant Management (Ανάπτυξη), 2-11-2001, τεύχος htm
- Κονταράτος, Ι., 2001 β. Υπηρεσίες 3rd Party Logistics

- στην Ελλάδα. Ιδιαιτερότητες και προοπτικές ανάπτυξης. Plant Management, Νοέμβριος 2001, τεύχος htm
- Κιτοσιανίδης, Γ., Καμενίδης, Χ., 1997. Αγροτική Οικονομική. Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ 43-52
- Logistics and Management., Οι προμήθειες και η εφαρμογή των Logistics στην ξενοδοχειακή βιομηχανία, Μάιος έως Ιούνιος 2001, τεύχος 9, σελ 14
- Πατσιανάκος, Τ., 2001. Ο ρόλος της αποθήκευσης στην e-εποχή, Δημοσιεύθηκε πρώτη φορά έκδοση του 2000 – 2001, τεύχος htm, Plant Management (Ανάπτυξη)
- Plant Management, 2000. Η κρίσιμη απόφαση για συνεργασία με third party logistics 8 + 1 ερωτήματα και απαντήσεις. Ιανουάριος 2000, τεύχος 168, σελ 37 έως 39
- Plant Management, 2003. Η τεχνική διάθεσης και οι μεταφορές. Σεπτέμβριος 2003, σελ 28 έως 30
- Χαρολάμπιδης, Γ., 2002. Η υιοθέτηση των συστημάτων e-business Logistics στην ελληνική αγορά. Plant Management Online, 27-2-2002, άρθρο1.htm
- Χορν, Α., Αρβανίτης, Θ., 2002. Η ελληνική αγορά των υπηρεσιών 3PLogistics - Ο βαθμός ωριμότητας και τα κρίσιμα σημεία αξιολόγησης. Plant Management Online, άρθρο1. htm

<sup>1</sup> Department of Agricultural Economics, School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki