

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 14 - ISSUE VI - No 4/2003

ISSN 1105-9478

4/2003

ΤΟΜΟΣ 14
ΣΕΙΡΑ VI

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

<i>C. Goulas, E. Papoutsi –Kostopoulou, I. Xypoleas, G. Zervas</i>	A comparative evaluation of maize and sorghum – cow pea silage in sheep	4 - 10
<i>I. Nikolakakis, D. Dotas</i>	The effect of feed acidification on the performance and egg traits of laying hens	11 - 17
<i>J.N. Sfakianakis, E. Bletsos, G. Evgenidis, V. Mellidis</i>	Crop rotation effects on corn, wheat and cotton yields	18 - 25
<i>K. Hatzilabrou, E. Vavdinoudi</i>	Possibilities of simultaneous selection on yield and quality in bread wheat (<i>Triticum aestivum L. em Thell</i>) by honeycomb breeding and the soil influence on quality	26 - 35
<i>K. Voudouris</i>	Contribution to the hydrogeology and sustainable management in Giouchta aquifer system, (Prefecture of Heraklion)	36 - 48

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>Χρ. Γούλας,</i> <i>Ε. Παπουστή-Κωστοπούλου,</i> <i>Ι. Ξυπολέας,</i> <i>Γ. Ζέρβας</i>	Συγκριτική αξιολόγηση ενσιρωμάτων αραβοσίτου και σόργου – βίγνας στη διατροφή προβάτων	4 - 10
<i>Ι. Νικολακάκης,</i> <i>Δ. Ντότας</i>	Επίδραση της προσθήκης διαφόρων επιπέδων οξινιστή στα παραγωγικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά του αυγού ορνίθων αυγοπααραγωγής	11 - 17
<i>Ι.Ν. Σφακιανάκης,</i> <i>Ε. Μπλέτσος,</i> <i>Γ. Ευγενίδης,</i> <i>Β. Μελλίδης</i>	Επίδραση της αμειψισποράς στην απόδοση του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του σιταριού	18 - 25
<i>Κ. Χατζηλάμπρου,</i> <i>Ε. Βαβδινούδη</i>	Δυνατότητες ταυτόχρονης επιλογής για απόδοση και ποιότητα στο μαλακό σιτάρι (<i>Triticum aestivum L. em Thell</i>) με την κυψελωτή μεθοδολογία και επίδραση του εδάφους στην ποιότητά του	26 - 35
<i>Κ. Βουδούρης</i>	Συμβολή στη μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών και τη βιώσιμη διαχείριση του καρστικού συστήματος Γιούχτα (Ν. Ηρακλείου Κρήτη)	36 - 48

Συγκριτική αξιολόγηση ενσιρωμάτων αραβοσίτου και σόργου – βίγνας στη διατροφή προβάτων

Χρ. Γούλας¹, Ε. Παπουστή – Κωστοπούλου², Ι. Ξυπολέας¹ και Γ. Ζέρβας¹

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η σύγκριση δύο ενσιρωμάτων, αραβοσίτου και σόργου – βίγνας, με βάση την πεπτικότητα των θρεπτικών τους συστατικών και της θρεπτικής τους αξίας. Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιήθηκαν έξι ευνουχισμένοι κριοί Καραγκούνικης φυλής, σε πειραματική διάταξη Λατινικού Τετραγώνου 2x2 με τρεις επαναλήψεις. Στους πειραματικούς κριούς χορηγήθηκαν κατά βούληση τα δύο ενσιρώματα ως αποκλειστική τροφή. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η κατανάλωση ξηρής ουσίας (ΞΟ) και οι συντελεστές φαινομένης πεπτικότητας (ΣΦΠ) των NDF, ADF και ημικυτταρινών δε διέφεραν μεταξύ των δύο επεμβάσεων (ενσιρωμάτων), ενώ οι ΣΦΠ της ΞΟ, ΟΟ και ΑΟ ($P < 0.01$), ΛΟ, ($P < 0.001$) και των ΕΝΕΟ ($P < 0.05$) ήταν σημαντικά υψηλότεροι στην περίπτωση του ενσιρώματος αραβοσίτου. Ομοίως, η ολική ποσότητα των πτητικών λιπαρών οξέων στο υγρό της μεγάλης κοιλίας ($P < 0.05$), και η εκατοστιαία αναλογία του προπιονικού και βουτυρικού οξέος ($P < 0.001$), βαλερικού και ισοβαλερικού οξέος ($P < 0.05$) ήταν σημαντικά υψηλότερη στην περίπτωση του ενσιρώματος αραβοσίτου, ενώ αυτή του οξικού οξέος ήταν υψηλότερη στο ενσίρωμα σόργου – βίγνας ($P < 0.001$). Τέλος, το ενεργειακό περιεχόμενο των ενσιρωμάτων ήταν 4,32 και 3,48 MJ ΚΕΓ/ kg ΞΟ για τον αραβόσιτο και το σόργο - βίγνας αντίστοιχα.

Από τα δύο ενσιρώματα λοιπόν που εξετάστηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα υπερέιχε το ενσίρωμα αραβοσίτου, ως προς την πεπτικότητα των θρεπτικών του συστατικών και κατά συνέπεια ως προς τη θρεπτική του αξία. Το στάδιο συγκομιδής των προς ενσίρωση φυτών, όσο και η ποσοστιαία αναλογία σόργου – βίγνας κατά την ανάμιξη μπορούν κάλλιστα να τροποποιήσουν τα παραπάνω αποτελέσματα.

Λέξεις κλειδιά: ενσίρωμα, αραβόσιτος, σόργο, βίγνα, πρόβατα

Εισαγωγή

Η συμμετοχή των χονδροειδών ζωοτροφών (ΧΖ) στη διατροφή των μηρυκαστικών ζώων είναι απαραίτητη για την ομαλή διεξαγωγή των ζυμοτικών φαινομένων εντός των προστομάχων. Στην Ελλάδα οι ανάγκες σε χονδροειδείς ζωοτροφές καλύπτονται, εκτός από τη βοσκή, κυρίως από χόρτο μηδικής, η οποία καλλιεργείται ευρέως σε αρδευόμενα κυρίως εδάφη και πωλείται σε δυσανάλογα υψηλές τιμές, και από ενσίρωμα αραβοσίτου.

Ο αραβόσιτος είναι το σημαντικότερο από τα φυτά που η βιομάζα τους χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, μετά από ενσίρωση, γιατί έχει υψηλές αποδόσεις και σύντομο βλαστικό κύκλο. Αναπτύσσεται σε περιοχές όπου επικρατούν υψηλές σχετικά θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια της αναπτύξεως του και οι βροχοπτώσεις, κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, φθάνουν το ύψος των 375 - 400 χιλιοστών κατ' ελάχιστο (Καραμάνος, 1988), κατανεμημένες κυρίως μέσα στην περίοδο στην οποία τα φυτά έχουν αναπτύξει πλήρως το φύλλωμά τους. Για την Ελλάδα αυτή η περίοδος συμπίπτει με τη ξηρότερη περίοδο του έτους (Ιούλιο – Αύγουστο) οπότε είναι απαραίτητη η άρδευση των φυτών για ικανοποιητικές αποδόσεις.

Ένα άλλο ανοιξιότιμο σιτηρό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενσίρωση είναι το σόργο (Παπουστή-Κωστοπούλου, 1979α,β; Bosman, 2000; Lema, 2000;2001). Το σόργο θεωρείται ως ένα από τα ανθεκτικότερα και παραγωγικότερα φυτά και μπορεί να καλλιεργηθεί ακόμη και σε ημιξηρικές περιοχές στις οποίες πλεονεκτηεί σε σχέση με τον αραβόσιτο (Matz, 1969; Παπουστή-Κωστοπούλου, 1979α). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την Ελλάδα όπου την περίοδο του καλοκαιριού οι θερμοκρασίες που επικρατούν και οι βροχοπτώσεις

¹ ΓΠΑ. Εργαστήριο Διατροφής Ζώων

² ΕΘΙΑΓΕ. Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα

είναι οριακές για τον αραβόσιτο, ενώ για το σόργο είναι ευνοϊκές. Τα ενσιρώματα των φυτών αυτών χαρακτηρίζονται από μικρή περιεκτικότητα σε αζωτούχες ουσίες (ΑΟ) (Browning et al. 1960; Παπουτσή-Κωστοπούλου 1979α) και ο εμπλουτισμός τους σε ΑΟ μπορεί να γίνει είτε με προσθήκη, στην αρχική χλωρή μάζα, απλών αζωτούχων ενώσεων όπως είναι η ουρία, είτε με ενσωμάτωση κάποιου ψυχανθούς, συνήθως μετά από συγκαλλιέργεια.

Ο εμπλουτισμός όμως της χλωρομάζας με ουρία πρακτικά δε συνιστάται διότι η ουρία διασπάται σε αμμωνία, η οποία έχει βασική αντίδραση με αποτέλεσμα να μην επιτρέπει την πτώση του pH στα επιθυμητά επίπεδα 3,8 – 4,2. Ένα ψυχανθές που συγκαλλιεργείται ή αναμειγνύεται κατά την ενσίρωση με αραβόσιτο ή σόργο είναι η βίγνα (Cow pea). Η βίγνα καλλιεργείται και σε μη αρδευόμενα εδάφη που έχουν καλή υδατοϊκανότητα και γι' αυτό είναι αποτελεσματική η συγκαλλιέργειά της με το σόργο. Αν και αυτό εφαρμόζεται στην πράξη, εντούτοις δεν υπάρχουν διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα για την θρεπτική αξία ενσιρωμάτων που προέρχονται από ανάμιξη σόργου με ψυχανθή, ενώ για τη χρησιμοποίηση του ενσιρώματος αραβόσιτου στη διατροφή των μηρυκαστικών υπάρχουν αρκετές αναφορές (Frenchick et al. 1976; Keith et al. 1979; Ballard et al. 2001; Thomas et al. 2001).

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η σύγκριση του ενσιρώματος αραβόσιτου με ενσίρωμα χλόης σόργου – βίγνας, με προσδιορισμό της πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών και της θρεπτικής αξίας των δύο ενσιρωμάτων, καθώς και η επίδρασή τους στα ζυμοτικά φαινόμενα της μεγάλης κοιλίας προβάτων.

Υλικά και μέθοδοι

Η κοπή του αραβόσιτου (υβρίδιο TONY της εταιρείας RENK SEED) έγινε σε ηλικία 110 ημερών, ενώ του σόργου (ποικιλία ΤΡΙΚΚΗ του ΙΚΦΒ) και της βίγνας (ποικιλία ΚΡΟΚΙΟΝ του ΙΚΦΒ) σε ηλικία 82 ημερών μετά τη σπορά. Ο αραβόσιτος βρισκόταν στο στάδιο μαλακού νυχιάσματος του κόκκου, το σόργο στο στάδιο σκληρού νυχιάσματος και η βίγνα λίγο πριν τη φυσιολογική ωρίμανση. Η ενσίρωση πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Διατροφής του Γ.Π.Α. Η χλωρή μάζα τεμαχίστηκε (1 cm) και στη συνέχεια τοποθετήθηκε σε πλαστικούς σάκους χωρητικότητας 50 περίπου kg. Οι σάκοι μετά από καλή συμπίεση της χλόης και αφαίρεση του αέρα, κλείστηκαν αεροστεγώς και αποθηκεύτηκαν σε χώρο του εργαστηρίου. Για την παρασκευή του ενσιρώματος σόργου-βίγνας χρησιμοποιήθηκε χλωρή μάζα σόργου και βίγνας σε αναλογία 2:1.

Ο προσδιορισμός των συντελεστών φαινομένης πεπτικότητας (ΣΦΠ) των θρεπτικών συστατικών του σιτηρεσίου έγινε με την κλασική μέθοδο της ολικής συλλογής της κόπρου. Χρησιμοποιήθηκαν έξι (6) ενήλικες ενονυχισμένοι κριοί Καραγκούνικης φυλής, μέσου σωματικού βάρους (ΣΒ) 62.5 (±2.57) kg, σε πειραματική διάταξη Λατινικού Τετραγώνου 2x2 με τρεις επαναλήψεις. Οι κριοί παρέμειναν σε κλωβούς μεταβολισμού καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Η χορήγηση της τροφής γινόταν μια φορά ημερησίως (9:00 π.μ.) και η κατανάλωση τροφής και νερού ήταν κατά βούληση. Η ποσότητα του χορηγούμενου ενσιρώματος προσαρμόζοταν έτσι ώστε η ποσότητα των υπολειμμάτων να είναι τουλάχιστον το 10% της χορηγούμενης ποσότητας. Η διάρκεια κάθε προπειραματικής περιόδου ήταν 10 ημέρες, ενώ της κύριας πειραματικής περιόδου 9 ημέρες, εκ των οποίων τις 7 πρώτες ημέρες γινόταν καθημερινή ολική συλλογή κόπρου πριν τη χορήγηση του σιτηρεσίου. Τις δύο τελευταίες ημέρες γινόταν λήψη υγρού μεγάλης κοιλίας σε χρόνο 0, 2 και 4 ώρες μετά τη χορήγηση του σιτηρεσίου. Στην αρχή και το τέλος της κύριας πειραματικής περιόδου τα ζώα ζυγίζονταν και καταγράφοταν οι μεταβολές του σωματικού τους βάρους (ΣΒ).

Τα δείγματα του υγρού της μεγάλης κοιλίας διηθούνταν με τετραπλή γάζα και στο διήθημα προσδιορίζονταν αμέσως το pH, ενώ μέρος του δείγματος φυλάσσονταν στην κατάψυξη μέχρις ότου μετρηθούν τα πτητικά λιπαρά οξέα. Η προετοιμασία των δειγμάτων για τον προσδιορισμό των πτητικών λιπαρών οξέων (ΠΛΟ), καθώς και οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων των σιτηρεσίων και της κόπρου έγιναν σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται από τους Zervas et al. (1999).

Το ενεργειακό περιεχόμενο των σιτηρεσίων (Καθαρή Ενέργεια Γαλακτοπαραγωγής =ΚΕΓ) υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση του Van Es (1978) $ΚΕΓ = (0,463 + 0,0024M)χΜΕ MJ/kg$ όπου Μ είναι η μεταβολικότητα της ενέργειας της ζωοτροφής και είναι ίση με 100(ΜΕ/ΣΕ) και τα ΜΕ και ΣΕ είναι η μεταβολιστέα και η συνολική ενέργεια αντίστοιχα, για τον υπολογισμό των οποίων χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις των Schiemann κ.ά. (1972):

$$ME = 0,0152X_1 + 0,0342X_2 + 0,0128X_3 + 0,0159X_4 - 0,0007Z_5 \text{ MJ/kg}$$

$$\Sigma E = 0,0242Z_1 + 0,0366Z_2 + 0,0209Z_3 + 0,0170Z_4 - 0,0007Z_5 \quad \text{MJ/kg}$$

όπου X_1 , X_2 , X_3 και X_4 είναι αντίστοιχα οι πεπτές αζωτούχες, λιπαρές, ινώδεις και ελεύθερες N εκχυλισματικές ουσίες σε g /kg και Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 και Z_5 είναι αντίστοιχα οι ολικές αζωτούχες, λιπαρές, ινώδεις, ελεύθερες N εκχυλισματικές ουσίες και ολικά σάκχαρα σε g /kg. Τα ολικά σάκχαρα και στις δύο εξισώσεις λαμβάνονται υπ' όψη μόνο όταν υπερβαίνουν το 8% της ξηρής ουσίας. Τα αποτελέσματα του πειράματος υποβλήθηκαν σε ανάλυση της διακύμανσης (Steel and Torrie, 1960) σύμφωνα με το γραμμικό πρότυπο:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + e_{ij}$$

όπου: Y_{ijk} = η παρατήρηση του j κριού που τρέφονταν με το i είδος ενσιρώματος, μ = ο γενικός μέσος όρος, E_i = η σταθερή επίδραση του i ενσιρώματος και e_{ijk} = το τυχαίο σφάλμα.

Αποτελέσματα

Στον πίνακα I παρουσιάζεται η χημική σύσταση των ενσιρωμάτων, μεταξύ των οποίων παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την περιεκτικότητα σε ΛΟ, ΕΝΕΟ και ημικυτταρίνες που ήταν αυξημένη για το ενσίρωμα αραβοσίτου, και σε NDF και ADF που ήταν αυξημένη για το ενσίρωμα σόργου-βίγνας.

Πίνακας I . Χημική σύσταση (% ΞΟ) ενσιρωμάτων αραβοσίτου και σόργου-βίγνας
Table I. Chemical composition (% DM) of maize and sorghum - cowpea silage

Συστατικό -Nutrient	Αραβόσιτος Maize	Σόργο - Βίγνα Sorghum - Cowpea
Ξηρή ουσία (ΞΟ) Dry matter (DM)	31,59 % ΞΟ % DM	29,48 % ΞΟ % DM
Οργανική ουσία (ΟΟ) Organic matter (OM)	90,55	90,07
Αζωτούχες ουσίες (ΑΟ) Crude protein (CP)	8,61	8,74
Λιπαρές ουσίες (ΛΟ) Ether Extracts (EE)	2,28	1,42
Ελ. Ν εκχ. ουσίες (ΕΝΕΟ) N free extracts (NFE)	54,05	49,96
NDF	58,83	61,84
Ημικυτταρίνες Hemicelluloses	29,25	25,39
ADF	29,58	36,45

Η μέση ημερήσια κατανάλωση ΞΟ δε διέφερε μεταξύ των επεμβάσεων και ήταν 1,20 kg για το ενσίρωμα αραβοσίτου και 1,16 kg για το ενσίρωμα σόργου - βίγνας. Αντίθετα, οι ΣΦΠ των θρεπτικών συστατικών των σιτηρεσιών διαφοροποιήθηκαν από το είδος του ενσιρώματος (πίν. II). Πιο συγκεκριμένα, για την επέμβαση με ενσίρωμα αραβοσίτου ήταν σημαντικά αυξημένοι οι ΣΦΠ της ΞΟ, της ΟΟ ($P < 0.01$), των ΑΟ, των ΛΟ ($P < 0.001$) και των ΕΝΕΟ ($P < 0.05$) κατά 29,4%, 22,1%, 37,5%, 78,4% και 18,53% αντίστοιχα σε σχέση με το ενσίρωμα σόργου - βίγνας. Αντίθετα, δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στην πεπτικότητα των NDF, ημικυτταρινών και ADF. Τέλος, το ενσίρωμα αραβοσίτου είχε σημαντικά υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο ($P < 0.01$) σε σχέση με το ενσίρωμα σόργου - βίγνας (4,32 MJ ΚΕΓ/kg ΞΟ αραβοσίτου έναντι 3,48 MJ ΚΕΓ/kg ΞΟ σόργου - βίγνας).

Η επίδραση του είδους του ενσιρώματος στις παραμέτρους των ζυμωτικών φαινομένων της μεγάλης κοιλίας παρουσιάζεται στον πίνακα III. Η χορήγηση του ενσιρώματος σόργου - βίγνας αύξησε σημαντικά την τιμή του pH του υγρού της μεγάλης κοιλίας ($P < 0.05$) κατά 4,6% και την αναλογία του οξικού οξέος ($P < 0.001$) κατά 21,31% σε σχέση με το ενσίρωμα αραβοσίτου, ενώ μείωσε τη συγκέντρωση των ολικών ΠΛΟ ($P < 0.05$) και την αναλογία του προπιονικού και βουτυρικού οξέος ($P < 0.001$) κατά 21,3%, 24,2% και 27,35%, αντίστοιχα (πίν. III).

Σχολιασμός

Η χημική σύσταση του εξετασθέντος ενσιρώματος αραβοσίτου, ήταν ανάλογη με αυτή που βρέθηκε από άλλους ερευνητές (Rude and Rankins, 1993; Ward et al. 2001). Το ενσίρωμα αραβοσίτου είχε αυξημένη

Πίνακας II. Συντελεστές Φαινομένης Πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών και ενεργειακό περιεχόμενο των δύο ενσιρωμάτων

Table II. Apparent digestibility coefficients of nutrients and energy content of maize and sorghum - cowpea silage.

Συστατικό -Nutrient	Αραβόσιτος Maize	Σόργο - Βίγνα Sorghum-Cowpea	s.e.	Επ. σημαντ. Sign. level
Ξηρή ουσία (ΞΟ) Dry matter (DM)	60,41	46,68	3,24	**
Οργανική ουσία (ΟΟ) Organic matter (OM)	62,5	51,2	2,86	**
Αζωτούχες ουσίες (ΑΟ) Crude protein (CP)	62,66	45,57	3,92	**
Λιπαρές ουσίες (ΛΟ) Ether Extracts (EE)	77,46	43,42	7,69	***
Ελ. Ν εκχ. ουσίες (ΕΝΕΟ) N free extracts (NFE)	66,02	55,7	2,58	*
NDF	59,29	54,48	1,67	NS
Ημικυτταρίνες Hemicelluloses	62,7	55,6	2,22	NS
ADF	52,188	50,00	3,17	NS
ΚΕΓ (MJ / kg ΞΟ) NE _L (MJ / kg DM)	4,32	3,48	0,333	**

***P<0,001, ** P<0,01, * P<0,05, NS : Μη Σημαντικό - No Significant,

s.e. : Τυπικό σφάλμα - Standard error

Πίνακας III. Μέση συγκέντρωση ΠΛΟ στο υγρό της μεγάλης κοιλίας .

Table III. Mean concentration of Volatile Fatty Acids (VFAs) in rumen liquid.

	Αραβόσιτος Maize	Σόργο - Βίγνα Sorghum - Cowpea	s.e.	Επ. σημαντ. Sign. level
pH	6,35	6,64	0,727	*
Ολικά ΠΛΟ Total VFA (mmoles/l)	106,37	83,70	4,79	*
Μοριακή αναλογία ΠΛΟ - Molar proportion of VFA (%)				
Οξικό Acetic	66,15	74,34	0,838	***
Προπιονικό Propionic	18,41	13,96	0,556	***
Βουτυρικό Butyric	10,75	7,81	0,326	***
Ισοβουτυρικό Isobutyric	1,19	0,97	0,082	N.S
Βαλερικό Valeric	1,90	1,46	0,111	*
Ισοβαλερικό Isovaleric	1,61	1,24	0,093	*

***P<0,001, * P<0,05, NS : Μη Σημαντικό - No Significant,

s.e. : Τυπικό σφάλμα - Standard error

περιεκτικότητα σε ΛΟ και ΕΝΕΟ, ενώ το ενσίρωμα σόργου - βίγνας είχε αυξημένη περιεκτικότητα σε ADF που σχετίζεται αρνητικά με την πεπτικότητα (Santini et al. 1992). Σε προηγούμενη εργασία (Παπουτσή-Κωστοπούλου, 1979α) αναφέρεται ότι το ενσίρωμα σόργου έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε ΑΟ και ΛΟ σε σχέση με το ενσίρωμα αραβόσιτου. Στην παρούσα εργασία όμως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ενσιρωμάτων ως προς τις ΑΟ, γιατί η υψηλότερη περιεκτικότητα της βίγνας σε ΑΟ είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας του ενσιρώματος σόργου - βίγνας σε ΑΟ. Επίσης, οι Tjandraatmadja et al. (1993) βρήκαν αύξηση της περιεκτικότητας του ενσιρώματος σε ΑΟ όταν αγρωστώδη ενσιρώθηκαν μαζί με βίγνα.

Αν και παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους ΣΦΠ των ενσιρωμάτων (πίν. II) και παρά την αυξημένη περιεκτικότητα του ενσιρώματος σόργου βίγνας σε NDF και ADF, η κατανάλωση ΞΟ από τους κριούς δεν διέφερε μεταξύ των επεμβάσεων, επειδή προφανώς η διαφορά σε NDF ήταν πολύ μικρή (3%). Επίσης οι Ward et al. (2001) δε βρήκαν διαφορά στην κατανάλωση ΞΟ ενσιρωμάτων σόργου και αραβόσιτου. Αντίθετα, οι Rude and Rankins (1993) βρήκαν μειωμένη κατανάλωση ΞΟ για το ενσίρωμα σόργου. Όμως στα σιτηρέσια των Rude and Rankins (1993) η διαφορά σε NDF και ADF ήταν 13% και

18% αντίστοιχα, ενώ στην παρούσα εργασία και σ' αυτή των Ward et al. (2001) η διαφορά ήταν μόνο 3% και 7%, αντίστοιχα.

Οι συντελεστές πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών ΞΟ, ΟΟ, ΑΟ, ΛΟ και ΕΝΕΟ για το ενσίρωμα αραβοσίτου ήταν υψηλότεροι σε σχέση με αυτούς του ενσίρωματος σόργου-βίγνας. Παρόμοιες διαφορές στην πεπτικότητα της ΞΟ, ΟΟ και ΝDF μεταξύ ενσίρωματος αραβοσίτου και ενσίρωματος σόργου βρέθηκαν από τους Rude και Rankins (1993). Αυτό δικαιολογείται από την αυξημένη περιεκτικότητα του ενσίρωματος σόργου-βίγνας σε ADF που μειώνει την πεπτικότητα των υπολοίπων θρεπτικών συστατικών (Santini et al. , 1992; Rankins and Rude 1993; Tjandraatmadja, et al. 1993). Ενδεχομένως, αν η συγκομιδή του σόργου και της βίγνας είχε γίνει σε προωμότερο βλαστικό στάδιο, οι διαφορές να μην ήταν τόσο έντονες. Η αυξημένη πεπτικότητα των ΛΟ είναι αποτέλεσμα της μικρότερης αναλογίας των ενδογενούς προέλευσης ΛΟ στην κόπρη, λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητας του ενσίρωματος σε ΛΟ. Για τα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά δεν παρατηρήθηκε καμιά στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Το αυξημένο ενεργειακό περιεχόμενο (MJ ΚΕΓ/ kg ΞΟ) του ενσίρωματος αραβοσίτου οφείλεται στους υψηλότερους συντελεστές πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών σε σχέση με το ενσίρωμα σόργου – βίγνας . Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες το ενσίρωμα σόργου έχει το 70 - 90% της ΚΕΓ του ενσίρωματος αραβοσίτου (Grant and Stock , 2000), αν και σύμφωνα με τους Nichols et al. (1998) το ενσίρωμα σόργου έχει την ίδια θρεπτική αξία με το ενσίρωμα αραβοσίτου όταν τα σιτηρέσια έχουν το ίδιο επίπεδο ΝDF. Στην παρούσα μελέτη το ενεργειακό περιεχόμενο του ενσίρωματος σόργου – βίγνας ήταν το 80% του ενσίρωματος αραβοσίτου.

Η υψηλότερη τιμή του pH του υγρού της μεγάλης κοιλίας στην περίπτωση του ενσίρωμα σόργου-βίγνας οφείλεται στη μικρότερη παραγωγή ΠΛΟ γι' αυτή την επέμβαση. Η αυξημένη παραγωγή ολικών ΠΛΟ (πίν. ΙΙΙ) για το ενσίρωμα αραβοσίτου καθώς και η αυξημένη αναλογία προπιονικού και η μειωμένη αναλογία οξικού οξέος, σε σχέση με το ενσίρωμα σόργου-βίγνας, οφείλεται στην μειωμένη περιεκτικότητα του ενσίρωματος αραβοσίτου σε ADF και στη μεγαλύτερη αναλογία ευζύμωντων υδατανθράκων. Συμφωνεί επίσης με την υψηλότερη πεπτικότητα της ΟΟ (πίν. ΙΙ).

Συμπέρασμα

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι το ενσίρωμα αραβοσίτου, έτσι όπως χρησιμοποιήθηκε (ποιοτικά και ποσοτικά), υπερέχει ως προς την πεπτικότητα των θρεπτικών του συστατικών, και κατά συνέπεια ως προς τη θρεπτική του αξία, σε σχέση με το ενσίρωμα σόργου –βίγνας λαμβανομένου υπόψη του σταδίου που συγκομίστηκαν τα φυτά αυτά και των ποσοστών ανάμιξης αυτών (2:1). Όμως το ενσίρωμα σόργου –βίγνας αποτελεί μια ικανοποιητική λύση για ξηροθερμικές περιοχές, αφού βέβαια ληφθούν υπόψη οι στρεμματικές αποδόσεις και το κόστος του τελικού ενσίρωματος σε σχέση πάντα με τη θρεπτική του αξία. Όσον αφορά το στάδιο συγκομιδής (κοπής) των φυτών και τις αναλογίες ανάμιξης αυτών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες, πέραν των κλιματολογικών, όπως το είδος του ζώου, η παραγωγική του κατεύθυνση (γάλα – κρέας) και το ύψος παραγωγής του.

A comparative evaluation of maize and sorghum – cow pea silage in sheep

C. Goulas¹, E. Papoutsi –Kostopoulou², I. Xypoleas¹ and G. Zervas¹

Abstract

The aim of this work was to compare two silages made from maize (MS) and sorghum – cowpea (SCS), based on their nutrients' digestibility and nutritive value. Six fistulated wether sheep, of the Karagouniko breed, were used in a 2x2 Latin square experimental design, in three replicates. Sheep were fed silage *ad libitum*. The

¹ Agric. Univ. of Athens. Dept. of Animal Nutrition.

² N.A.G.RE.F. Fodder Crops and Pastures Institute, Larissa

results showed that dry matter intake and ADF, NDF, hemicelluloses digestibility did not differ between the two treatments (MS vs. SCS), while DM, OM and CP ($P<0.01$), EE ($P<0.001$) and NFE ($P<0.05$) digestibility was higher in MS. Total concentration of VFAs in rumen liquid ($P<0.05$) and those of (percentage wise) propionic, butyric ($P<0.001$), valeric and isovaleric acid ($P<0.05$) were higher in MS, while that of acetic was higher ($P<0.001$) in SCS. The nutritive value of both silages were estimated to be 4.32 and 3.48 MJ NE_L / kg DM for MS and SCS, respectively.

From the results of this trial it was concluded that maize silage, in terms of nutrients digestibility and nutritive value under the experimental conditions examined, was superior to sorghum – cowpea silage. Maturity stage of plants at harvesting, and mixing ratio between plants should be considered at each case of feeding.

Keywords: silage, maize, sorghum, cowpea, sheep.

Βιβλιογραφία

- Ballard, C.S., Thomas, E.D., Tsang, D.S., Mandevu, P., Sniffen, C.J., Endres, M.I., Carter, M.P., 2001. Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, in vitro digestibility, intake by dairy heifers and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 442-452.
- Browning C., Lusk J., Miles J., 1960. Effect of protein supplementation on consumption and digestibility of sorghum silages. *J. Dairy Sci.*, 43:443 (Abstract)
- Bosman, M.J.C., Webb, E.C., Cilliers, H.J., Steyn, H.S., 2000. Growth, carcass and sensory characteristics of m. longissimus lumborum from wethers fed silage diets made from maize or various sorghum varieties. *South African J. Anim. Sci.*, 30:36-42.
- Frenchick, G.E., Johnson, D.G., Murphy, J.M., and Otterby D.E., 1976. Brown midrib corn silage in dairy cattle rations. *J. Dairy Sci.*, 2126-2129.
- Grant R., Stock R., 2000. Harvesting corn and sorghum for silage. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln.
- Καρομάνος, Α., 1994. Αραβόσιτος. Βοτανική, οικολογία, καλλιέργεια. Γεωπ. Παν. Αθηνών
- Keith, E.A., Colenbrander, V.F., Lechtenberg, and Bauman, L.F., 1979. Nutritional value of brown midrib corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 62: 788-792.
- Lema, M., Felix, A., Salako, S., Bishnoi, U., 2000. Nutrient content and in vitro dry matter digestibility of silages made from various grain sorghum and sweet sorghum cultivars. *J. Aust. Agric.*, 17:55-70.
- Lema, M., Felix, A., Salako, S., Sebert, E., Bishnoi, U., 2001. Nutrient content and in vitro dry matter digestibility of silages made from various grain sorghum cultivars. *J. Ap. Anim. Res.*, 19:129-136.
- Matz, S., 1969. Cereal science. AVI. Westport, Connecticut.
- Nichols, S.W., Roetschel, M.A., Amos, H.E., Ely, L.O., 1998. Effects of fiber from tropical corn and forage sorghum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81: 2383-2393.
- Παπουτσή-Κωστοπούλου Ε., 1979α. Το ενσίρωμα στη διατροφή των ζώων. *Γεωπονικά*, 247: 38 – 43
- Παπουτσή-Κωστοπούλου Ε., 1979β. Το ενσίρωμα στη διατροφή των ζώων. *Γεωπονικά*, 248 : 92 - 97
- Rude J.B. and Rankins L.D., 1993. Evaluation of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and johnsongrass (*Sorghum halepense*) as alternative to corn forage (*Zea mays*) for ensiling with poultry litter. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 44:101-111.
- Santini F. J., Lu C.D., Potchoiba M.J., Fernandez J.M. Coleman S.W., 1992. Dietary fiber and milk yield mastication, digestion and rate of passage in goats fed alfalfa hay. *J. Dairy Sci.*, 75: 209-219
- Schiemann R., 1972. Energetische Futterbewertung Und Energienomen. VED Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin.
- Steel R.G.D. and Torrie J.H., 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Tjandraatmadja M., Macrae C. I., Norton W. B., 1993. Digestion by sheep of silages prepared from mixtures of tropical grasses and legumes. *J. Agric. Sci.*, 120: 407-415
- Thomas, E.D., Mandevu, P., Ballard, C.S., Sniffen, C.J., Carter, M.P., Beck, J., 2001. Comparison of corn

silage hybrids for yield, nutrient composition, in vitro digestibility, and milk yield by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 2217- 2226.

Van Es, A.J.H.,1978. Feed evaluation for ruminants. *Livest. Prod. Sci.*, 5, 331-345

Ward, J.D., Redfearn, D.D. McCorming, M.E., and Cuomo, G.J., 2001. Chemical composition, Ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forages in a subtropical double – cropping system with annual ryegrass. *J. Dairy. Sci.*, 84: 177 - 182

Zervas G., Zarkadas L., Goulas C., Koutsotolis, K., Mantzios A., 1999. The effect of altering the hay to concentrate ratio and concentrate composition on the rumen fermentation of dry sheep and milk production of lactating dairy ewes. *Anim. Sci.*, 79: 270-275

Επίδραση της προσθήκης διαφόρων επιπέδων οξινιστή στα παραγωγικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά του αυγού ορνίθων αυγοπαραγωγής

Ι. Νικολακάκης¹, Δ. Ντότας²

Περίληψη

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά εξακόσιες εβδομήντα δύο όρνιθες Waren- Isabrown με ηλικία, κατά την έναρξη του πειράματος, 217 ημέρες. Οι όρνιθες κατανεμήθηκαν τυχαία, σύμφωνα με το τελειώς τυχαίοποιημένο πειραματικό σχέδιο, σε τρεις ομάδες (Α, Β και Γ). Σε κάθε ομάδα έγιναν επτά επαναλήψεις και οι όρνιθες τοποθετήθηκαν ανά τέσσερις σε κατακόρυφους κλωβούς ωστοκίας. Η διάρκεια του πειράματος ήταν ενενήντα ημέρες.

Οι όρνιθες της ομάδας Α (μάρτυρας) κατανάλωναν ένα τυπικό σιτηρέσιο ωστοκίας με βάση τον αραβόσιτο και το σογιάλευρο και οι όρνιθες των ομάδων Β και Γ κατανάλωναν το ίδιο σιτηρέσιο, στο οποίο έγινε προσθήκη 1% και 1,5% αντίστοιχα μίγματος οξινιστή, το οποίο περιείχε μυρμηκικό, ορθοφωσφορικό και γαλακτικό οξύ.

Μετρήθηκε η ρυθμιστική ικανότητα και οι τιμές pH των πρώτων υλών των σιτηρεσίων, των σιτηρεσίων και οι τιμές pH της κόπρου, υπολογίστηκε η μεταβολή του σωματικού βάρους των ορνίθων και εκτιμήθηκαν τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ορνίθων και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αυγών.

Διαπιστώθηκε ότι κανένα από τα τρία σιτηρέσια (Α, Β και Γ), με αντίστοιχες τιμές ρυθμιστικής ικανότητας 49.2, 40.4 και 32.6 και αντίστοιχες τιμές pH 6.4 - 6.2 και 6.1 δεν προκάλεσε σημαντική επίδραση στο σωματικό βάρος των ορνίθων, τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ορνίθων και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αυγών. Επιπλέον οι τιμές pH της κόπρου των τριών ομάδων δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων.

Συμπερασματικά, η προσθήκη των οξινιστών δεν φάνηκε να είναι επωφελής, με τις πειραματικές συνθήκες που εφαρμόστηκαν στην παρούσα εργασία. Ωστόσο, η χρήση των οξινιστών, ενδεχόμενα να είναι επωφελής, σε μεγάλο μέγεθος πτηνοτροφικές εμπορικές εκμεταλλεύσεις, όπου οι συνθήκες υγιεινής δεν είναι πάντα οι ενδεδειγμένες και ο έλεγχος των παθογόνων μικροοργανισμών είναι δύσκολος.

Λέξεις κλειδιά: Όρνιθες αυγοπαραγωγής, ρυθμιστική ικανότητα, οργανικά οξέα, αποδόσεις.

Εισαγωγή

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί στο πεπτικό σύστημα των πτηνών αποτελούν ένα σοβαρό πρόβλημα για όλες τις πτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις. Οι κάθε μορφής καταπονήσεις των πτηνών, η ανεπαρκής διατροφή, η κακή υγιεινή κατάσταση και η αντικανονική πυκνότητα, είναι ορισμένοι από τους παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επιτείνουν το πρόβλημα και να παίξουν σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση ασθενειών (Newman 1996).

Τα αντιβιοτικά έχουν χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των ασθενειών λόγω της αντιμικροβιακής τους δραστηριότητας (Gromwell 1990). Ωστόσο, η χρησιμοποίησή τους τα τελευταία χρόνια υφίσταται μια έντονη κριτική, κυρίως λόγω του κινδύνου ανάπτυξης ανθεκτικών παθογόνων κλάδων βακτηρίων, αλλά και της παρουσίας υπολοίπων των αντιβιοτικών στα ζωικά προϊόντα (Jin κ.α. 1997, Σπαής κ.α. 2002).

Σε αντίθεση με τους χοίρους, η οξίνιση της τροφής στα πτηνά με οργανικά οξέα για τον έλεγχο των παθογόνων μικροοργανισμών του πεπτικού σωλήνα δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς (Eidelsburger και Kirchgesner

¹ Τ.Ε.Ι. Δ. Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολόγων Γεωπονίας Φλώρινας.

² Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Ζωικής Παραγωγής Α.Π.Θ.

1994, Waldroup κ.α. 1995).

Ο πολλαπλασιασμός των μικροοργανισμών στα πτηνά ξεκινά από τον πρόλοβο και όχι από το στόμαχο ή το έντερο (Σπαής κ.α. 2002). Στην υγιή όρνιθα, κάτω από συνήθεις συνθήκες διατροφής, το pH στο περιεχόμενο του πρόλοβου, μειώνεται από 6,1 σε 4,9 δέκα πέντε λεπτά μετά την κατανάλωση της τροφής, ως αποτέλεσμα της δράσης οξεοπαραγών βακτηρίων (Miller 1987). Με την οξίνιση της τροφής των ορνίθων με οργανικά οξέα, επιδιώκεται η επιτάχυνση της πτώσης της τιμής pH στο περιεχόμενο του πρόλοβου, με σκοπό την αποτελεσματικότερη αναχαίτιση του πολλαπλασιασμού των παθογόνων.

Ο ακριβής τρόπος δράσης των διαφόρων οργανικών οξέων στην τροφή δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως (Adams 1999, Best 2000). Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι οφείλεται στην επίδραση του pH και ειδικότερα στην επίδραση των ανιόντων των οργανικών οξέων.

Οργανικά οξέα όπως το μυρμηκικό ή το προπιονικό οξύ είναι ικανά να διέλθουν δια της κυτταρικής μεμβράνης των βακτηρίων στον ενδοκυτταρικό χώρο, προκαλώντας σημαντικές μεταβολές στη λειτουργία του μικροβιακού κυττάρου και περιορισμό της ανάπτυξης και του πολλαπλασιασμού του (Adams 1999, Best, 2000).

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να διερευνηθεί, κάτω από πειραματικές συνθήκες εκτροφής, η επίδραση της οξίνισης της τροφής στις παραγωγικές ιδιότητες των ορνίθων αυγοπαραγωγής.

Υλικά και Μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν 672 όρνιθες Warren Isabrown από την ηλικία των 217 μέχρι την ηλικία των 307 ημερών. Οι όρνιθες χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες (Α, Β, Γ). Κάθε ομάδα περιελάμβανε 7 επανάληψεις με 32 όρνιθες σε κάθε επανάληψη (224 όρνιθες), τοποθετημένες ανά 4 σε κατακόρυφους κλωβούς αυγοπαραγωγής των τριών ορόφων.

Οι όρνιθες της Α ομάδας κατανάλωναν ένα τυπικό σιτηρέσιο ωτοκίας με βάση τον αραβόσιτο και το σογιάλυρο. Οι όρνιθες των ομάδων Β και Γ κατανάλωναν το ίδιο σιτηρέσιο, αλλά με προσθήκη οξινιστή σε ποσοστό 1‰ και 1,5‰ αντίστοιχα.

Η σύνθεση και η χημική ανάλυση του σιτηρεσίου φαίνεται στον Πιν. 1.

Το μίγμα οξινιστών το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα εμπορικό προϊόν, το οποίο αποτελούνταν από φουμαρικό, μυρμηκικό, ορθοφωσφορικό και γαλακτικό οξύ.

Η ρυθμιστική ικανότητα των τροφών που χρησιμοποιήθηκαν όπως και των πρώτων υλών, προσδιορίστηκε με πελάμετρο WTW, model pH 330/SET-2 (Weilheim, Germany). Για τον προσδιορισμό αυτό ζυγίζονταν 10 g δείγματος ζωοτροφής σε δοκιμαστικό σωλήνα και προσθέτονταν 100 ml αποσταγμένου νερού. Μετά από ανάδευση 30 λεπτών, προσθέτονταν στάγδην 0,1 N HCL, έως ότου το pH φθάσει την τιμή 4. Οι τιμές pH των πρώτων υλών, των σιτηρεσίων και της κόπρου έγινε με τη χρησιμοποίηση του ίδιου pH-μέτρου κατά τη διάρκεια της 1^{ης}, 30^{ης}, 60^{ης} και 90^{ης} ημέρας του πειράματος.

Οι χημικές αναλύσεις έγιναν σύμφωνα με τις μεθόδους, όπως περιγράφονται από τον AOAC (1987).

Ο προσδιορισμός του P έγινε με τη μέθοδο της ατομικής απορρόφησης (σπεκτροφωτόμετρο Model U.V – 1202 Shimadzu, μήκος κύματος 700 nm) και του Ca ογκομετρικά. Αρχικά ανιχνεύθηκε το σύμπλοκο Ca – Mg με δείκτη το NH₄Cl και NH₄OH Eriochrome blak 1. Ακολούθησε ο προσδιορισμός του Ca με τη χρησιμοποίηση δεικτών Ca⁺⁺ 4N NaOH Ca⁺⁺ Murexide.

Στην έναρξη του πειράματος στο μέσο και στη λήξη, μετρήθηκε το σωματικό βάρος όλων των ορνίθων του πειράματος, ως ο μέσος όρος τριών διαδοχικών ζυγίσεων.

Κάθε ημέρα υπολογίζονταν η κατανάλωση της τροφής και μετριόνταν ο αριθμός των γεννηθέντων, σπασιμένων και χωρίς κέλυφος αυγών για όλες τις ομάδες.

Κάθε 15 ημέρες λαμβάνονταν τυχαίο δείγμα 28 αυγών από την κάθε ομάδα για να εκτιμηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αυγών (Ματσούκας 1985). Το χρώμα της λεκίθου προσδιορίζονταν οπτικά κατόπιν συγκρίσεως της λεκίθου με έγχρωμο ριπίδιο της εταιρείας Roche. Το ριπίδιο αυτό φέρει 15 φύλλα, ο χρωματισμός των οποίων κυμαίνεται από το ωχρό πρασινοκίτρινο και μέσα από το χρυσοκίτρινο μέχρι το βαθύ πορτοκαλί. Κατά την εκτίμηση του χρώματος της λεκίθου, τα φύλλα του ριπίδιου φέρονταν αμέσως πάνω από τη λεκίθου και η παρατήρηση γινόταν κατακόρυφα από πάνω για τον καθορισμό της απόχρωσης που ταίριαζε με το χρώμα της λεκίθου.

Πίνακας 1. Σύνθεση και χημική ανάλυση σιτηρεσίου.

Table 1. Composition and chemical analysis of basal diet.

Συστατικά- Ingredient	g/kg
Καλαμπόκι- Corn	648,0
Πίτυρα σίτου- Wheat bran	84,0
Σογιάλευρο- Soybean meal (44%)	88,0
Πλήρες σογιάλευρο- Fullfat soybean meal	78,0
Κρεατάλευρο- Meat meal	53,3
Μεθειονίνη- Methionine	1,2
Μαρμαρόσκονη- Limestone	8,0
Φωσφορικό διασβέστιο- Dicalcium phosphate	7,0
Αλάτι- Salt	2,5
Βιταμίνες ¹ – Vitamin premix	15,0
Ιχνοστοιχεία ² - Mineral premix	15,0
Χημική ανάλυση- Chemical analysis (g/kg)	
Ξηρή ουσία- Dry matter	893,2
Ολικές αζωτούχες ουσίες- Crude protein	173,0
Ολικές λιπαρές ουσίες- Ether extract	40,0
Ολικές ινώδεις ουσίες- Crude fibre	47,0
Ανόργανες ουσίες- Mineral	95,4
Ασβέστιο- Calcium	35,0
Φωσφόρος - Phosphorus	6,0

¹ ανά kg η σύνθεση του μίγματος βιταμινών είχε ως εξής: 625000 Δ.Μ βιταμίνης Α, 625000 Δ.Μ βιταμίνης D₃, 15000 mg βιταμίνης Ε, 1000 mg βιταμίνης Β₁, 2000 mg βιταμίνης Β₂, 1500 mg βιταμίνης Β₆, 10 mg βιταμίνης Β₁₂, 25000 mg βιταμίνης C, 37.5 mg Βιοτίνης, 500 mg φολικού οξέος, 5000 mg πανθοθενικού οξέος.

² ανά kg η σύνθεση του μίγματος των ιχνοστοιχείων είχε ως εξής: 1500000 mg χλωριούχο χολίνη, 125 mg κοβάλτιο, 500 mg ιώδιο, 100 mg σελήνιο, 80000 mg Σίδηρο, 20000 mg μαγγάνιο, 35000 mg χαλκός και 40000 mg ψευδάργυρος.

Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε ανάλυση παραλλακτικότητας. Οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) και η παραλλακτικότητα ελέγχθηκε με το συντελεστή παραλλακτικότητας (Φωτιάδης 1985).

Αποτελέσματα

Στον Πιν. 2 δίνονται η ρυθμιστική ικανότητα και οι τιμές pH των πειραματικών σιτηρεσίων και των συστατικών τους.

Από τον Πιν. 2 προκύπτει ότι οι πηγές των ανόργανων στοιχείων, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να καλύψουν τις ανάγκες των ορνίθων σε ανόργανα στοιχεία, επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τη οξεοβασική ισορροπία και ως εκ τούτου και τη ρυθμιστική ικανότητα. Η μαρμαρόσκονη και το μίγμα των ανόργανων αλάτων εμφανίζουν πολύ υψηλή ρυθμιστική ικανότητα, εάν συγκριθούν με τις απλές ζωοτροφές που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση του σιτηρεσίου. Αντίθετα, το φωσφορικό διασβέστιο εμφανίζει μηδενική ρυθμιστική ικανότητα.

Οι τιμές του pH στα κόπρανα των ορνίθων δίνονται στο Πιν. 3. Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του Πιν. 3, οι τιμές pH στην κόπρο του μάρτυρα ήταν σημαντικά ($P < 0,05$) υψηλότερες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές της κόπρου των ορνίθων των επεμβάσεων Β και Γ. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών pH στην κόπρο των επεμβάσεων Β και Γ.

Η επίδραση των σιτηρεσίων με διαφορετική ρυθμιστική ικανότητα στο σωματικό βάρος των ορνίθων, φαίνεται στον Πίν. 4. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο σωματικό βάρος των ορνίθων μεταξύ των

Πίνακας 2. Ρυθμιστική ικανότητα και τιμές συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου των πειραματικών σιτηρεσίων και των συστατικών τους.

Table 2. Buffering capacity and pH values of experimental diets and their ingredients.

Σιτηρέσια- Diets	Ρυθμιστική ικανότητα Buffering capacity ml 1N HCL	Τιμές pH pH values
A	49,2	6,4
B (1%)	40,4	6,2
Γ (1,5%)	32,6	6,1
Καλαμπόκι- Corn	12	6,4
Πίτυρα σίτου- Wheat bran	7	6,4
Σογιάλευρο- Soybean meal (44%)	44	6,8
Πλήρες σογιάλευρο- Fullfat soybean meal	44	6,8
Κρεατάλευρο- Meat meal	72	6,2
Μαρμαρόσκονη- Limestone	470	7,2
Φωσφορικό διασβέστιο- Dicalcium Phosphate	0	4,0
Ιχθυοστοιχεία- Mineral premix	800	6,4

Πίνακας 3. Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου¹ στη κόπρο ορνίθων αυγοπαγωγής.

Table 3. Hydrogen ion concentrations in hens dung.

Ημέρα πειράματος Day of experiment	A Μάρτυρας -Control group	B Οξιμιστής -Acidifier 1% _{oo}	Γ- C Οξιμιστής -Acidifier 1,5 % _{oo}	Ολικό Τυπικό σφάλμα Total Standard error
1	7,4 ^a	6,6 ^b	6,4 ^b	0,18
30	7,3 ^a	6,8 ^b	6,4 ^b	0,21
60	7,5 ^a	6,9 ^b	6,6 ^b	0,25
90	7,4 ^a	6,8 ^b	6,7 ^b	0,21

1. Μέσοι όροι- Means.

Μέσοι όροι στη κάθε γραμμή με διαφορετικό εκθέτη και κάθε στήλη διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$)- Means in the same row with different superscript are statistically different ($P < 0,05$).

ομάδων A, B και Γ στην έναρξη, στο μέσο και στο τέλος του πειράματος.

Στο Πίν. 5 φαίνονται οι επιδράσεις των σιτηρεσίων με διαφορετική ρυθμιστική ικανότητα στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ορνίθων του πειράματος.

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά το ύψος της αυγοπαγωγής, τη κατανάλωση και την εκμετάλλευση της τροφής μεταξύ των ορνίθων των τριών ομάδων του πειράματος.

Στο Πίν. 6 φαίνεται η επίδραση των πειραματικών σιτηρεσίων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αυγών.. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων του πειράματος όσον αφορά το βάρος, το ύψος και τη διάμετρο του αυγού και της λεκίθου, το ύψος του λευκού και τη σκληρότητα του κελύφους.

Σχολιασμός - Συμπεράσματα

Η όρνιθα Isabrown χαρακτηρίζεται από την άριστη ικανότητα προσαρμογής, τον ήρεμο χαρακτήρα και την εξαιρετική ποιότητα και μέγεθος των αυγών. Κατά την εφαρμογή του παρόντος πειράματος εξέλειπαν οι συνθήκες καταπόνησης, οι οποίες ενδεχόμενα θα ευνοούσαν το πολλαπλασιασμό των παθογόνων, με αποτέλεσμα την εκδήλωση ασθενειών και τη μείωση της παραγωγικότητας.

Η ρυθμιστική ικανότητα του σιτηρεσίου ήταν αρκετά υψηλή, λόγω της παρουσίας σε αυτό κυρίως της μαρμαρόσκονης και του μίγματος των ανόργανων ουσιών. Η παρουσία των οξιμιστών δεν επηρέασε σημαντικά το pH της τροφής αλλά μείωσε σημαντικά το pH των κοπράνων των ομάδων B και Γ σε σύγκριση με το

Πίνακας 4. Επίδραση σιτηρεσίων με διαφορετική ρυθμιστική ικανότητα στο σωματικό βάρος¹ των ορνίθων
Table 4. Effect of diets with different buffering capacities on body weight of hens.

Επεμβάσεις- Treatments	Σωματικό βάρος ορνίθων- Body weight of hens kg		
	Έναρξη Πειράματος 1 st day	Μέσο πειράματος 45 th day of experiment	Τέλος πειράματος End of experiment
A	1,80	1,84	1,92
B (1%)	1,84	1,88	1,98
Γ (1,5%)	1,79	1,86	1,91
Ολικό Τυπικό σφάλμα - Total Standard error.	0,12	0,09	0,18

1. Μέσοι όροι- Means.

Μέσοι όροι στην κάθε στήλη με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$)- Means in the same column with different superscript are statistically different ($P < 0,05$).

Πίνακας 5. Επιδράσεις σιτηρεσίων με διαφορετική ρυθμιστική ικανότητα στα παραγωγικά χαρακτηριστικά¹ των ορνίθων.

Table 5. Effects of diets with different buffering capacities on laying performance.

Παράμετροι- Variable	Επεμβάσεις- Treatments			
	A Μάρτυρας Control group 1‰	B Οξιμιστής Acidified 1‰	Γ- C Οξιμιστής Acidified	Ολικό Τυπικό σφάλμα Total Standard error
Αυγοπαραγωγή- Egg production % Ζωντανών ορνίθων - %Hen day production	80,02	79,35	79,62	0,251
Σπασμένα*- Broken eggs	12	12	11	0,45
Κατανάλωση τροφής- Feed intake g/όρνιθα/ημέρα- g/hen/day	114,3	112,7	113,4	0,302
Συντελεστής Εκμετάλλευσης - Feed conversion ratio g/Kg αυγών- g/Kg of eggs.	2218,0	2226,1	2218,5	5,872

1. Μέσοι όροι- Means.

Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$) - Means in the same column with different superscript are statistically different ($P < 0,05$).

* Συμπεριλαμβάνονται και τα αυγά με μαλακό κέλυφος και χωρίς κέλυφος.

μάρτυρα. Οι Florou-Paneri κ.α. (2001), παρατήρησαν ότι στα διάφορα τμήματα του εντερικού σωλήνα παχυνόμενων ορνιθίων οι τιμές του pH δεν επηρεάζονται από τη ρυθμιστική ικανότητα του σιτηρεσίου και διατύπωσαν την άποψη ότι ο υγιής οργανισμός των πτηνών έχει την ικανότητα διατήρησης της οξύτητας στον εντερικό σωλήνα, μέσα σε καθορισμένα όρια.

Το μέσο ποσοστό ωοτοκίας των ορνίθων του παρόντος πειράματος ήταν περίπου 80,0% και το αντίστοιχο μέσο βάρος των αυγών 64,2 g. Οι αποδόσεις αυτές είναι πολύ κοντά στα όρια των μέσων αποδόσεων της συγκεκριμένης φυλής όρνιθας, της οποίας το ποσοστό ωοτοκίας στην ηλικία των 76 εβδομάδων υπολογίζεται σε 73% και το μέσο βάρος αυγών στην ηλικία των 29 και 76 εβδομάδων 60 και 62,7 g, αντίστοιχα.

Ο Cole (1991) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ανταπόκριση των πτηνών στην προσθήκη προβιοτικών εξαρτάται από το υφιστάμενο επίπεδο των αποδόσεων τους και συνεπώς, όταν στο σμήνος παρατηρούνται υψηλές αποδόσεις η προσθήκη των προβιοτικών δεν είναι απαραίτητη. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση των χαμηλών αποδόσεων. Κάτι ανάλογο ενδεχόμενα είναι δυνατό να ισχύει και για την περίπτωση των οξιμιστών (Florou- Paneri κ.α. 2001).

Πίνακας 6. Επίδραση σιτηρεσιών με διαφορετική ρυθμιστική ικανότητα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά¹ των αυγών.
Table 6. Effect of diets with different buffering capacities on qualitative traits of eggs.

Επεμβάσεις Treatments	Αυγό- Egg			Λέκιθος- Yolk			Ύψος Λευκού Height White	Πάχος Κελύφους Shell thickness
	Βάρος Weight g	Ύψος Height mm	Διάμετρος Diameter mm	Ύψος Height mm	Διάμετρος Diameter mm	Χρώμα* Colour	mm	10 ⁻² mm
A	64,4	56,4	44,8	19,0	40,5	9,9	7,9	41,7
B (1%)	63,8	57,1	44,2	18,6	40,2	9,9	8,8	41,4
Γ (1,5%)	64,2	56,8	44,2	18,8	40,3	9,8	8,2	41,7
Τυπικό σφάλμα Standard error	1,06	0,78	1,07	0,5	0,84	0,37	0,6	1,23

1. Μέσοι όροι- Means

Μετρήσεις με διαφορετικό εκθέτη στην κάθε στήλη διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$)- Means in the same column with different superscript are statistically different ($P < 0,05$).

* 15 βάθμιο ριπίδιο Roche.

Ακόμη και στην περίπτωση των αντιβιοτικών, η χορήγηση κρίνεται σκόπιμη και θεωρείται επωφελής όταν η υγιεινή κατάσταση του ζώου δε βρισκείται σε ικανοποιητικό επίπεδο, ενώ αντίθετα δεν είναι απαραίτητη και θεωρείται περιττή όταν η υγιεινή κατάσταση του είναι καλή (Partanen κ.α. 2002).

Οι συνθήκες διαβίωσης και διατροφής στα πλαίσια του παρόντος πειράματος ήταν πολύ καλές και εξέλιπε ο κίνδυνος εμφάνισης συνθηκών καταπόνησης και μειωμένης παραγωγικότητας των ορνίθων. Συμπερασματικά λοιπόν η προσθήκη οξινοστών σε επίπεδο 1% και 1,5% σε ένα τυπικό σιτηρέσιο αυγοπαραγωγής με βάση τον αραβόσιτο και το σογιάλευρο, δεν είχε καμία επίδραση στην παραγωγικότητα των ορνίθων και την κατάσταση της υγείας τους.

The effect of feed acidification on the performance and egg traits of laying hens

I. Nikolakakis¹ and D. Dotas²

Summary

To study the effect of different levels of acidifiers in diets for laying hens, a feeding trial was conducted. Six hundred and seventy two layers, aged 31 weeks, were randomly allocated in 3 dietary treatments. The duration of the trial was 90 days. A completely randomized experimental design was applied. Each treatment comprised 7 replicates of 32 layers each, in groups of 4, housed in vertical triple – deck laying conventional cages. During the experimental period, 3 different diets were given to the layers: Diet A, the untreated one and diets B and C containing 1 and 1.5% acidifier, respectively.

During the course of the trial daily evaluations concerning eggs number, egg weight, cracked or those without shell eggs were recorded. Every fifteen days, 28 eggs of each treatment were randomly selected and weighted each separately. Fifteen from these 28 eggs were randomly selected for evaluations on egg traits. The pH of hens dung was determined at three different times. Also, at the beginning, in the middle and at the end of the trial a representative number of hens were weighed in order to calculate the weight change.

It was found that none of the three diets (A, B and C) with buffering capacity values of 49.2, 40.4 and 32.6 ml, respectively and hydrogen ion concentration values of 6.4, 6.2 and 6.1 respectively, exerted any significant

¹ Technological Educational Institute of West Makedonia. Animal Science Department School of Agriculture, Florina.

² Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, A.U.Th.

effect on performance and egg traits of laying hens.

Furthermore, hydrogen ion concentrations in the hens dung were not significantly influenced by the buffering capacity of the diets, at any time during the feeding experiment.

In conclusion, the addition of acidifiers in layers diets does not seem to be useful and financial has justified under the conditions of the present trial. However, the use of acidifiers would possibly be beneficial in large-scale breeding, where the hygiene status is not high and the control of pathogens more difficult.

Key words: Hens, buffering capacity, organic acid, performance, egg traits.

Βιβλιογραφία

- Adams, C., 1999. *Nutricines: Food Components in Health and Nutrition*. Nottingham University Press.
- AOAC, 1987. *Official and tentative methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington, D.C.
- Best, P., 2000. How do acids work as growth promoters. *Feed International*, May 2000, p. 23-24.
- Cole, J., 1991. The role of the nutritionist in designing feeds for the future. *Pig News Inf.* 12, 393-401.
- Cromwell, L., 1990. Antimicrobial agents. In: *Swine Nutrition*. E.R. Miller, D.E. Ullrey, A.J. Lewis, (eds), Butterworth-Heinemann, Boston, MA, U.S.A., 1990: 297-313.
- Eidelsburger, U. and M. Kirchgessner, 1994: Effect of organic acids and salts in the feed on fattening performance of broilers. *Arch. Gefluegelk.* 58, 268-277.
- Florou- Paneri P., E. Cristaki, N. A. Botsoglou, A. Kalousis and A. B. Spais, 2001. Performance of broilers and the hydrogen ion concentration in their digestive tract following feeding of diets with different buffering capacities. *Arch. Gefluegelk* 2001, 65 (2), 1-5.
- Φωτιάδης Α., 1985. Εισαγωγή στη Στατιστική για Βιολογικές Επιστήμες. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Jin L., Y. Ho, N. Abdullah and S. Jalaludin, 1997. Probiotics in poultry: modes of action. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 53, December 1997.
- Ματσούκας Ι., 1985. Ορνιθοτροφία.. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Miller, F., 1987. Acidifier poultry diets and their implications for the poultry industry. In: *Biotechnology in the feed industry*. Altech Technical Publications, p. 199.
- Newman K., 1996. Nutritional Manipulation of the gastrointestinal tract to eliminate salmonella and other pathogens. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. The living Gut. Altech Inc. 1996.
- Partanen, K., H. Siljander-Rasi, T. Alaviuhkola, K. Suomi, M. Fossi, 2002. Performance of growing- finishing pigs fed medium- or high-fibre diets supplemented with formic acid or formic acid- sorbate blend. *Livest. Prod. Sci.* 2002, 73: 139-152.
- Σπαής Α., Η. Γιάννενας, Π. Φλώρου- Πανέρη, Ε. Χρηστάκη και Ν. Μπότσογλου, 2002. Επίδραση του Genex, μιας πρόσθετης ύλης ζωοτροφών με οργανικά οξέα και εκχυλίσματα βοτάνων, στις αποδόσεις των κρεοπαραγωγών ορνιθίων. Υπό δημοσίευση στο Επιστημονικό περιοδικό της Ελληνικής Κτηνιατρικής Εταιρείας.
- Waldroup, A., S. Kaniawati and A. Mauromustakos, 1995. Performance characteristics and microbiological aspects of broilers fed diets supplemented with organic acids. *J. Food Protect* 58, 482-489.

Επίδραση της αμειψισποράς στην απόδοση του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του σιταριού

I.N. Σφακιανάκης¹, Ε. Μπλέτσος¹, Γ. Ευγενίδης¹ και Β. Μελλίδης¹

Περίληψη

Μελετήθηκε η επίδραση διαφόρων συστημάτων αμειψισποράς στην απόδοση των καλλιεργειών καλαμποκι, βαμβάκι, σιτάρι και σόγια. Η έρευνα άρχισε το 1992 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσ/νίκης σε γόνιμο ιλυοαργιλλοπηλώδες (SiCl) έδαφος με pH 7,8 και οργανική ουσία 1,7% και διήρκεσε έξι έτη. Τα συστήματα αμειψισποράς που μελετήθηκαν περιελάμβαναν τη μονοκαλλιέργεια των τριών καλλιεργειών (Κ,Β,Σ) με διαφορετική διαχείριση των υπολειμμάτων για το καλαμπόκι (κάψιμο Σκ, ενσωμάτωση Σε) και το σιτάρι (κάψιμο Σκ, ενσωμάτωση Σε), τρία συστήματα με τριετή κύκλο (Κ-Κ-Σο, Β-Β-Σο, Κ-Σ-Β) και δύο συστήματα με διετή κύκλο (Κ-Β, Β-Σ).

Το καλαμπόκι σε αμειψισπορά με σόγια απέδωσε σημαντικά ανώτερα από το μάρτυρα το πέμπτο και έκτο έτος της αμειψισποράς. Με σπορά του καλαμποκιού αμέσως μετά την καλλιέργεια της σόγιας η απόδοση ήταν ανώτερη κατά 26% το πέμπτο έτος και 28% το έκτο έτος, ενώ με σπορά το δεύτερο έτος μετά την παρεμβολή της καλλιέργειας του καλαμποκιού η απόδοση ήταν ανώτερη 14% για το πέμπτο έτος και 36% για το έκτο έτος. Επίσης, στο τριετές σύστημα αμειψισποράς με βαμβάκι και σιτάρι το καλαμπόκι απέδωσε 27% περισσότερο το έκτο έτος ενώ στο διετές σύστημα με βαμβάκι απέδωσε 16% περισσότερο το πέμπτο και το έκτο έτος της αμειψισποράς. Το σιτάρι απέδωσε περισσότερο ήδη από το δεύτερο έτος της αμειψισποράς και στον τριετή (με καλαμπόκι και βαμβάκι) και στο διετή (με βαμβάκι) κύκλο αμειψισποράς, με διαφορά από το μάρτυρα, το έκτο έτος, 34% για τον τριετή και 12% για το διετή κύκλο. Η καλλιέργεια του βαμβακιού δεν παρουσίασε διαφορά μεταξύ των συστημάτων αμειψισποράς με καλαμπόκι και σιτάρι και της μονοκαλλιέργειάς του. Ούτε και η αμειψισπορά με σόγια δεν αύξησε την απόδοση του βαμβακιού. Στις μεταχειρίσεις μονοκαλλιέργειας του καλαμποκιού και του σιταριού, με κάψιμο ή ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά.

Λέξεις κλειδιά: αμειψισπορά, απόδοση, καλαμπόκι, βαμβάκι, σιτάρι

Εισαγωγή

Η επικράτηση της μονοκαλλιέργειας του καλαμποκιού τη δεκαετία του '80 και του βαμβακιού τη δεκαετία του '90 στις αρδευόμενες περιοχές, ήταν το αποτέλεσμα του υψηλού εισοδήματος που απολάμβανε ο παραγωγός εξαιτίας της μεγάλης απόδοσης και της ικανοποιητικής τιμής πώλησης του προϊόντος. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε την τελευταία 10ετία στις μη αρδευόμενες περιοχές με την επικράτηση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (ικανοποιητική κατά στρέμμα επιδότηση της καλλιέργειας). Έτσι, εγκαταλείφθηκε η εφαρμογή της αμειψισποράς που αποτέλεσε την κύρια καλλιεργητική πρακτική, για χιλιάδες χρόνια, για τον έλεγχο των ασθενειών και των ζιζανίων, τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και της απόδοσης σε ικανοποιητικά επίπεδα. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται εξαιτίας της μονοκαλλιέργειας αντιμετωπίζονται με τη συνεχώς αυξανόμενη χρήση χημικών λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων. Η συνεχής όμως χρήση των σκευασμάτων αυτών δημιουργεί σοβαρά προβλήματα, όπως είναι η μόλυνση του περιβάλλοντος, η παραγωγή προϊόντων ακατάλληλων για κατανάλωση, η οικονομική επιβάρυνση της καλλιέργειας κλπ.

Σοβαρή προσπάθεια έγινε και γίνεται για τη μελέτη των διαφόρων συστημάτων αμειψισποράς και την τεχνική της καλλιέργειας. Η πλέον μακροχρόνια έρευνα διεξάγεται στο Πανεπιστήμιο του Illinois (**The morrow plots. A century of learning, 1982**). Εγκαταστάθηκε το 1876 με 10 περιματικά τεμάχια των 2 στρεμμάτων το καθ'ένα. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόδοση του καλαμποκιού ήταν ανώτερη στο σύστημα αμειψισποράς καλαμπόκι-βρώμη-τριφύλλι, ακολουθούμενη από την αμειψισπορά καλαμπόκι -

¹ Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), Ινστιτούτο Σιτηρών, Τ.Θ. 60 411 570 01 Θέριμη-Θεσσαλονίκη

βρώμη και τελευταία στο τεμάχιο με συνεχή καλλιέργεια καλαμποκιού. Η σειρά αυτή ήταν η ίδια ανεξάρτητα αν η καλλιέργεια έγινε χωρίς καμιά άλλη μεταχείριση ή με την προσθήκη κοπριάς, ασβέστου ή χημικών λιπασμάτων.

Οι Shrader κ.ά. (1966) καθώς και οι Baldock και Musgrave (1980) βρήκαν ότι η καλλιέργεια καλαμποκιού αποδίδει σε μονοκαλλιέργεια το ίδιο όπως και σε αμειψισπορά. Οι Baldock κ.ά. (1981) αναφέρονται στη θετική ανταπόκριση στην αμειψισπορά ως το αποτέλεσμα της συμμετοχής στο σύστημα αμειψισποράς κάποιου ψυχανθούς. Αυτό δεν είναι όμως απόλυτο αφού βρέθηκε σημαντική αύξηση της απόδοσης σε αμειψισπορά χωρίς ψυχανθές (Robinson, 1966). Επίσης, οι Langer και Randall (1981) βρήκαν ότι το καλαμπόκι απέδωσε περισσότερο σε αμειψισπορά με σιτάρι ενώ, οι Crookston κ.ά. (1988) βρήκαν αύξηση της απόδοσης είτε σε αμειψισπορά με σόγια είτε με αγρανάπαυση.

Οι Crookston κ.ά. (1991) αναφέρουν ότι το καλαμπόκι σε αμειψισπορά απέδωσε 10% περισσότερο από το καλαμπόκι σε μονοκαλλιέργεια. Επίσης, στην περίπτωση της μονοκαλλιέργειας με καλαμπόκι, η απόδοση το 1ο έτος ήταν 15% ανώτερη της απόδοσης των άλλων ετών συνεχούς καλλιέργειας και προτείνουν τη μη καλλιέργεια καλαμποκιού για 2ο χρόνο και μάλιστα συστήνουν την αμειψισπορά με τρεις καλλιέργειες και πιθανόν περισσότερες. Στα ίδια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Porter κ.ά. (1997) και μάλιστα στο ότι το όφελος από την αμειψισπορά είναι μεγαλύτερο σε περιβάλλοντα μικρής παραγωγικότητας. Οι Edwards κ.ά. (1988) αναφέρουν διαφορές στο τρίτο έτος της αμειψισποράς καλαμπόκι-σόγια. Οι Lund κ.ά. (1993) αναφέρουν ότι με τη μονοκαλλιέργεια η απόδοση ήταν 10% μειωμένη για το καλαμπόκι και για τη σόγια 15% σε σύγκριση με την αμειψισπορά καλαμπόκι-σόγια. Για το σιτάρι αναφέρουν 9% μικρότερη απόδοση σε μονοκαλλιέργεια από ότι στην αμειψισπορά με καλαμπόκι και σόγια.

Στην αμειψισπορά καλαμπόκι-βαμβάκι-σόγια (Entry κ.ά. 1996) σε μακροχρόνιο πείραμα αμειψισποράς (από το 1896) στο Πανεπιστήμιο Auburn της Alabama τα τεμάχια με διετή αμειψισπορά (βαμβάκι-καλαμπόκι) και αυτά με τριετή αμειψισπορά (βαμβάκι-καλαμπόκι-σόγια) είχαν μεγαλύτερη απόδοση από τα τεμάχια με συνεχή καλλιέργεια βάμβακος. Αύξηση της απόδοσης στο βαμβάκι κατά 12,6% και 12,8% σε ξηρικές και αρδευόμενες καλλιέργειες, αντίστοιχα, βρήκαν σε αμειψισπορά με σιτάρι σε σύγκριση με μονοκαλλιέργεια βάμβακος (Bordovsky κ.ά. 1994). Αντίθετα, οι Hunt κ.ά. (1998) δεν βρήκαν να επηρεάζεται σημαντικά η απόδοση στο βάμβακι σε αμειψισπορά με αραχίδα.

Τα συστήματα αμειψισποράς που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία αφορούσαν κυρίως τις καλλιέργειες καλαμπόκι και βαμβάκι, που είναι οι κύριες ανταγωνιστικές καλλιέργειες στις αρδευόμενες περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας. Σε μεγάλο ποσοστό εισήχθη και η καλλιέργεια του μαλακού σιταριού, ενώ η σόγια χρησιμοποιήθηκε σε λίγες μεταχειρίσεις απλώς για τη μελέτη της επίδρασης του ψυχανθούς. Σκοπός ήταν να μελετηθεί η επίδραση των διαφόρων συστημάτων αμειψισποράς στην απόδοση του καλαμποκιού βαμβακιού και σιταριού. Η σύγκριση έγινε με τις μονοκαλλιέργειες των τριών καλλιεργειών. Στις περιπτώσεις του καλαμποκιού και του σιταριού η μονοκαλλιέργεια έγινε σε δύο μεταχειρίσεις (με κάψιμο και με ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας).

Υλικά και Μέθοδοι

Ο πειραματικός εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσ/νίκης τα έτη 1991-1996 σε έδαφος υλοαργιλλοπηλώδες (SiCl) με pH 7,8 και οργανική ουσία 1,7%. Για το καλαμπόκι χρησιμοποιήθηκε το ελληνικό απλό υβρίδιο APHS, για το μαλακό σιτάρι η ποικιλία YECORA E και για το βαμβάκι η Σίνδος '80.

Η λίπανση έγινε σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα των Ινστιτούτων Σιτηρών και Βάμβακος. Έτσι, για το σιτάρι χρησιμοποιήθηκε η λίπανση 8-4-0 (kgN/στρ. - kgP₂O₅/στρ. - kgK₂O/στρ., αντίστοιχα) ως βασική και 6,6-0-0 ως επιφανειακή, για το καλαμπόκι 15-7,5-0 ως βασική και 10-0-0 ως επιφανειακή, για το βαμβάκι η 10-5-0 ως βασική και για τη σόγια η 0-9-0 ως βασική. Επίσης, στο σπόρο της σόγιας, πριν τη σπορά του, έγινε εμβολιασμός με κατάλληλο σκεύασμα ριζοβακτηρίων.

Ο έλεγχος των ζιζανίων έγινε τόσο με τη χρήση μηχανικών μέσων (φρεξοσαλιστήρι) όσο και με το χέρι. Ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιήθηκαν σε ελάχιστες περιπτώσεις για την αποφυγή της δημιουργίας προβλημάτων στην επόμενη καλλιέργεια. Οι διαφορετικές απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό αντιμετωπίστηκαν με τη χρησιμοποίηση δικτύου για "στάγδην άρδευση", ανεξαρτήτου για την κάθε καλλιέργεια.

Η πυκνότητα σποράς για το καλαμπόκι ήταν 6.250 φυτά/στρ. (0,80m X 0,20m), για το βαμβάκι 18.000 φυτά/

στο. με απόσταση γραμμής από γραμμή 0,80m, για το σιτάρι χρησιμοποιήθηκαν 18 kg/στο. με απόσταση μεταξύ των γραμμών 0,25m και για τη σόγια 30.000 φυτά/στο. με απόσταση μεταξύ των γραμμών 0,50m.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες με 18 μεταχειρίσεις και τρεις επαναλήψεις. Οι 18 μεταχειρίσεις αποτελούν διάφορα συστήματα αμειψισποράς όπως δίνονται στον Πίνακα Ι. Από το σύνολο των 18 μεταχειρίσεων οι πέντε αφορούσαν μονοκαλλιέργεια καλαμποκιού, σιταριού και βαμβάκιου. Δύο μεταχειρίσεις για το καλαμπόκι, δύο για το σιτάρι και μία για το βαμβάκι. Από τις δύο μεταχειρίσεις για το καλαμπόκι και το σιτάρι η μία αφορούσε την καύση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας (καλαμιάς) και η άλλη την ενσωμάτωσή τους στο έδαφος με όργωμα, αφού πρώτα ετεμαχίζοντο με στελεχοκόπτη. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις αφορούσαν συστήματα διετούς και τριετούς αμειψισποράς. Το κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε έκταση 88 m² (10m X 8,8m) και ο μεταξύ των επαναλήψεων διάδρομος ήταν 5,6m για την εύκολη χρήση των γεωργικών μηχανημάτων. Για τον ακριβή καθορισμό της θέσης των πειραματικών τεμαχίων κάθε χρόνο μετά την κατεργασία του εδάφους, τοποθετήθηκαν εκτός του πειραματικού σταθερά σημεία (σιδερένιοι πάσσαλοι) ως σημεία αναφοράς.

Πίνακας Ι. Συστήματα αμειψισποράς καλαμποκιού (Κ), βαμβάκιου (Β), σιταριού (Σ) και σόγιας (Σο) για 18 μεταχειρίσεις

Μεταχείριση	Σύστημα αμειψισποράς	Τοποθέτηση καλλιεργειών κάθε έτος					
		1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	Κ κ* (συνεχώς)	Κ	Κ	Κ	Κ	Κ	Κ
2	Κ ε* (συνεχώς)	Κ	Κ	Κ	Κ	Κ	Κ
3	Β (συνεχώς)	Β	Β	Β	Β	Β	Β
4	Σ κ* (συνεχώς)	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
5	Σ ε* (συνεχώς)	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
6	3ετής κύκλος	Κ	Σο	Κ	Κ	Σο	Κ
7	“	Κ	Κ	Σο	Κ	Κ	Σο
8	“	Σο	Κ	Κ	Σο	Κ	Κ
9	3ετής κύκλος	Β	Σο	Β	Β	Σο	Β
10	“	Β	Β	Σο	Β	Β	Σο
11	“	Σο	Β	Β	Σο	Β	Β
12	3ετής κύκλος	Κ	Σ	Β	Κ	Σ	Β
13	“	Β	Κ	Σ	Β	Κ	Σ
14	“	Σ	Β	Κ	Σ	Β	Κ
15	2ετής κύκλος	Κ	Β	Κ	Β	Κ	Β
16	“	Β	Κ	Β	Κ	Β	Κ
17	2ετής κύκλος	Β	Σ	Β	Σ	Β	Σ
18	“	Σ	Β	Σ	Β	Σ	Β

* κ με κάψιμο της καλαμιάς, ε με ενσωμάτωση της καλαμιάς

Σύμφωνα με τις διαστάσεις του πειραματικού τεμαχίου και την πυκνότητα σποράς είχαμε σε κάθε πειραματικό τεμάχιο ένδεκα γραμμές για το καλαμπόκι και το βαμβάκι από τις οποίες συνεκομίζοντο οι επτά μεσαίες γραμμές (56 m² συγκομισθείσα έκταση), για το σιτάρι 35 γραμμές από τις οποίες συνεκομίζοντο οι 24 μεσαίες γραμμές (60 m² συγκομισθείσα έκταση) και για τη σόγια είχαμε 18 γραμμές από τις οποίες συνεκομίζοντο οι ένδεκα μεσαίες γραμμές (55 m² συγκομισθείσα έκταση).

Οι ημερομηνίες σποράς και συγκομιδής διέφεραν κάπως από έτος σε έτος. Συνήθεις ημερομηνίες ήταν τέλη Νοεμβρίου για το σιτάρι με συγκομιδή το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου, το τελευταίο δεκαήμερο του Απριλίου για το καλαμπόκι με συγκομιδή το πρώτο δεκαπενθήμερο του Οκτωβρίου, αρχές Μαΐου για το βαμβάκι με συγκομιδή Οκτώβριο – Νοέμβριο συνήθως 2 φορές (δύο χέρια) και μέσα Απριλίου για τη σόγια με συγκομιδή τέλη Σεπτεμβρίου.

Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε για το καλαμπόκι (Πίνακας II) και το βαμβάκι (Πίνακας III) για κάθε έτος χωριστά. Για το σιτάρι, λόγω του μικρού αριθμού των μεταχειρίσεων, έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας μόνο για όλα τα έτη μαζί (Πίνακας IV). Για τη σόγια δεν έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (μόνο δύο μεταχειρίσεις). Επίσης, υπολογίσθηκε το πλεονέκτημα ή μειονέκτημα για κάθε έτος πειραματισμού ως η διαφορά της απόδοσης κάθε μεταχείρισης από την απόδοση της μεταχείρισης που χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τη σύγκριση (μάρτυρας) διαιρώντας με την απόδοση του μάρτυρα και πολλαπλασιάζοντας με το 100 (Porter κ.ά. 1997).

Πίνακας II. Απόδοση καλαμποκιού (kg/στρ.) στα έξι συστήματα αμειψισποράς και το πλεονέκτημα ή μειονέκτημα σε σχέση με τη μεταχείριση με μονοκαλλιέργεια καλαμποκιού και με κάψιμο καλαμιάς (Κ κ)

Σύστημα Αμειψισποράς	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Κ κ	1159	1151	1004	1197	1125 bc ¹	809 bc
Κ π	1208	1191	938	1134	1047 c	771 c
Κ-Κ ^α -Σο	1150	1096	876	1124	1412 a	1039 ab
Κ ^β -Κ-Σο	1085	1151	958	1154	1280 abc	1103 a
Κ-Β-Σ	1174	1155	1010	1176	1084 bc	1026 ab
Κ-Β	1172	1156	1072	1228	1305 ab	936 abc
F	0,48 n.s.	0,29 n.s.	1,25 n.s.	0,52 n.s.	3,30*	5,01**
CV	8,8%	8,5%	11,70	8,1	11,3	10,5
ΕΣΔ.05	-	-	-	-	248,9	252,2

Πλεονέκτημα ή μειονέκτημα ² %

Κ π	4	3	-6	-5	-7	-5
Κ-Κ ^α -Σο	-1	-5	-13	-6	26	28
Κ ^β -Κ-Σο	-6	0	-5	-4	14	36
Κ-Β-Σ	1	0	1	-2	-4	27
Κ-Β	1	0	7	3	16	16

*,** Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα

1 μ.ο. αποδόσεων με το ίδιο γράμμα του δείκτη δεν διαφέρουν σημαντικά

2 Το πλεονέκτημα στην απόδοση (%) υπολογίσθηκε από τη διαφορά της απόδοσης της μεταχείρισης που μελετάται και της μεταχείρισης Κ κ, διαιρώντας τη διαφορά με τη μεταχείριση Κ κ και πολλαπλασιάζοντας με το 100.

α, β πρώτο και δεύτερο έτος καλλιέργειας καλαμποκιού αντίστοιχα, μετά την καλλιέργεια της σόγιας

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η απόδοση του καλαμποκιού στα διάφορα συστήματα αμειψισποράς δίνεται στον Πίνακα II. Ως μάρτυρας λαμβάνεται η μεταχείριση με συνεχή καλλιέργεια καλαμποκιού και κάψιμο της καλαμιάς. Όπως φαίνεται, τα τέσσερα πρώτα χρόνια του πειραματισμού, δεν υπάρχει διαφορά στην απόδοση του καλαμποκιού τόσο μεταξύ των συστημάτων αμειψισποράς όσο και από αυτή του μάρτυρα (Κκ). Το 5ο έτος η καλλιέργεια του καλαμποκιού που ακολουθούσε την καλλιέργεια της σόγιας έδωσε σημαντικά ανώτερη απόδοση (26%) από αυτή του μάρτυρα. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στην καλλιέργεια του καλαμποκιού που συμμετείχε στο σύστημα αμειψισποράς με τη σόγια αλλά ως δεύτερο έτος καλλιέργειας καλαμποκιού δηλ. μετά την παρεμβολή για ένα χρόνο πάλι καλλιέργειας καλαμποκιού. Στην περίπτωση αυτή η απόδοση ήταν ανώτερη κατά 14% από το μάρτυρα. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αντίθετα με αυτά των Crookston κ.ά. (1991) που αναφέρουν ότι πρέπει να αποφεύγεται η καλλιέργεια καλαμποκιού για δεύτερο συνεχές έτος γιατί παρουσιάζεται μείωση της απόδοσης. Στο διετές σύστημα αμειψισποράς με βαμβάκι (Κ-Β) βρέθηκε σημαντικά ανώτερη απόδοση (16%) από το μάρτυρα ενώ, στο τριετές σύστημα αμειψισποράς με βαμβάκι και σιτάρι (Κ-Β-Σ) η απόδοση του

Πίνακας III. Απόδοση βαμβακιού (kg/στρ.) στα έξι συστήματα αμειψισποράς και το πλεονέκτημα ή μειονέκτημα σε σχέση με τη μεταχείριση με μονοκαλλιέργεια βαμβακιού (B)

Σύστημα Αμειψισποράς	1991	1992	1993	1994	1995	1996
B	255	348	343	361	309	287
B-B ^α -Σο	226	377	333	374	332	367
B ^β -B-Σο	258	373	335	331	315	345
K-B-Σ	254	364	303	360	282	316
K-B	250	339	334	387	323	360
B-Σ	236	360	289	366	255	285
F = 1,67 n.s. ¹	0,13 n.s.	0,30 n.s.	1,89 n.s.	1,21 n.s.	2,13 n.s.	1,05 n.s.
CV = 13,9%	23,7%	12,7%	8,8%	8,08%	11,3%	18,5%

Πλεονέκτημα ή μειονέκτημα ² %

B-B ^α -Σο	-11	8	-3	4	7	28
B ^β -B-Σο	1	7	-2	-8	2	20
Kαι-B-Σ	-	5	-12	-	-9	10
Kαι-B	-2	-3	-3	7	-5	25
B-Σ	-7	3	-16	1	-17	-1

2 Συνδυασμένη ανάλυση παραλλακτικότητας για όλα τα έτη πειραματισμού

2 Το πλεονέκτημα στην απόδοση (%) υπολογίσθηκε από τη διαφορά της απόδοσης της μεταχείρισης που μελετάται και της μεταχείρισης B, διαιρώντας τη διαφορά με τη μεταχείριση B και πολλαπλασιάζοντας με το 100.

α,β πρώτο και δεύτερο έτος καλλιέργειας βαμβακιού αντίστοιχα μετά την καλλιέργεια της σόγιας

Πίνακας IV. Απόδοση σιταριού (kg/στρ.) στα τέσσερα συστήματα αμειψισποράς και το πλεονέκτημα ή μειονέκτημα σε σύγκριση με τη μεταχείριση με μονοκαλλιέργεια και με κάψιμο της καλαμιάς (Σ κ)

Σύστημα Αμειψισποράς	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Σ κ	586 de ¹	461 g	441 ghi	686 bc	375 ij	290 k
Σ π	547 ef	477 fg	459 gh	681 bc	420 ghi	279 k
Kαι-B-Σ	573 e	573 e	534 ef	799 a	653 cd	390 hij
B-Σ	589 de	586 de	592 de	724 b	547 ef	325 jk

CV = 11,5% F_A = 11,6** F_{EXA} = 2,33* EΣΔ_{EXA05} = 69,9

Πλεονέκτημα ή μειονέκτημα ² %

Σ π	-7	3	4	-1	12	-4
K-B-Σ	-2	25	21	16	74	34
B-Σ	1	27	34	6	46	12

*, ** Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα

3 μ.ο. αποδόσεων με το ίδιο γράμμα του δείκτη δεν διαφέρουν σημαντικά

2 Το πλεονέκτημα στην απόδοση (%) υπολογίσθηκε από τη διαφορά της απόδοσης της μεταχείρισης που μελετάται και της μεταχείρισης Σ κ, διαιρώντας τη διαφορά με τη μεταχείριση Σ κ και πολλαπλασιάζοντας με το 100.

καλαμποκιού δεν διέφερε από τον μάρτυρα.

Το 6ο έτος παρατηρήθηκε ακόμη μεγαλύτερη διαφορά της απόδοσης του καλαμποκιού σε όλα τα συστήματα αμειψισποράς από αυτήν του μάρτυρα. Στο σύστημα αμειψισποράς με σόγια η απόδοση της καλλιέργειας

του καλαμποκιού αμέσως μετά την καλλιέργεια της σόγιας βρέθηκε 28% ανώτερη του μάρτυρα ενώ στο ίδιο σύστημα αμειψισποράς, αλλά το δεύτερο έτος της καλλιέργειας του καλαμποκιού μετά τη σόγια, δηλ. με την παρεμβολή και άλλης καλλιέργειας καλαμποκιού, η απόδοσή του ήταν ανώτερη κατά 36% από το μάρτυρα. Στα συστήματα αμειψισποράς με βαμβάκι (Κ-Β) ή με βαμβάκι και σιτάρι (Κ-Β-Σ) η απόδοση του καλαμποκιού ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από την απόδοση του μάρτυρα με μία μικρή υπεροχή στον τριετή κύκλο Κ-Β-Σ (27%) από το διετή κύκλο Κ-Β (16%). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Robinson (1966) και Langer και Randall (1981).

Μεταξύ των δύο μονοκαλλιεργειών (με κάψιμο ή με ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας) επίσης δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην απόδοση. Πιθανόν για τη διαφοροποίηση της απόδοσης στις δύο αυτές μεταχειρίσεις να απαιτούνται περισσότεροι κύκλοι αμειψισποράς ή ακόμη η σχετικά υψηλή γονιμότητα του εδάφους, που έγινε ο πειραματισμός, αλλά και το ανάγλυφό του (επίπεδο με ελάχιστη κλίση) να μην επέτρεψαν να εκδηλωθεί η δυσμενής επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους με το κάψιμο της καλαμιάς που είναι αποτέλεσμα της μείωσης της οργανικής ουσίας αλλά και της έκπλυσης του εδάφους που είναι εντονότερη σε εδάφη με σημαντική κλίση.

Στο βαμβάκι (Πίνακας III) δεν παρουσιάστηκε διαφορά στην απόδοση μεταξύ των διαφόρων συστημάτων αμειψισποράς, καθώς και από τη μεταχείριση με συνεχή καλλιέργεια βαμβακιού. Ενώ, η παρουσία του βαμβακιού στα συστήματα αμειψισποράς ενόησε την καλλιέργεια του καλαμποκιού και του σιταριού, αυξάνοντας την απόδοσή τους, δεν παρατηρήθηκε και το αντίθετο. Σε ανάλογες ερευνητικές εργασίες του εξωτερικού βρέθηκε είτε θετική επίδραση στην απόδοση του βαμβακιού σε αμειψισπορά με καλαμπόκι ή με καλαμπόκι και σόγια (Entry κ.ά. 1996) ή με σιτάρι (Bordonevsky κ.ά. 1994) είτε καμία επίδραση όπως σε αμειψισπορά με αραχίδα (Hunt κ.ά. 1998).

Στην περίπτωση του σιταριού (Πίνακας IV), λόγω του μικρού αριθμού των μεταχειρίσεων, έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας για όλα τα έτη. Η αλληλεπίδραση μεταξύ συστημάτων αμειψισποράς και ετών βρέθηκε σημαντική. Από τη σύγκριση των μέσων όρων φαίνεται ότι η απόδοση του σιταριού ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή του μάρτυρα ήδη από το 2ο έτος του πειραματισμού (1992). Στον τριετή κύκλο αμειψισποράς ήταν κατά 25% μεγαλύτερη ενώ στο διετή κύκλο κατά 27% μεγαλύτερη. Επίσης, το 3ο έτος (1993) και στα δύο συστήματα αμειψισποράς η απόδοση του σιταριού ήταν μεγαλύτερη του μάρτυρα κατά 21% και 34% για τον τριετή και το διετή κύκλο αντίστοιχα. Το 4ο έτος (1994) ενώ στον τριετή κύκλο διατηρήθηκε η υπεροχή του σιταριού έναντι του μάρτυρα (16%) στο διετή κύκλο δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά. Το 5ο έτος (1995) παρατηρήθηκε σημαντική υπεροχή της απόδοσης του σιταριού έναντι του μάρτυρα (74% και 46% για τον τριετή και διετή κύκλο αμειψισποράς αντίστοιχα) ενώ το 6ο έτος (1996) η απόδοση του σιταριού ήταν μεγαλύτερη του μάρτυρα μόνο στον τριετή κύκλο (34%). Φαίνεται ότι, ενώ στον τριετή κύκλο αμειψισποράς η απόδοση του σιταριού βρέθηκε σαφώς ανώτερη για όλα τα έτη στο διετή κύκλο η υπεροχή της απόδοσης του σιταριού έναντι του μάρτυρα δεν ήταν πάντα σημαντική.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι τόσο για την καλλιέργεια του καλαμποκιού όσο και για αυτή του σιταριού υπάρχει σημαντική θετική επίδραση της αμειψισποράς στην απόδοσή τους. Για το καλαμπόκι η διαφορά έγινε σημαντική μετά το τέταρτο έτος συνεχούς καλλιέργειας, ενώ για το σιτάρι αμέσως από το δεύτερο έτος η απόδοση ήταν σημαντικά ανώτερη από τις μεταχειρίσεις με συνεχή καλλιέργεια σιταριού. Αντίθετα, για το βαμβάκι δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των συστημάτων αμειψισποράς. Πιθανόν αυτή η διαφορά οφείλεται στη διαφορετική συμπεριφορά του βάμβακος από το καλαμπόκι και το σιτάρι να οφείλεται στη διαφορετική κατανομή του Ν στο φυτό. Έτσι, στο καλαμπόκι (Κατσαντώνης κ.α. 1988) και στο σιτάρι (Papakosta κ.ά. 1991) το μεγαλύτερο μέρος του Ν απομακρύνεται με το σπόρο, ενώ στο βαμβάκι (Παπακώστα - Τασπούλου 2002) το Ν δεν απομακρύνεται με το σπόρο και την ίνα και εννοείται η επόμενη καλλιέργεια.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής φαίνεται η θετική επίδραση της αμειψισποράς στην απόδοση του καλαμποκιού και του σιταριού. Η θετική επίδραση είναι σημαντική είτε πρόκειται για τριετή ή διετή κύκλο αμειψισποράς. Το πλεονέκτημα από την αμειψισπορά με τη σόγια είναι σημαντικό για το καλαμπόκι και μάλιστα όχι μόνο στο έτος αμέσως μετά τη σόγια αλλά και το δεύτερο έτος μετά την καλλιέργεια της σόγιας. Στο βαμβάκι δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφόρων συστημάτων αμειψισποράς και του

μάτρυρα, ανεξάρτητα από τη συμμετοχή στα συστήματα αμειψισποράς της σόγιας (ψυχανθές).

Ο χειρισμός των υπολειμμάτων της καλλιέργειας είτε με κάψιμο είτε με ενσωμάτωση στο έδαφος, για το σιτάρι και το καλαμπόκι, δεν έδειξε καμία διαφορά στην απόδοση για τα έξι έτη του πειραματισμού.

Crop rotation effects on corn, wheat and cotton yields

J.N. Sfakianakis¹, E. Bletsos¹, G. Evgenidis¹ and V. Mellidis¹

Summary

The effect of various corn, wheat and cotton cropping sequences on yields was the objective of this study. The study began in 1992 at the farm of the University of Thessaloniki on a silty clay loam (SiCL) soil with pH = 7,8 and organic matter content 1,7%. Cropping sequences were 1) continuous monoculture of each crop (corn, cotton, wheat) with different management of the crop residues (burning or incorporation) for wheat and corn. The yield of the continuous monoculture (wheat and corn) with burning of the residues have been used as control. 2) annual rotation of the crops (corn-cotton and cotton-wheat), 3) three years rotation sequence (corn-cotton-wheat) and 4) three years rotation sequence of corn and cotton with soybean (corn-corn-soybean and cotton-cotton-soybean).

Corn yield in rotation with soybean was higher than that of the corn monoculture with burning of the residues, by 26% and 28%, the first year after the soybean crop, for the 5th and 6th year of experiment, respectively. For the second year, after the soybean crop, the corn yield was 14% and 36% for the 5th and 6th year, respectively. In the annual rotation with cotton the corn yield was 16% higher and in the three year rotation with cotton and wheat the yield was 27% higher than the control. The wheat yield, in both sequences was higher of the control than the second year of the experiment. The yield of the 6th year of the experiment was 34% and 12% higher for the three year and two year rotation, respectively. Cotton at any rotation sequence with corn, wheat and soybean yielded the same as its continuous monoculture. The different treatments of the residues management of wheat and corn (burning or incorporation in the soil by plowing) had no effect on the yield.

Key words: rotation, yield, corn, cotton, wheat.

Βιβλιογραφία

- Baldock, J.O., and R.B. Musgrave. 1980. Manure and mineral fertilizer effects in continuous and rotational crop sequences in central New York. *Agron. J.* 72: 511-518.
- Baldock, J.O., R.L. Higgs, W.H. Paulson, J.A. Jacobs, and W.D. Shrader. 1981. Legume and mineral N effects on crop yields in several crop sequences in the Upper Mississippi Valley. *Agron. J.* 73: 885-890.
- Bordovsky, J.P., W.M. Lyle, and J.W. Keeling. 1994. Crop rotation and tillage effects on soil water and cotton yield. *Agron. J.* 86: 1-6.
- Crookston, R.K., J.E. Kurlle, P.J. Copeland, J.H. Ford, and W.E. Lueschen. 1991. Rotational cropping sequence affects yield of corn and soybean. *Agron. J.* 83: 108-113.
- Edwards, J.H., D.L. Thurlow, and J.T. Eason. 1988. Influence of tillage and crop rotation on yields of corn, soybean, and wheat. *Agron. J.* 80: 76-80.
- Entry, J.A., C.C. Mitchell, C.B. Backman. 1996. Influence of management practices on soil organic matter, microbial biomass and cotton yield in Alabama's "Old Rotation". Abstract, Volume 23, Issue 4, pp. 353-358.
- Hunt, P.G., P.J. Bauer, C.R. Camp, and T.A. Methany. 1998. Nitrogen accumulation in cotton growth continuously or in rotation with peanut using subsurface microirrigation and GOSSYM/COMAX management. *Crop Sci.* 38: 410-415.
- Κατσαντώνης, Ν., Α. Γκατζιάννας, Ι. Σφακιανάκης, Ν. Κατράνης, Σ. Γεωργιάδης και Δ. Ευθυμόπουλος. 1988. Λίπανση καλαμποκιού: Ι. Απορρόφηση των στοιχείων Ν, Ρ, Κ, και κατανομή αυτών στον καρπό,

¹ National Agricultural Research Foundation (N.AG.RE.F.), Cereal Institute, T.Θ. 60 411 570 01 Thermi-Thessaloniki

- φύλλα και στελέχη. Γεωργική Έρευνα 12: 287-298.
- Langer, D.K., and G.W. Randall. 1981. Corn production on influenced by previous crop and N rate. p. 182. In Agronomy abstracts. ASA, Madison, WI.
- Lund, M.G., P.R. Carter, and E.S. Oplinger. 1993. Tillage and crop rotation affect corn, soybean, and winter wheat yields. J. Prod. Agric. 6: 207-213.
- Parakosta, D.K., and A.A. Gagianas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for mediterranean wheat during grain filling. Agron. J. 83: 864-870.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δέσποινα. 2002. Βιομηχανικά φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. σελ. 453.
- Porter, P.M., J.G. Lauer, W.E. Lueschen, J.H. Ford, T.R. Horerstad, E.S. Oplinger, and R.K. Crookston. 1997. Environment affects the corn and soybean rotation effect. 1997. Agron. J. 89: 441-448.
- Robinson, R.G. 1966. Sunflower-soybean and grain sorghum-corn rotations versus monoculture. Agron. J. 58: 475-477.
- Shrader, W.D., W.A. Fuller, and F.B. Cady. 1966. Estimation of a common nitrogen response function for corn (*Zea mays* L.) in different crop rotations. Agron.J. 58: 397-401.
- The Morrow Plots. A Century of Learning. 1982. Agric. Experiment Station. University of Illinois at Urbana - Champaign. Bulletin 775.

Δυνατότητες ταυτόχρονης επιλογής για απόδοση και ποιότητα στο μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum L. em Thell*) με την κυψελωτή μεθοδολογία και επίδραση του εδάφους στην ποιότητά του

Κ. Χατζηλάμπρου¹ και Ε. Βαβδινούδη²

Περίληψη

Η ταυτόχρονη επιλογή για απόδοση και ποιότητα στο σιτάρι αντιμετωπίζει δυσκολίες που οφείλονται στην επίδραση του περιβάλλοντος και στην αρνητική συσχέτιση της απόδοσης με ορισμένα ποιοτικά γνωρίσματα. Οι γενεές F_2 - F_5 αξιολογήθηκαν με την κυψελωτή μεθοδολογία σε δυο τοποθεσίες που διέφεραν ως προς την οξύτητα του εδάφους. Σε κάθε γενεά επιλέγησαν οι οικογένειες με τις υψηλότερες και υποσχόμενες σταθερότητα αποδόσεις και σε κάθε οικογένεια τα υψηλοαποδοτικότερα φυτά. Οι σπόροι αυτών των φυτών αναλύθηκαν στα ποιοτικά γνωρίσματα του Βάρους Χιλίων Κόκκων (Β.Χ.Κ.), της Τιμής Καθίζησης (Τ.Κ.) και της περιεχόμενης επί τοις % Πρωτεΐνης. Όσα παρουσίαζαν καλή ποιότητα αξιολογούνταν την επόμενη περίοδο. Σε κάθε γενεά εκτιμήθηκε η επίδραση της τοποθεσίας στα ποιοτικά γνωρίσματα των επιλεγέντων γενοτύπων (t-κριτήριο). Σε κάθε τοποθεσία και χρονιά εκτιμήθηκε η βελτίωση των ποιοτικών γνωρισμάτων των γενοτύπων από τις αντίστοιχες του μάρτυρα (t-κριτήριο), καθώς και η βελτίωση των γνωρισμάτων από γενεά σε γενεά (F-κριτήριο). Οι δημιουργηθείσες σειρές της F_5 γενεάς καλλιεργήθηκαν συγχρόνως σε συνθήκες πυκνής σποράς. Σε αυτά τα δεδομένα έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας για κάθε γνώρισμα κατά περιοχή και διατοπικά. Για την σύγκριση των F_5 σειρών εφαρμόστηκε το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. Βρέθηκε ότι οι γενότυποι για τα ποιοτικά γνωρίσματα του Β.Χ.Κ. και της πρωτεΐνης % του κόκκου παρουσίασαν διαχρονοτοπικές αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον, ανεξάρτητα της πυκνότητας της καλλιέργειας, ενώ η Τ.Κ. όχι. Η πρωτεΐνη % του κόκκου βελτιώθηκε στην F_2 γενεά. Φάνηκε ότι με την κυψελωτή μεθοδολογία ο βελτιωτής μπορεί να επιλέγει για ποιότητα στα ατομικά φυτά συγχρόνως με την επιλογή για απόδοση, εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας του παραγόμενου σπόρου. Δημιουργήθηκαν 4 σειρές βελτιωμένες στην απόδοση και σε όλα τα ποιοτικά γνωρίσματα.

Λέξεις κλειδιά: μαλακό σιτάρι, απόδοση, ποιότητα, κυψελωτή μεθοδολογία.

Εισαγωγή

Η απόδοση είναι το γνώρισμα που επηρεάζεται περισσότερο από το περιβάλλον άσκησης της επιλογής. Η αλληλεπίδραση γενοτύπου-περιβάλλοντος (γΧπ) μειώνει τη σχέση μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου και κατά συνέπεια μειώνει και την πρόοδο της επιλογής (Kang και Pham 1991). Παράλληλα η αποτελεσματικότητα της επιλογής για ποιότητα εξαρτάται κυρίως από τις γνώσεις του βελτιωτή για την αλληλεπίδραση γΧπ, αλλά και τους γενετικούς παράγοντες που ελέγχουν τα ποιοτικά γνωρίσματα (Kazartseva κ.α.1996).

Το 1985 οι Heinrich κ.α. πρότειναν μεγαλύτερους και βαρύτερους σπόρους σαν αρχικό βελτιωτικό στόχο, γιατί το μεγαλύτερο Βάρος Χιλίων Κόκκων (Β.Χ.Κ.) φαίνεται να σταθεροποιεί την συμπεριφορά των γενοτύπων στα διαφορετικά και κυρίως στα ευνοϊκά περιβάλλοντα. Οπωσδήποτε, απαιτείται πειραματισμός και στα χαμηλοαποδοτικά περιβάλλοντα ώστε να βεβαιώνεται το πλεονέκτημα των γενοτύπων με τους βαρύτερους σπόρους και σε αυτά. Η κληρονομικότητα του Β.Χ.Κ. δεν επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες ανάπτυξης και η επιλογή των πιο σημαντικών τύπων μπορεί να αρχίσει από τους πρώτους κύκλους υποστηρίζουν οι Kazartseva με τους συνεργάτες της (1996). Οι αναφερόμενοι ερευνητές βρήκαν για τις γενεές F_2 και F_5 τους φαινοτυπικούς και γενοτυπικούς συντελεστές συσχέτισης μεταξύ απόδοσης και Β.Χ.Κ. σημαντικούς και θετι-

¹ ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.-Ινστιτούτο Σιτηρών 57001 Θέση-Θεσσαλονίκη.

² Τμήμα Γενετικής και Βελτίωσης των φυτών-Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

κούς. Σύμφωνα με τους Gebre-Mariam και Larter (1996) ο συντελεστής κληρονομικότητας για την απόδοση που εκτιμήθηκε σε τέσσερις διασταυρώσεις μαλακού σιταριού ήταν από 0,64-0,85, ενώ ο συντελεστής κληρονομικότητας για το Β.Χ.Κ. ήταν από 0,86-0,96.

Για την βελτίωση των τεχνολογικών ιδιοτήτων του κόκκου σιταριού πολύ σημαντική είναι η αύξηση της περιεχόμενης πρωτεΐνης. Αν και η τιμή της παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα στα διάφορα περιβάλλοντα, ο συντελεστής κληρονομικότητας της είναι σχετικά μεγάλος ($h=0,53-0,90$), γεγονός που της εξασφαλίζει σημαντικό γενεοτυπικό έλεγχο (Kazartseva κ.α. 1996). Οι Boggini κ.α. (1997) βρήκαν για την περιεχόμενη πρωτεΐνη, αλληλεπιδράσεις γΧπ πρακτικού ενδιαφέροντος, όχι όμως και για την τιμή καθίζησης. Οι Kazartseva κ.α. (1996) θεωρούν ότι η αξιολόγηση των διασταυρώσεων μπορεί να αρχίσει από την F_2 , με απομάκρυνση των γενοτύπων με χαμηλή πρωτεΐνη και να συνεχισθεί στην F_3 με επιλογή των γενοτύπων με υψηλή πρωτεΐνη. Οι Gebre-Mariam και Larter (1996) επιλέγοντας για απόδοση και ποιότητα σε τέσσερις διασταυρώσεις μαλακού σιταριού παρατήρησαν μείωση του διαφορικού επιλογής κατά περίπου 50%, όταν η επιλογή βασίζονταν στην πρωτεΐνη. Απόδοση και περιεχόμενη πρωτεΐνη συσχετίζονταν αρνητικά ($r=-0,51^{**}$ έως $-0,87^{**}$) σε όλες τις διασταυρώσεις. Με τα παραπάνω συμφωνούν και οι Charman και McNeal (1970), Diehl κ.α. (1978) και Cowley και Wells (1980).

Από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, φαίνεται ότι το περιβάλλον ασκεί επίδραση στην επιλογή για ποιότητα, μικρότερη όμως από αυτήν που ασκεί για την απόδοση. Πάντως ταυτόχρονη επιλογή για υψηλή περιεχόμενη πρωτεΐνη και υψηλή απόδοση φαίνεται πολύ δύσκολη. Αντίθετα επιλογή για την ποιότητα της περιεχόμενης πρωτεΐνης και το Β.Χ.Κ. μπορεί να είναι αποτελεσματική.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη:1) της δυνατότητας ταυτόχρονης επιλογής από τις πρώτες γενεές μαλακού σιταριού για απόδοση και ποιότητα σε δυο τοποθεσίες που διέφεραν ως προς το pH εδάφους και 2) της επίδρασης του εδαφικού τύπου σε κάθε ποιοτικό γνώρισμα και της σημασίας του κατά την επιλογή.

Υλικά και Μέθοδοι

Η F_1 γενεά 20 διασταυρώσεων μαζί με τους γονείς σπάρθηκε σε ουδέτερο έδαφος. Οι γραμμές ήταν του 1μ. με απόσταση σποράς επί της γραμμής 33,5εκ. και μεταξύ των γραμμών 50εκ. Ο αριθμός φυτών κάθε διασταύρωσης κυμαινόταν από 22-35. Οι σπόροι των φυτών από κάθε διασταύρωση έγιναν μίγμα που αξιολογήθηκε στα ποιοτικά γνωρίσματα του Βάρους Χιλίων Κόκκων (Β.Χ.Κ.), της Τιμής Καθίζησης (Τ.Κ.) και της πρωτεΐνης επί τοις% και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ως πειραματικό υλικό στην F_2 γενεά. Η F_2 γενεά αξιολογήθηκε σε επαναλαμβανόμενο κυψελωτό πείραμα (R-21) (Fasoulas και Fasoula 1995) σε δυο περιβάλλοντα ένα ουδέτερο (pH=7,4) και ένα όξινο (pH=5,0). Οι απόγονοι των δυο υψηλοποδοτικότερων διασταυρώσεων αξιολογήθηκαν απουσία ανταγωνισμού στις επόμενες γενεές F_3 , F_4 (R-49) και F_5 (R-39) στα ίδια περιβάλλοντα. Η ποικιλία Αχελώος ήταν κοινός γονέας στις δυο διασταυρώσεις και επειδή έχει ανώτερη ποιότητα, χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας σε όλες τις γενεές. Η απόσταση μεταξύ των φυτών στα κυψελωτά ήταν 1μ., ώστε να περιορισθούν τα αποτελέσματα του ανταγωνισμού και να μεγιστοποιηθεί η φαινοτυπική διαφοροποίηση και έκφραση. (Κυριακού και Fasoulas 1985). Στις γενεές F_2 - F_5 η γενεαλογική κυψελωτή επιλογή εφαρμόστηκε με ένταση από 0,8% έως 14,3%, προκειμένου τα απογονικά φυτά να συνδυάζουν απόδοση και ποιότητα. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής: Σε κάθε γενεά τα υψηλοποδοτικά φυτά που επιλέγονταν, εξετάζονταν στα τρία παραπάνω ποιοτικά γνωρίσματα. Οι σπόροι των φυτών που παρουσίαζαν ικανοποιητική ποιότητα παρέμεναν για περαιτέρω αξιολόγηση στο επόμενο έτος.

Οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για τα ποιοτικά γνωρίσματα ήταν οι συνήθεις που εφαρμόζονται στον ποιοτικό έλεγχο των ποικιλιών που συμμετέχουν στα πειράματα αποδόσεων του Ινστιτούτου Σιτηρών (Β. Παττακού κ.α. 1986). Αναλυτικότερα: Το Β.Χ.Κ. προσδιορίστηκε με μέτρηση 200 υγίων κόκκων, ζύγιση και αναγωγή %. Το Β.Χ.Κ. θεωρείται συστατικό της απόδοσης και λαμβάνεται υπόψη στην ερμηνεία της ποιότητας, γιατί δείχνει την θρέψη των σπόρων και σχετίζεται με το πρωτεϊνικό περιεχόμενο. Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο προσδιορίζεται με τη μέθοδο Kjeldahl (NX5,7). Η πρωτεΐνη είναι βασικό ποιοτικό κριτήριο, γιατί προσδιορίζει το πλέγμα στην κυψελωτή δομή του ψωμιού και αποτελεί το κύριο στοιχείο στην εκτίμηση της αροτοποιητικής ικανότητας των μαλακών σιταριών. Η τιμή καθίζησης (Zeleny test) υπολογίστηκε με την standard ICC No 116 μέθοδο. Η αρχή της μεθόδου στηρίζεται στην ικανότητα των πρωτεϊνών να διογκώνονται σε μίγμα γαλακτικού οξέος-ισοπροπανόλης κατά βαθμό ανάλογο με την ποιότητα τους. Για το λόγο αυτό ο δείκτης

αποτελεί το μέτρο της ποιότητας των πρωτεϊνών. Καλό είναι να ερμηνεύεται πάντα σε συνάρτηση με το πρωτεϊνικό περιεχόμενο, γιατί κατά ένα μέρος ο βαθμός διόγκωσης εξαρτάται και από την ποσότητα των πρωτεϊνών.

Ο έλεγχος των ποιοτικών γνωρισμάτων των σειρών που δημιουργήθηκαν έγινε σε συνθήκες πυκνής σποράς. Εγκαταστάθηκαν δύο πειραματικοί, ένας σε κάθε εδαφικό τύπο, με εφαρμογή του σχεδίου πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB). Οι παράγοντες του πειράματος ήταν 21, ο αριθμός επαναλήψεων 3. Το πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από 5 γραμμές, μήκους 4 μέτρων, με απόσταση μεταξύ των γραμμών 0,25εκ. και συγκομιζόνταν οι 3 μεσαίες. Η πυκνότητα των πειραματικών τεμαχίων ήταν 500.000/στρέμμα. Πειραματικό υλικό αποτελούσαν 18 F_5 σειρές, ο σπόρος των οποίων προήλθε από ισόποσο μίγμα όλων των ατομικών φυτών των αντίστοιχων F_4 οικογενειών και από τις δύο τοποθεσίες. Οι υπόλοιποι παράγοντες ήταν τρεις μάρτυρες. Οι δύο γονείς των διασταυρώσεων, ποικιλίες Αχελώος και Χίος, και η ποικιλία Βεργίνα που είναι η πλέον ευρέως καλλιεργημένη σήμερα ποικιλία στη χώρα μας.

Τα δεδομένα αναλύθηκαν στατιστικά, όπως αναφέρεται παρακάτω.

1) Στα πειράματα απουσίας ανταγωνισμού, έγινε: α) έλεγχος της επίδρασης του περιβάλλοντος στα ποιοτικά γνωρίσματα των επιλεγέντων γενοτύπων με το t-κριτήριο (σύγκριση των μέσων όρων τους, για δείγματα μικρά, ανεξάρτητα με διαφορετικές διακυμάνσεις). β) έλεγχος της υπεροχής των ποιοτικών γνωρισμάτων των επιλεγέντων φυτών από τα αντίστοιχα του μάρτυρα (Αχελώος) με το t-κριτήριο (σύγκριση του μέσου όρου με γνωστό αριθμό, Φασούλας 1979). γ) έλεγχος της βελτίωσης των ποιοτικών γνωρισμάτων από γενεά σε γενεά με το F-κριτήριο (σύγκριση των διακυμάνσεων του κάθε γνωρίσματος ανά δυο διαδοχικές γενεές, για κάθε περιβάλλον).

2) Στα πειράματα πυκνής σποράς έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας για κάθε γνώρισμα κατά περιοχή και διατοπικά. Για την σύγκριση των F_5 σειρών εφαρμόστηκε το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Ε.Σ.Δ.) Για τις παραπάνω αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο M-STATC.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι τιμές των ποιοτικών γνωρισμάτων των επιλεγέντων ατομικών φυτών σε κάθε γενεά και τοποθεσία παρουσιάζονται στα σχήματα 1, 2 και 3 επί τοις% των τιμών του μάρτυρα. Από τα σχήματα φαίνεται ότι οι τιμές των τριών ποιοτικών γνωρισμάτων επηρεάζονται από τον εδαφικό τύπο. Ιδιαίτερα οι τιμές της T.K. και της πρωτεϊνης% παρουσίαζαν μεγάλη διακύμανση από γενεά σε γενεά και στις δυο τοποθεσίες, ενώ το Β.Χ.Κ. μόνο στο ουδέτερο έδαφος. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Peterson κ.α. (1992), που τονίζουν την επίδραση του εδαφικού τύπου στις τιμές των ποιοτικών γνωρισμάτων. Για τον λόγο αυτό, οι Baenziger κ.α. (1985) υποστηρίζουν ότι η αξιολόγηση για ποιότητα στις πρώτες γενεές πρέπει να γίνεται σε μια τοποθεσία. Κατά τη σύγκριση των τιμών των ποιοτικών γνωρισμάτων του διασπώμενου γενετικού υλικού με τις αντίστοιχες τιμές του μάρτυρα (Bush κ.α. 1969, McGuire και McNeal 1974), δεν παρουσιάζεται η ίδια κατάσταση (υπεροχής ή υστέρησης) από γενεά σε γενεά σε καμία τοποθεσία και για κανένα γνώρισμα (σχ. 1, 2 και 3). Η σύγκριση όμως αυτή μπορεί να είναι χρήσιμη κατά την διαλογή του γενετικού υλικού και είναι σκόπιμο να εφαρμόζεται (με απόρριψη των γενοτύπων που παρουσιάζουν χαμηλές τιμές στα ποιοτικά τους γνωρίσματα).

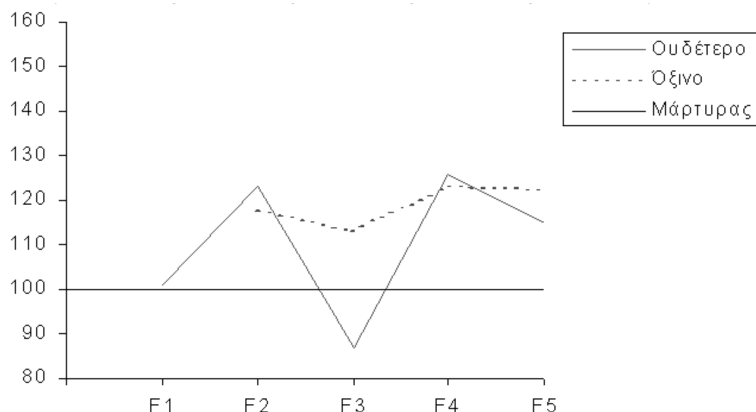
Όσον αφορά τις διαφορετικές τιμές των ποιοτικών γνωρισμάτων από γενεά σε γενεά (Σχ.1-3 και Πίν.Π-IV) πιθανόν να οφείλονται στις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες της κάθε καλλιεργητικής περιόδου. Οι βροχοπτώσεις του Απριλίου είναι κριτικές για την απόδοση του μάλιακου σταιριού, ενώ αυτές του Ιουνίου επηρεάζουν τις τιμές των ποιοτικών γνωρισμάτων (Πιν.Ι). Ο Fowler (1975) βρήκε σημαντικές αλληλεπιδράσεις του χρόνου με ποικιλία ποιοτικά γνωρίσματα.

Αναλυτικότερα για το Β.Χ.Κ (πίνακας ΙΙ), παρατηρούνται υψηλότερες τιμές στο όξινο έδαφος (F_3 - F_5). Ακόμη στην παραπάνω τοποθεσία φαίνεται να υπάρχει σημαντική υπεροχή των επιλεγέντων φυτών από τον μάρτυρα από την F_3 έως την F_5 γενεά (σχήμα 1). Όσον αφορά το ουδέτερο έδαφος παρατηρείται ότι ενώ η F_1 γενεά ήταν εφάμιλλη του μάρτυρα, τα επιλεγέντα φυτά της F_2 , υπερερούσαν από αυτόν. Η υπεροχή αυτή διατηρήθηκε στις επόμενες γενεές, εξαιρουμένης της F_3 όπου η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον φαίνεται πολύ μεγαλύτερη εξ αιτίας των κλιματικών συνθηκών (πίν.Ι) Αυτό είναι φυσιολογική συνέπεια των ξηροθερμικών συνθηκών που επεκράτησαν στη γενεά αυτή, γιατί, όπου η υγρασία και η θερμοκρασία είναι περιοριστικοί παράγοντες για την θρέψη του κόκκου, η απόδοση και το Β.Χ.Κ. μειώνονται (Ehdaie και Waines, 1988).

Πίνακας I. Η βροχοπτώση σε mm βροχής στις πέντε καλλιεργητικές περιόδους.

Γενεές	Νοέμ.	Δεκέ.	Ιανου.	Φεβρ.	Μάρτ.	Απρί.	Μάιος	Ιούνι.	Σύνολ.
F ₁	107,0	31,0	0,0	0,0	29,5	20,5	20,0	102,0	310,0
F ₂	36,0	30,0	6,0	30,0	26,0	55,0	75,0	40,0	298,0
F ₃	34,0	40,0	23,5	11,5	29,5	13,5	74,5	43,0	269,5
F ₄	60,5	25,0	71,5	57,0	8,0	62,0	58,5	0,0	342,5
F ₅	53,0	62,5	46,0	11,0	27,0	3,5	40,0	16,0	259,0

Οι υψηλότερες τιμές στο όξινο έδαφος, πιθανόν να οφείλονται στη καταπόνηση από νερό. Οι Sawant και Jain (1996) αναφέρουν ότι οι επιλογές ατομικών φυτών για υψηλή τιμή Β.Χ.Κ. ήταν πιο αποτελεσματικές σε συνθήκες καταπόνησης από νερό. Τελικά στην F₅ γενεά τα επιλεγέντα φυτά παρουσίαζαν σημαντικά υψηλότερες τιμές από τον μάρτυρα και στα δυο περιβάλλοντα. Διαφορές δεν εμφανίζονται μεταξύ των διαδοχικών γενεών ως προς το Β.Χ.Κ. σε καμία από τις δύο τοποθεσίες (s²μη σημαντικό, πίνακας II). Αυτό σημαίνει ότι το γνώρισμα αυτό δεν βελτιώθηκε σε σχέση με το αρχικό υλικό (F₁) αλλά οι διαφορετικές τιμές του ήταν αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης με το έτος.



Σχήμα 1. Οι τιμές του Β.Χ.Κ. των επιλεγέντων σε κάθε γενεά ατομικών φυτών επί τοις% του μάρτυρα στις δυο τοποθεσίες.
* Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1%

Πίνακας II. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του Βάρους Χιλίων Κόκκων στους σπόρους των επιλεγέντων γενοτύπων στις πέντε πρώτες γενεές απουσία ανταγωνισμού κατά τοποθεσία επιλογής και οι τιμές του μάρτυρα.

Γενεές	ΒΑΡΟΣ 1000 ΚΟΚΚΩΝ							
	Τοποθεσία							
	Α-Ουδέτερο				Β-Όξινο			
	N	8	Μαρτ.	S ²	n	8	Μαρτ.	S ²
F ₁	20	36,2 ns	36,0	9,61 α				
F ₂	29	44,5 ***	36,2	8,29 α	17	43,7 ***	36,7	16,97 α
F ₃	24	32,9	38,0 ***	10,95 α	20	35,7 ***	32,0	9,24 α
F ₄	18	35,2 ***	28,0	10,36 α	18	38,2 ***	31,0	5,24 α
F ₅	16	42,4 *	37,0	11,28 α	16	44,2 ***	36,0	6,25 α

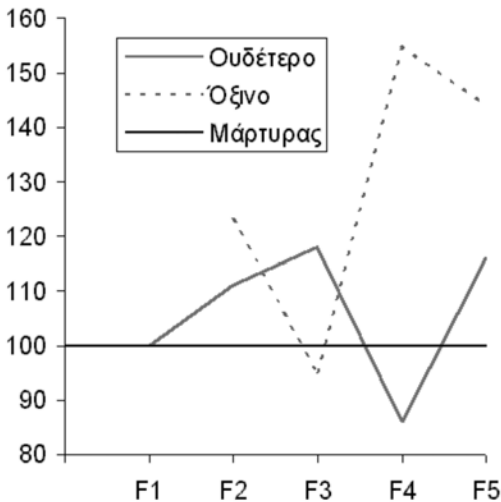
* Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 5% *** Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1%₀₀

Οι υψηλότερες τιμές στην **Τ.Κ.** (πίνακας III) παρατηρήθηκαν στο όξινο έδαφος σε όλες σχεδόν τις διαδοχικές γενεές. Ακόμη παρουσιάστηκε σημαντική υπεροχή των επιλεγέντων φυτών από τον μάρτυρα σε όλες τις γενεές, εκτός της F_3 , στο όξινο έδαφος (σχήμα 2). Όσον αφορά το ουδέτερο έδαφος παρατηρείται ότι ενώ στην F_1 γενεά τα υλικά δεν υπερερούσαν του μάρτυρα, στις λοιπές γενεές, εξαιρουμένης της F_4 παρουσιάστηκε σημαντική υπεροχή των υλικών. Τελικά στην F_5 γενεά τα υλικά παρουσίαζαν σημαντικά υπέρτερες τιμές έναντι του μάρτυρα. Δεν εμφανίζονται διαφορές μεταξύ των διαδοχικών γενεών ως προς την **Τ.Κ.** στο όξινο έδαφος, ενώ στο ουδέτερο η F_5 γενεά υστερούσε. Δηλαδή και αυτό το γνώρισμα δεν φαίνεται να βελτιώθηκε σε σχέση με το αρχικό υλικό (F_1) αλλά οι διαφορετικές τιμές του ήταν αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης με το έτος. Η **Τ.Κ.** αντανακλά την ποιότητα της πρωτεΐνης και το δυναμικό του γενοτύπου για ικανοποιητικό όγκο ψωμιού, γι' αυτό αν και δεν εμφανίζονται διαφορές μεταξύ των διαδοχικών γενεών, η αξιολόγηση της από τις πρώτες γενεές θεωρείται χρήσιμη, ειδικά σε F_3 πληθυσμούς όπου υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα (Gebre-Mariam και Larter, 1996).

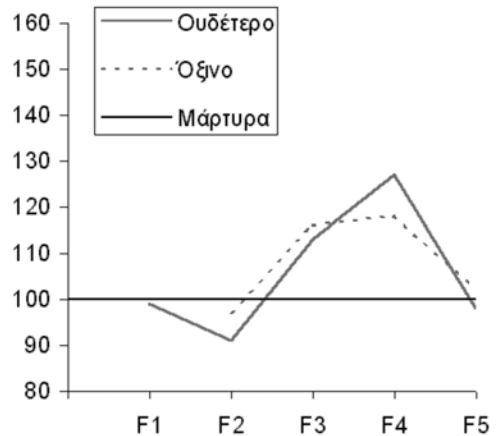
Πίνακας III. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της Τιμής Καθίζησης στους σπόρους των επιλεγέντων γενοτύπων στις πέντε πρώτες γενεές απουσία ανταγωνισμού κατά τοποθεσία επιλογής και οι τιμές του μάρτυρα.

Γενεές	ΤΙΜΗΚΑΘΙΖΗΣΗΣ							
	Τοποθεσία							
	Α-Ουδέτερο				Β-Όξινο			
	n	8	Μαρτ.	S ²	n	8	Μαρτ.	S ²
F_1	20	32,9 ns	33,0	28,09				
F_2	29	27,5 *	25,0	33,29 α	17	31,6 **	26,0	41,47 α
F_3	24	43,7 ***	37,0	20,88 α	20	43,7 ns	46,0	34,45 α
F_4	18	41,2	48,0 ***	26,01 α	18	49,4 ***	32,0	31,73 α
F_5	16	39,4 *	34,0	92,54 β	16	43,2 ***	30,0	23,52 α

* Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 5% * Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1% ** Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1⁰/₁₀₀



Σχήμα 2. Οι τιμές της **Τ.Κ.** των επιλεγέντων σε κάθε γενιά φυτών επί τοις% του μάρτυρα στις δυο τοποθεσίες. * Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1%



Σχήμα 3. Οι τιμές της πρωτεΐνης% των επιλεγέντων σε κάθε γενεά φυτών επί τοις% του μάρτυρα στις δυο τοποθεσίες. * Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1%

Πίνακας IV. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της πρωτεΐνης% στους σπόρους των επιλεγέντων γενοτύπων στις πέντε πρώτες γενεές απουσία ανταγωνισμού κατά τοποθεσία επιλογής και οι τιμές του μάρτυρα.

Γενεές	ΠΡΩΤΕΪΝΗ %							
	Τοποθεσία							
	Α-Ουδέτερο				Β-Όξινο			
	n	8	Μαρτ.	S ²	n	8	Μαρτ.	S ²
F ₁	20	14,3 ns	14,5	9,42 β				
F ₂	29	13,6	14,9 ***	1,02 α	17	15,3	15,98 **	0,84 α
F ₃	24	16,8 ***	14,8	0,50 α	20	16,5 ***	14,2	0,88 α
F ₄	18	15,9	12,5	0,38 α	18	17,1 ***	14,6	0,75 α
F ₅	16	15,2 ns	12,5	0,57 α	16	16,1 ns	16,3	0,49 α

** Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1%

*** Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 1%₀₀

Όσον αφορά την τιμή της **πρωτεΐνης%** τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρόμοια στη διαφοροποίηση των δύο τοποθεσιών και το όξινο έδαφος παρουσιάζει υψηλότερες τιμές (πίνακας IV και σχήμα 3). Το υλικό εκκίνησης δεν παρουσίαζε διαφορά από τον μάρτυρα, αλλά υστερούσε από αυτόν στην F₂ γενεά και στα δύο περιβάλλοντα. Στις δύο επόμενες γενεές (F₃, F₄) υπερτερούσε του μάρτυρα ενώ στην F₅ γενεά δεν παρουσίασε διαφορές από αυτόν. Οι συγκρίσεις μεταξύ των διαδοχικών γενεών έδειξαν ότι το γνώρισμα βελτιώθηκε σε σχέση με το αρχικό υλικό παρά το ότι στα ατομικά φυτά όσο μεγαλώνει η απόδοση σε καρπό τόσο μειώνεται η περιεχόμενη πρωτεΐνη του κόκκου (Hanuold κ.α. 1962). Οι παρουσιαζόμενες διαφορετικές τιμές του γνωρίσματος στις γενεές F₂-F₅ ήταν αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης με το έτος, με το οποίο συμφωνούν και οι Boggini κ.α. (1997). Η αλληλεπίδραση αυτή πιθανόν να σχετίζεται με την ταυτόχρονη βελτίωση για υψηλή απόδοση και πρωτεΐνη, γιατί η πρωτεΐνη του κόκκου κληρονομείται ποσοτικά και επηρεάζεται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Noaman κ.α. 1990). Οι Kibite και Evans (1987) βρήκαν αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ των δύο γνωρισμάτων τις οποίες απέδωσαν στην αλληλεπίδραση γΧπ. Ομοίως οι Perenzin κ.α. (1992) αναφέρουν υψηλούς συντελεστές στις περιβαλλοντικές συσχετίσεις μεταξύ απόδοσης και περιεχόμενης πρωτεΐνης. Νεώτερες έρευνες έδειξαν ότι δεν υπάρχουν γενετικές συσχετίσεις μεταξύ τους (Noaman και Taylor 1990, Tsenon και Stoyanova 1996). Επομένως τα δύο γνωρίσματα κληρονομούνται πιθανόν ανεξάρτητα. Πάντως η απόδοση σε καρπό και η περιεχόμενη πρωτεΐνη του κόκκου συσχετίζονται αρνητικά στο μαλακό σιτάρι Costa και Kronstad (1994), και μάλιστα οι γενοτυπικές συσχετίσεις είναι μεγαλύτερες από τις φαινοτυπικές.

Η ανάλυση παραλλακτικότητας (πίνακας VI) δείχνει ότι τα γνωρίσματα του **Β.Χ.Κ.** και της **πρωτεΐνης%** του κόκκου παρουσίασαν αλληλεπίδρασεις με το περιβάλλον της κάθε τοποθεσίας. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αναφερόμενα παραπάνω ως προς την επίδραση του περιβάλλοντος στα ποιοτικά γνωρίσματα του Β.Χ.Κ. και της πρωτεΐνης% των ατομικών φυτών. Οι ερευνητές Faridi και Finley (1989) αναφέρουν την παραλλακτικότητα του περιβάλλοντος ως τον σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει συνήθως τα ποιοτικά γνωρίσματα του σιταριού.

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας των σειρών που δημιουργήθηκαν, τα τρία γνωρίσματα ελήφθησαν υπόψη ενιαία για κάθε σειρά, διότι πολύ υψηλές τιμές καθίζησης και περιεχόμενης πρωτεΐνης χωρίς αντίστοιχη υψηλή τιμή Β.Χ.Κ., συνήθως υποδηλώνει κακή θρέψη και λισβότητα του κόκκου. Σε σχέση με το μάρτυρα Βεργίνα, που υστερεί σε ποιότητα, όλες οι δημιουργηθείσες F₅ σειρές υπερτερούν σημαντικά. Σε σχέση με το μάρτυρα Αχελώο, που παρουσιάζει ανώτερη ποιότητα, ήταν δε κοινός μάρτυρας και στα περιβάλλοντα απουσία ανταγωνισμού, πολλές σειρές παρουσιάζουν διατοπικά εφάμιλλη ποιότητα. Από τις διατοπικές τιμές των τριών γνωρισμάτων των έξι υψηλοαποδοτικότερων σειρών (πίνακας V και VII) φαίνεται ότι το Β.Χ.Κ. είναι βελτιωμένο έναντι του Αχελώου. Επειδή οι γονείς διέφεραν σημαντικά μόνο στο Β.Χ.Κ., είναι πιθανόν οι νέες σειρές να κληρονόμησαν το γνώρισμα από τη μητέρα (Β.Χ.Κ.Χίου=43,2), καθώς είναι γνωστό ότι έχει υψηλό συντελεστή κληρονομικότητας, h=0,86-0,96 (Gebre-Mariam και Larter 1996). Το Β.Χ.Κ. έχει μεγαλύτερο

Πίνακας V. Η κατάταξη των F_5 σειρών πυκνής σποράς στις δύο τοποθεσίες και διατοπικά με βάση την απόδοση (Kg/στρ.).

Κ.Α	ΥΔΙΚΑ Γ.Α.	Διατοπικά	Κ.Α.	Α τοποθεσία	Κ.Α	Β τοποθεσία
1	18B-15B-15	370,7 a	3	470,7 a	1	277,0a
2	18B-26B-24	345,0 ab	1	464,3 a	2	270,3a
3	18A-40A-25	339,5 ab	6	449,7 ab	8	250,7abc
4	18A-2A-27	336,7 ab	4	446,7 ab	7	248,3abc
5	18B-11B-39	328,7 abc	5	422,3 abcd	5	235,0 abcd
6	6A-35A-38	328,7 abc	2	419,7 abcd	4	227,0 bcde
7	18B-27A-46	316,7 bcd	10	413,3 abcd	3	208,3 cdef
8	18B-11B-22	316,3 cd	13	409,0 abcd	6	207,7 cdef
9	18A-40A-31	301,2 cde	9	406,0 abcd	12	204,3 cdefg
10	18A-40A-33	291,0 cdef	7	385,0 bcde	11	199,0 cdefgh
11	18B-7B-5	286,2 def	8	382,0 bcde	15	199,0 cdefgh
12	18B-23A-16	282,2 def	18	374,7 bcde	9	192,3 defgh
13	18A-36A-40	281,2 def	11	373,3 bcde	14	179,7 efghj
14	18A-26B-3	271,8 def	16	363,0 cde	10	168,7 fghj
15	18A-34B-7	266,2 ef	12	359,3 de	19	168,7 fghj
16	18B-7B-47	260,8 ef	17	354,0 de	17	158,7 ghj
17	6A-35A-4	255,8 f	14	351,3 de	16	157,7 ghj
18	M.O. Μαγτ.	255,8 f	15	328,0 e	13	153,3 hj
19	18A-2A-8	247,6 f	19	315,5 e	18	137,0 j

Οι αποδόσεις των σειρών που δημιουργήθηκαν και καλλιεργήθηκαν σε πυκνή σπορά στην F_5 γενεά, εμφανίζονται στον πίνακα V. Οι σπόροι τους αναλύθηκαν στα ίδια ποιοτικά γνωρίσματα.

Πίνακας VI. Ανάλυση ποιοτικών γνωρισμάτων των F_5 σειρών πυκνής σποράς στις δύο τοποθεσίες και διατοπικά με 3 μάρτυρες.

	B.X.K.			Τιμή καθίζησης		Πρωτεΐνη %	
	BE	M.T.	CV%	M.T.	CV%	M.T.	CV%
Α Τοποθ.	20	39,138 **	5,51	88,183 *	18,43	1,743 **	3,07
Β Τοποθ.	20	21,976 **	5,27	75,387	20,77	2,750 **	3,47
Διατοπικά	20	54,019 **	5,41	90,671	19,81	3,776 **	3,31
Αλληλεπ.Γ-Τ	20	7,095 **		72,898		0,716 **	

* Σ.Σ.Δ. στο επίπεδο 5% * Σ.Σ.Δ στο επίπεδο 1%

συντελεστή κληρονομικότητας από τα λοιπά ποιοτικά γνωρίσματα υποστηρίζουν οι Lofgren κ.α. (1968). Παράλληλα σε κάποιες σειρές παρατηρήθηκε βελτίωση της περιεχόμενης πρωτεΐνης% ενώ φάνηκε να διατηρούν τις υψηλές τιμές στην Τ.Κ. των δύο γονέων. Εξάλλου οι γονείς έχουν μεγαλύτερη επίδραση στα ποιοτικά γνωρίσματα απότι οι συνθήκες ανάπτυξης (Kazartseva κ.α. 1996). Έτσι οι δημιουργηθείσες σειρές απουσία ανταγωνισμού, είχαν βελτιωμένη ποιότητα σε όλα τα γνωρίσματα αφού η ποιότητα είναι συνάρτηση και των τριών γνωρισμάτων.

Επειδή η πρωτεΐνη συσχετίζεται σημαντικά με τον όγκο ψωμιού ($r=0,63$, Busch κ. α. 1969), οι δημιουργηθείσες σειρές αναμένεται να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των αρτοποιομηχανιών. Επιπλέον οι δημιουργηθείσες σειρές αναμένεται να ικανοποιούν τις απαιτήσεις και των βιομηχανιών μπισκότων επειδή τόσο η πρωτεΐνη όσο και η Τ.Κ. σχετίζονται σημαντικά με την διάμετρο των μπισκότων (Basset κ.α. 1989).

Όσον αφορά τα τοπικά αποτελέσματα, το όξινο έδαφος παρουσίασε μικρότερες τιμές Β.Χ.Κ. και λισβότητα των κόκκων. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές των τριών γνωρισμάτων του ουδέτερου εδάφους μπορούν να θεωρηθούν πιο ενδεικτικές της ποιότητας των σειρών. Έτσι στο ουδέτερο έδαφος εξαιρετικές εμφανίζονται οι

Πίνακας VII. Μέσες τιμές ποιοτικών γνωρισμάτων των 18 F₅ σειρών πυκνής σποράς και των τριών μαρτύρων κατά τοποθεσία και διατοπικά.

α/α	Υλικό Γ.Α.	B.X.K.			T.K.			Πρωτεΐνη %		
		A-ουδ	B-Όξιν.	Δια-τοπ.	A-ουδ.	B-Όξιν.	Δια-τοπ.	A-ουδ.	B-Όξιν.	Δια-τοπ.
1	18B-15B-15	43,0	40,0	41,5	34,7	46,3	40,5	14,8	17,0	15,9
2	18B-26B-24	40,5	39,3	39,9	45,3	45,7	45,5	14,5	15,4	14,9
3	18A-40A-25	46,0	40,5	43,2	32,7	45,3	39,0	15,2	17,9	16,6
4	18A-2A-27	39,5	36,2	37,8	38,7	39,3	39,0	14,6	16,9	15,7
5	18B-11B-39	43,2	36,8	40,0	37,0	43,7	40,3	13,3	15,4	14,3
6	6A-35A-38	38,5	35,7	37,1	29,7	41,3	35,5	14,5	16,7	15,6
7	18B-27A-46	41,2	39,2	40,2	35,3	32,7	34,0	15,0	16,2	15,6
8	18B-11B-22	39,8	35,0	37,4	38,3	46,0	42,2	13,3	15,2	14,2
9	18A-40A-31	41,7	39,3	40,5	38,7	28,7	33,7	16,0	19,0	17,5
10	18A-40A-33	46,0	42,0	44,0	38,7	42,0	40,3	15,8	18,0	16,9
11	18B-7B-5	47,3	38,5	42,9	38,7	45,0	41,8	14,3	17,0	15,6
12	18B-23A-16	39,7	37,5	38,6	33,3	47,7	40,5	15,6	17,4	16,5
13	18A-36A-40	44,0	37,3	40,7	32,0	41,0	36,5	14,2	17,0	15,6
14	18A-26B-3	43,7	40,3	42,0	38,0	41,3	39,7	15,1	16,3	15,7
15	18A-34B-7	45,9	41,8	43,8	36,0	40,0	38,0	14,7	17,7	16,2
16	18B-7B-47	37,5	35,7	35,7	34,3	41,0	37,7	15,2	17,2	16,2
17	6A-35A-4	40,5	37,2	38,8	43,3	39,0	41,2	14,8	17,5	16,1
18	18A-2A-8	40,5	34,3	37,4	47,7	37,3	42,5	14,6	18,2	16,4
19	Αγελώος	36,5	33,2	34,8	36,3	44,7	40,5	14,9	17,5	16,2
20	Χίος	46,7	39,8	43,2	35,0	44,0	39,5	14,0	16,1	15,1
21	Βεργίνα	35,3	32,5	33,9	22,0	32,3	27,2	13,2	16,8	15,0
Ε.Σ.Δ 0,5		3,80	32,8	3,55	11,1	-	-	0,91	0,97	0,86

σειρές 18B-27A-46 και 18A-40A-33, χωρίς σημαντικές διαφορές από πολλές άλλες. Στο όξινο έδαφος υπεροχή παρουσιάστηκε στις σειρές 18B-15B-15 και 18A-40A-33 (πίνακας VII).

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι η επιλογή για ποιότητα επηρεάζεται από τον εδαφικό τύπο. Επειδή η επίδραση αυτή του εδάφους είναι διαφορετική για κάθε ποιοτικό γνώρισμα, προτιμότερο είναι να πραγματοποιείται στον εδαφικό τύπο στον οποίο προορίζεται η καλλιέργεια των βελτιωμένων υλικών. Ειδικότερα: 1) για τα ποιοτικά γνωρίσματα του B.X.K. και της πρωτεΐνης% του κόκκου υπάρχει διαχρονολογική αλληλεπίδραση των γενοτύπων με το περιβάλλον ανεξάρτητα της πυκνότητας της καλλιέργειας. 2) η T.K. δεν παρουσίασε αλληλεπίδραση γΧπ στις συνθήκες πυκνής καλλιέργειας, αλλά μόνο στα ατομικά φυτά. Καθώς οι κόκκοι είναι πιο ομοιόμορφοι στην πυκνή καλλιέργεια, φαίνεται ότι το γνώρισμα ελέγχεται καλύτερα επειδή η ποιότητα της γλουτένης και η Τιμή Καθίζησης είναι υψηλά κληρονομούμενα γνωρίσματα (h=0,46-0,90 Bush κ.α. 1969, McGuire και McNeal 1974). 3) το B.X.K. φαίνεται ότι κληρονομήθηκε από τον βαρύτερο γονέα και δεν βελτιώθηκε κατά την επιλογή. Οι συγκρίσεις που έγιναν με τις αντίστοιχες γνωστές τιμές των μαρτύρων στα ίδια περιβάλλοντα είναι χρήσιμες κατά την αξιολόγηση των υλικών για την απομάκρυνση των κατώτερων ποιοτικά (αρνητική επιλογή). 4) η πρωτεΐνη% του κόκκου φαίνεται ότι βελτιώθηκε σε σχέση με τα υβρίδια στην F₂ γενεά. Καθώς όμως το γνώρισμα είναι αρνητικά συσχετισμένο με την απόδοση και στα γενετικά υλικά από την F₂ και μετά προηγήθηκε επιλογή για απόδοση, το γεγονός ότι υπήρξε βελτίωση σε κάποιες σειρές είναι ενθαρρυντικό. Οι Gebre-Mariam και Larter (1996) πέτυχαν να αυξήσουν με την επιλογή την περιεχόμενη πρωτεΐνη κατά 1%. Αυτό όμως πείξε πολύ προς τα κάτω την απόδοση σε καρπό και το αναμενόμενο κέρδος για την απόδοση μειώνονταν μέχρι 250% για την F₃ και την F₄ γενεά.

Το σημαντικό της εργασίας αυτής είναι ότι η επιλογή για απόδοση στις πρώτες γενεές, απουσία ανταγωνισμού, δίνει την δυνατότητα αξιολόγησης για ποιότητα στα ατομικά φυτά εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας του παραγομένου σπόρου (η απόδοση σε σπόρο/επιλεγέν φυτό κυμαίνεται από 100 έως 200gr). Έτσι δημιουργήθηκαν 4 διαλογές ως υποψήφιες ποικιλίες επειδή συνδυάζουν απόδοση και καλά ποιοτικά γνωρίσματα.

Possibilities of simultaneous selection on yield and quality in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em *Thell*) by honeycomb breeding and the soil influence on quality

K. Hatzilabrou¹ and E. Vavdinoudi²

Summary

The genotype-environment interactions, as the negative correlation of the yield with some quality traits in bread wheat, are being the difficulties of simultaneous selection on yield and quality. The F₂-F₅ generations evaluated by honeycomb breeding in two locations differing in soil acid. In every generation selected the top yielding and promising stability families and in every family the top yielding plants. The seeds of these plants were tested for the following quality traits: 1000 Kernel Weight, Sedimentation Value and Protein Content. Seeds of plants that had best quality were retained for evaluation the next year. The difference between locations was examined in every generation with t-test. In every location and year the realized response was examined according to check cultivar (Ahelos) with t-test too. The breeding of the traits was estimated with F-test. The so development F₅ lines were evaluated in RCB trials. On the data of every trait was done analysis of variance in each location and through locations. The comparison of the F₅ lines was examined by the LSD criterion. Influence of the year and location was observed on 1000 Kernel Weight and Protein Content, at the two cultivated densities, but not on the Sedimentation Value. The Protein Content improved in F₂ generation. The results showed that by using the honeycomb breeding, one could select simultaneously for yield and quality because of the large produced seed quantity of individual plants. By this procedure were developed 4 new lines with improved yield and all quality traits.

Βιβλιογραφία

- Baenziger, P.S., R.L.Clements, M.S. McIntosh, N.T.Yamazaki, T.M.Starling, D.J. Sammons και J.W. Jonson. 1985. Effect of cultivar, environment, and their interaction and Stability analyse on milling and baking quality of soft red winter wheat. *Crop.Sci.* 25:5-8.
- Bassett, L.M., R.E. Allan και G.L.Rubenthaler.1989. Genotype x environment interactions on soft white winter wheat quality. *Agron. J.* 81:955-960.
- Beninati και Busch 1992.
- Boggini, G., M. A. Donst, P. Annicchiarico, και L. Pecetti. 1997. Yielding ability, yield stability, and quality of exotic durum wheat germplasm. *Plant breeding.* 116: 541-545.
- Bush, R.H., W.C.Shuey, και R.C.Frohberg. 1969. Response of hard red spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to environment in relation to six quality characteristics. *Crop.Sci.* 9:813-817.
- Chapman, S. R. και F. H. McNeal. 1970. Gene effects for grain protein in five spring wheat crosses. *Crop Sci.* 10: 45-46.
- Costa J.M. και W.E. Kronstad. 1994. Association of grain protein concentration and selected traits in hard red winter wheat populations in the Pacific Northwest. *Crop Sci.* 34: 1234-1239.
- Cowley, C. R. και D. G. Wells. 1980. Inheritance of seed protein in crosses involving «Hard» : a hard red winter wheat . *Crop Sci.* 20: 55-58.
- Diehl, A. L., V. A. Johnson και P. J. Mattern. 1978. Inheritance of protein and lysine in three wheat crosses. *Crop Sci.* 18: 391-395.

¹ N.AG.RE.F.-Cereal Institute 57001 Thermi-Thessaloniki.

² Plant Genetic and Breeding department–School of Geotechnica Sciences, Aristotle University of Thessaloniki.

- Ehdaie, B., και J. G. Waines 1988. Yield potential and stress susceptibility of durum landraces in nonstress and stress environments. *Proc. 7th. Inter. Wheat Gen. Sympos.* Vol. 2: 811-815.
- Faridi H., και J.W.Finley. 1989. Improved wheat for baking CRC *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28:175-209.
- Fasoulas, A.C., και V.A. Fasoula. 1995. Honeycomb selection designs. *Plant Breed. Rev.* 13:87-139.
- Φασούλας, Α.Κ. 1979. Στοιχεία πειραματικής στατιστικής. Θεσσαλονίκη, σελ.255.
- Fowler D.B., και I.A. De La Roche. 1975.a. Wheat quality evaluation. 2. Relationships among prediction tests. *Can. J Plant Sci.* 55:251-262.
- Gebre-Mariam, H. και E. N. Larter.1996. Genetic response to index selection for grain yield, kernel weight and per cent protein in four wheat crosses. *Plant breeding.* 115: 459-464.
- Hanuold, A., V.A. Johnson και J.W. Schmidt. 1962. Variation in protein content of the grain in four varieties of *Triticum aestivum L.* *Agron. J.* 54:121-125.
- Heinrich J.M., C.A.Francis, J.D.Eastin και Mohammad Saied. 1985. Mechanisms of yield stability in sorghum. *Crop sci.* 25:1109-1113.
- Kang, M. S. και H.N. Pham. 1991. Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *8 Agron. J.* 3: 161-165.
- Kazartseva, A. T, R. A. Vorobyeva και N. V. Corsun 1996. Breeding-genetic investigations of wheat grain quality characters and selection efficiency. *5th International Wheat conference.* Abstracts p.247. Ankara, Turkey.
- Kibite, S., και L. Evans. 1987. Effect of population structure on protein-yield improvements in spring wheat (*Triticum aestivum L. em Thell*) *Theor. Appl. Genet.* 74:625-632.
- Kyriakou, D.T. και A.C. Fasoulas. 1985. Effects of competition and selection pressure on yield response in winter rye (*Secale Cereale L.*) *Euphytica* 34:833-895.
- Lofgren, J.R., K.F. Finney, E.G. Heyne, L.C. Bolte, R.S. Hosney και M.D.Shogren. 1968. Heritability estimates of protein content and certain quality and agronomic properties in bread wheat (*T. aestivum L.*) *Crop.Sci.* 8: 563-567.
- McGuire C.F. και F.H. McNeal. 1974. Quality response of 10 hard red spring wheat cultivars to 25 environments. *Crop.Sci.* 14:175-178.
- Noaman, M.M., G.A. Taylor και J.M. Martin. 1990. Indirect selection for grain protein and grain yield in winter wheat. *Euphytica* 47: 121-130.
- Παττακού, Β., Σ. Παπαστεφάνου, Ν.Τριανταφυλλάκος και Σ.Χατζησάββα. 1991. Ποιότητα μαλακού σίτου εσοδείας 1988-1989-1990. Επιστημονικό δελτίο. Νέα Σειρά ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.-Ινστιτούτο Σιτηρών. σελ.46.
- Perenzin, M., N.E.Pogna, και B.Borghi. 1992. Combining ability for breadmaking quality in wheat. *Can.J.of plant Sci.* 72:743-754.
- Peterson C.J., R.A. Graybosch, P.S. Baenziger, και A.W. Grombacher. 1992. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop.Sci.* 32:98-103.
- Sawant, A.R., και K.B.L. Jain. 1996. Realized genetic gains from single plant selection carried from two environments. *Proc. 5th wheat genetics symposium.* 794-802.
- Tsenov, N., και M.I. Stoyanova. 1996. Correlations between grain protein content and productivity in some bread wheat crosses. *5th International Wheat Conference.* Abstracts p.91. Ankara, Turkey.

Συμβολή στη μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών και τη βιώσιμη διαχείριση του καρστικού συστήματος Γιούχτα (Ν. Ηρακλείου Κρήτη)

Κ. Βουδούρης¹

Περίληψη

Ο ορεινός όγκος του Γιούχτα του Νομού Ηρακλείου, συνολικής έκτασης 3,9 Km² αποτελείται από δολομίτες, δολομιτικούς ασβεστολίθους και ασβεστόλιθους της ενότητας Τρίπολης. Τα πετρώματα αυτά, λόγω καρστοποίησης ευνοούν την κατεισδυση του νερού της βροχοπτώσης με αποτέλεσμα να σχηματίζονται αξιόλογες υπόγειες υδροφορίες. Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού από βροχοπτώση στον ορεινό όγκο Γιούχτα ανέρχεται σε 3,7x10⁶ m³. Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού που επανέρχεται στην ατμόσφαιρα, λόγω εξατμισοδιαπνοής ανέρχεται σε 1,6x10⁶ m³. Ο όγκος νερού που κατεισδύει ανέρχεται σε 1,9x10⁶ m³. Οι παροχές των γεωτρήσεων που έχουν ανορυχθεί στα ανθρακικά πετρώματα του ορεινού όγκου Γιούχτα κυμαίνονται από 20-60 m³/h και η ειδική ικανότητα (Q/s) από 1,4 m³/h.m έως 28,5 m³/h.m. Η προστασία και η ορθολογική αξιοποίηση του καρστικού υδροφορέα του Γιούχτα κρίνεται επιβεβλημένη, γιατί αποτελεί τη μοναδική πηγή τροφοδοσίας με καλής ποιότητας νερό για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της ευρύτερης περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Υδρολογικό ισοζύγιο, καρστικός υδροφορέας, βιώσιμη διαχείριση, Γιούχτας, Κρήτη.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ορεινός όγκος του Γιούχτα (Σχ. 1) βρίσκεται κατά το μεγαλύτερο τμήμα του στα διοικητικά όρια του Δήμου Αρχανών του Νομού Ηρακλείου, στη Βόρεια κεντρική Κρήτη και σε απόσταση 14 Km από το Ηράκλειο. Ο Γιούχτας έχει ανακηρυχθεί σε σημαντικό βιότοπο και από το έτος 1989 σε διεθνή ορνιθοβιότοπο.

Τα τελευταία χρόνια η ποσοτική μείωση και ποιοτική υποβάθμιση άλλων υδατικών πόρων (πηγές, υδροφόρος ορίζοντας των μαργαϊκών ασβεστολίθων) της ευρύτερης περιοχής του Δήμου Αρχανών, οδήγησε στην ανάγκη αξιοποίησης του καρστικού υδροφορέα του Γιούχτα.

Πρέπει να αναφερθεί ότι το καρστικό υπόγειο νερό είναι ιδιαίτερα τρωτό σε ρύπανση και η ορθολογική διαχείρισή του απαιτεί την πρόληψη της ρύπανσης. Γενικά η υπερεκμετάλλευση των υπογείων αποθεμάτων πρέπει να αποφεύγεται και να διατηρείται μια ισορροπία μεταξύ του φυσικού εμπλουτισμού και του ρυθμού απόληψης. Για να επιτευχθεί αυτή η ισορροπία πρέπει να είναι γνωστές οι παράμετροι του υδρολογικού ισοζυγίου (βροχοπτώσεις, εξατμισοδιαπνοή, κατεισδυση, εκροές).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα υδραυλικά χαρακτηριστικά και επιχειρείται ο υπολογισμός του όγκου νερού από βροχοπτώση, του όγκου νερού που επανέρχεται στην ατμόσφαιρα μέσω της εξατμησης και διαπνοής, καθώς και του όγκου νερού που κατεισδύει στον καρστικό υδροφορέα του Γιούχτα. Επιπλέον ο φυσικός εμπλουτισμός συγκρίνεται με το σημερινό ρυθμό εκμετάλλευσης για να παραχθεί ένα υδρολογικό μοντέλο για τον πλήρη κύκλο νερού. Τέλος προτείνονται μέτρα για τη βιώσιμη διαχείριση του καρστικού αυτού υδροφορέα

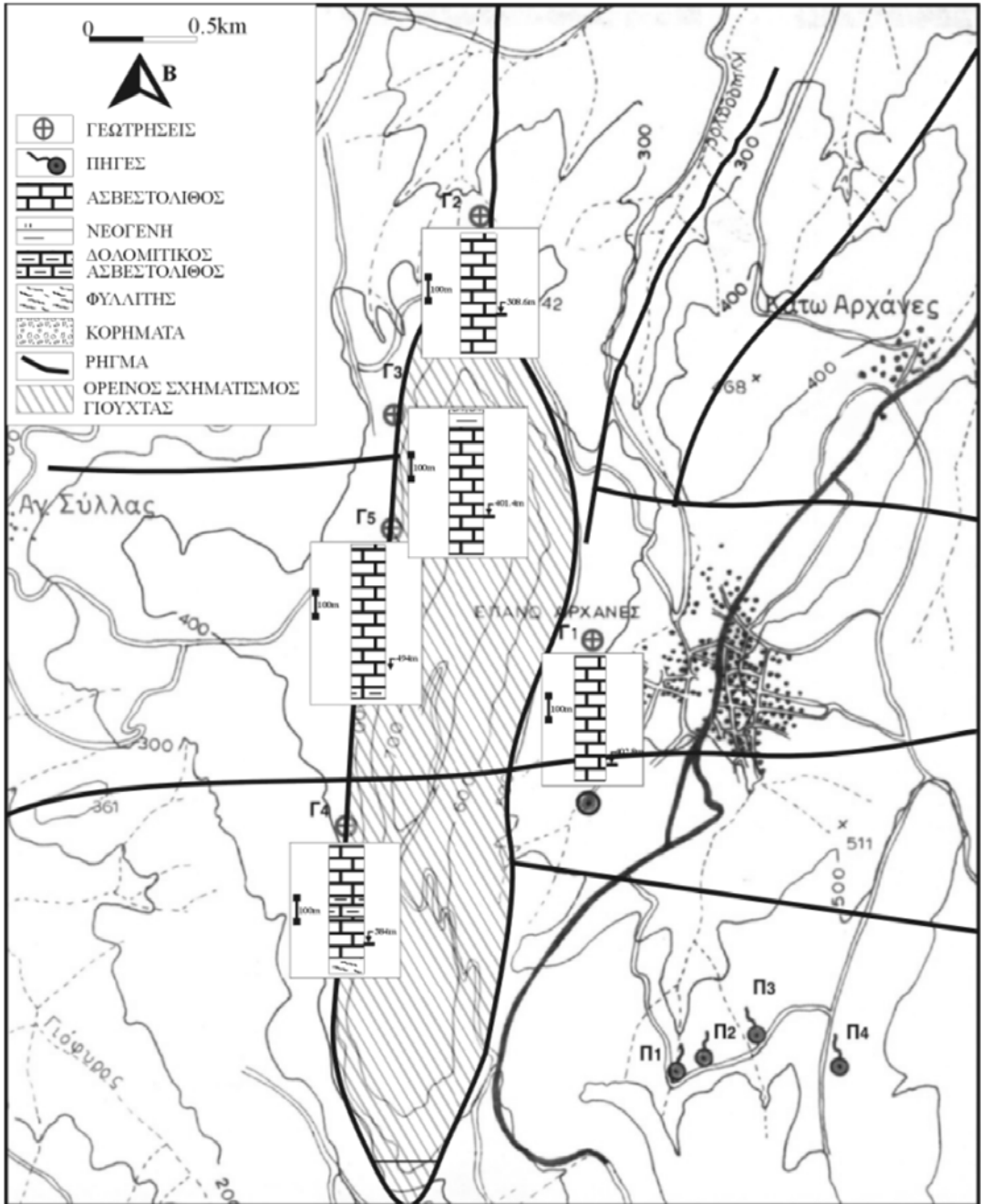
Τα στοιχεία αντλήθηκαν κυρίως από την εκπόνηση ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Υδρολογικό ισοζύγιο και βιώσιμη διαχείριση του καρστικού υδροφορέα του Γιούχτα». Το πρόγραμμα εκπονήθηκε από το εργαστήριο Υδρογεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών και χρηματοδοτήθηκε από το Δήμο Αρχανών.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

2.1. Γεωλογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής

Η συνολική έκταση του ορεινού όγκου Γιούχτα, όπως προέκυψε από εμβαδομέτρηση του τοπογραφικού

¹ Λέκτορας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη, Email: KVoudour@internet.gr



Σχήμα 1. Τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Γιούχτα και θέση των γεωτρήσεων.
Figure 1. Topographic map of Giouchta area, illustrating the boreholes locations.

κού χάρητη 1:50.000 της ΓΥΣ ανέρχεται σε 3,9 Km² και κυμαίνεται σε υψόμετρα 500-800 m (Σχήμα 1). Η βόρεια και η νότια απόληξη του Γιούχτα βρίσκονται σε υψόμετρα μικρότερα των 400 m. Τρεις κορυφές του Γιούχτα, καταλαμβάνοντας πολύ μικρή έκταση στο κεντρικό τμήμα του υπερβαίνουν τα 800 m. Από την κατανομή της επιφάνειας στα διάφορα υψόμετρα προκύπτει ότι το 85% της επιφάνειας του Γιούχτα βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 m. Η μεγαλύτερη επιφάνεια (1,3 Km²) βρίσκεται μεταξύ των ισοϋψών 500-600 m και ακολουθεί η επιφάνεια μεταξύ των ισοϋψών 600-700 m (1,25 Km²). Η μικρότερη επιφάνεια (0,25 Km²) βρίσκεται μεταξύ των ισοϋψών 300-400 m. Το μέσο υψόμετρο του ορεινού όγκου ανέρχεται σε 598 m.

Τα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας Τρίπολης απαντούν κυρίως στον ορεινό όγκο του Γιούχτα και ο φλύσχης στις Α/κές παρυφές του. Η ανθρακική ακολουθία εμφανίζεται με τους στρωματογραφικούς ορίζοντες από το Ανώτερο Τριαδικό έως το Κρητιδικό και αντιπροσωπεύεται από τους παρακάτω γεωλογικούς σχηματισμούς (Aubouin et al., 1965, Bonneau, 1973, Κνιθάκης & Πολυχρονάκη, 1990):

- Δολομίτες και ασβεστόλιθοι του Ανώτερου Ιουρασικού-Κρητιδικού, ανοικτότεφροι μέχρι τεφρόμαυροι, μεσοστρωματώδεις έως άστρωτοι. Βρίσκονται κατά κανόνα επωθημένοι στη φυλλιτική-γαλαζιτική σειρά, με αποτέλεσμα στη βάση τους να είναι μυλονιτιομένοι, λόγω του τεκτονισμού αυτών. Στα κατώτερα μέλη τους αποτελούνται από ημικρυσταλλικούς δολομίτες, παχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτους, τεφρούς. Στα ανώτερα μέλη μεταπίπτουν σε ασβεστολίθους και δολομιτικούς ασβεστολίθους μεσοστρωματώδεις, τεφρόλινκους μέχρι τεφρόμαυρους. Είναι χαρακτηρισικό ιδίως στα ανώτερα μέλη και εμφανίζονται στο Βόρειο και Νότιο τμήμα του Γιούχτα καλύπτοντας επιφανειακή έκταση 2,1 Km².

- Ασβεστόλιθοι του Ανώτερου Κρητιδικού, τεφροί έως τεφρόμαυροι, μεσο-παχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτοι, βιτουμεινούχοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, με πλούσια νηριτική πανίδα. Η επιφανειακή έκταση που καλύπτουν ανέρχεται σε 1,8 Km².

Ο φλύσχης απαντά κυρίως στη βόρεια απόληξη του Γιούχτα και αποτελείται από εναλλαγές αργιλικών σχιστολίθων και ψαμμιτών με εντροώσεις τεφρών ασβεστολιθικών τουρβιδιτών. Ο φλύσχης αποτελεί τον ανώτερο γεωλογικό σχηματισμό του καλύμματος της ενότητας Τρίπολης, ηλικίας Ανώτερου Ηώκαινου-Ολιγόκαινου. Η απόθεση του φλύσχη έχει λάβει χώρα επί ενός παλαιοαναγλύφου, που η δημιουργία του οφείλεται σε έναν προφλυσχικό ρηγματογόνο τεκτονισμό.

Οι νεογενείς σχηματισμοί καλύπτουν την περιοχή γύρω από τον ορεινό όγκο του Γιούχτα. Πρόκειται (Χριστοδούλου, 1963, Πασιπέτρου-Ζαμάνη, 1965, Meulenkamp, 1979, Αλεξόπουλος, 1990) για πλειοκαινικές, κτινιόχροες συμπαγείς ή φυλλώδεις κατά θέσεις, μάργες και μαργαίτους ασβεστολίθους. Σε μεγάλο ποσοστό τα νεογενή καλύπτουν επικλυσιογενώς τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας Τρίπολης. Στη βάση της επίκλυσης παρατηρούνται συνεκτικά κροκαλολατυποπαγή με κροκάλες και λατύπες που προέρχονται από προνεογενή πετρώματα, κυρίως ανθρακικά της ενότητας Τρίπολης.

Κοντά στα ανθρακικά της ενότητας Τρίπολης οι νεογενείς αποθέσεις εξελίσσονται προς τα επάνω σε βιογενείς, βιοκλαστικούς ή μαργαίτους ασβεστολίθους. Απομακρυνόμενοι από τα ανθρακικά ιζήματα της ενότητας Τρίπολης, τα νεογενή ιζήματα μεταβαίνουν πλευρικά σε συμπαγείς ή φυλλώδεις μάργες. Σύμφωνα με τη γεωηλεκτρική έρευνα του ΙΓΜΕ (Ξανθόπουλος, 1988) το υπόβαθρο των νεογενών αποθέσεων είναι ασβεστολιθικό. Το πάχος των νεογενών αποθέσεων ειδικά στη δυτική πλευρά του Γιούχτα είναι αρκετά μεγάλο (300-400 m).

Η τεκτονική της ενότητας Τρίπολης (Φυτρολάκης, 1980, Φασουλός, 1995) στην οποία ανήκει ο ορεινός όγκος του Γιούχτα, ο οποίος αποτελεί τεκτονικό κέρατο, χαρακτηρίζεται από κανονικά ρήγματα κατά μήκος διαφόρων διευθύνσεων, διακλάσεις και πτυχές. Δύο κύρια ρήγματα οριοθετούν το σύστημα του Γιούχτα, διεύθυνσης Βορρά-Νότου (Σχ. 1). Το άλμα των ρηγμάτων κυμαίνεται μεταξύ μερικών εκατοστών και δεκάδων μέτρων. Στην Α/κή πλευρά το ανάγλυφο είναι πιο ομαλό, σε αντίθεση με αυτό της Δ/κής πλευράς. Οι ασβεστόλιθοι της ενότητας Τρίπολης στην περιοχή του Γιούχτα χαρακτηρίζονται από τη συχνή παρουσία διακλάσεων, που συμβάλλουν στην κατείδωση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και στην καρστοποίηση. Η σχέση των νεογενών σχηματισμών με τα προνεογενή ανθρακικά πετρώματα είναι τεκτονική και η επαφή τους γίνεται με σχεδόν κατακόρυφα κανονικά ρήγματα, μερικά από τα οποία είναι παλαιότερης ηλικίας και έχουν επανεργοποιηθεί μετά την απόθεση των νεογενών αποθέσεων. Η τεκτονική αυτή σχέση επηρεάζει τις υδρογεωλογικές συνθήκες, που διαμορφώνονται στο

καρστικό υδροφόρο σύστημα του Γιούχτα.

2.2. Καρστικός υδροφορέας

Τα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας Τρίπολης που απαντώνται στον ορεινό όγκο του Γιούχτα είναι έντονα καρσοποιημένα πετρώματα, με την καρσοποίηση να είναι καλύτερα αναπτυγμένη στους ασβεστολίθους παρά στους δολομίτες και κυρίως στα ανώτερα μέλη. Η υδροπερατότητα οφείλεται στην καρστικοποίηση, η οποία έχει διευκολυνθεί από τη δράση των τεκτονικών τάσεων εφελκυσμού και διάτμησης και έχουν προκαλέσει κατακερματισμό των πετρωμάτων. Η τροφοδοσία του καρστικού υδροφόρου ορίζεται κυρίως από την απ' ευθείας κατεισδυσή του νερού των βροχοπτώσεων. Δεν διερευνήθηκε στα πλαίσια της παρούσας έρευνας η υδραυλική σχέση του καρστικού υδροφόρου του Γιούχτα με αυτό του Ψηλορείτη.

Όπως προκύπτει από τη γεωτρητική έρευνα (στοιχεία ΤΥΔΚ Ηρακλείου) το στεγανό υπόβαθρο των ασβεστολίθων εντοπίζεται μόνο στις γεωτρήσεις Γ1 (θέση Ρίζα) και Γ4 (θέση Καρνάρι). Το στεγανό αυτό φυλλικό υπόβαθρο εντοπίζεται σε απόλυτο υψόμετρο $-53,1$ και $-26,5$ m, αντίστοιχα.

Για τον προσδιορισμό της κίνησης των υπόγειων νερών στον καρστικό υδροφορέα του Γιούχτα χρησιμοποιήθηκαν οι στάθμες ηρεμίας, όπως μετρήθηκαν μετά την ανόρυξη των γεωτρήσεων. Με βάση λοιπόν τις απόλυτες στάθμες προκύπτει ότι η κίνηση των ασβεστολιθικών νερών ακολουθεί τη διεύθυνση N-B.

2.3 Υδραυλικά χαρακτηριστικά του καρστικού υδροφορέα

Για τον υπολογισμό των υδραυλικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των αντήλικών δοκιμασιών που έγιναν στις γεωτρήσεις μετά την ανόρυξή τους (Σχήμα 1).

Στον Πίνακα I παρουσιάζονται οι τιμές του συντελεστή μεταβιβαστικότητας (T), του συντελεστή αποθηκευτικότητας και της ειδικής ικανότητας (Q/s). Η ειδική ικανότητα (Q/s) κυμαίνεται από $1,4 \text{ m}^3/\text{h.m}$ (Γ1) μέχρι

Πίνακας I. Τιμές των συντελεστών T, S και της ειδικής ικανότητας (Q/s), όπως προέκυψαν από τις δοκιμαστικές αντήξεις στον καρστικό υδροφορέα του Γιούχτα.

Table I. Transmissivity Storage coefficient values and specific capacity (Q/s) as deduced from pumping test analyses in karst aquifer of Giouchta.

A/α	Αριθμ. Μητρ.	Υδροστατική στάθμη*	T _{μέσο} (m ² /day)	S	Q (m ³ /h)	Πτώση στάθμης (m)	Ειδική Ικανότητα (m ³ /h.m)
1	Γ1	402,8 (+29,1)	41,7	$3,06 \cdot 10^{-2}$	30	21,5	1,4
2	Γ2	308,6 (+15,2)	770	$1,2 \cdot 10^{-2}$	40	1,4	28,5
3	Γ3	401,9 (+13,1)	216	$4,5 \cdot 10^{-3}$	58	9,2	6,3
4	Γ4	383,9 (+24,6)	301	$6,05 \cdot 10^{-3}$	37	3,85	9,6

* Η υδροστατική στάθμη αναφέρεται σε m από την επιφάνεια του εδάφους στο τέλος της διάτρησης. Σε παρένθεση η απόλυτη στάθμη.

$28,5 \text{ m}^3/\text{h.m}$ (Γ2). Ο υπολογισμός του συντελεστή μεταβιβαστικότητας (T) έγινε με τις μεθόδους Theis και Jacob. Οι μέσες τιμές του συντελεστή T κυμαίνονται από 41,7 (Γ1) έως 770 m²/day (Γ2). Ο συντελεστής αποθηκευτικότητας (S) κυμαίνεται από 0,45% έως 3%.

Οι παροχές των γεωτρήσεων που έχουν γίνει στα ανθρακικά πετρώματα του ορεινού όγκου Γιούχτα (Γ1,

Γ2, Γ3, Γ4, Γ5) κυμαίνονται από 20-60 m³/h. Η υδροστατική στάθμη, καθώς και η στάθμη άντλησης σε όλες τις γεωτρήσεις που ανορύχθηκαν στον καρστικό υδροφορέα του Γιούχτα βρίσκεται σε θετικά υψόμετρα, που κυμαίνεται από +3 m (Γ5) έως +29,1 m (Γ1).

3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

3.1 Γενικά κλιματικά στοιχεία

Σύμφωνα με την κλιματική υποδιαίρεση του Korpen, (1936) το κλίμα της περιοχής έρευνας ανήκει στον τύπο **Csa**, που δηλώνει εύκρατο με ξηρό θέρος και μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα μεγαλύτερη από 22 °C.

Η ευρύτερη περιοχή Γιούχτα χαρακτηρίζεται από μέση ετήσια σχετική υγρασία 63,1% (σταθμός Ηρακλείου). Το ελάχιστο της σχετικής υγρασίας προηγείται των μέγιστων θερμοκρασιών και εξαρτάται από το καθεστώς των ανέμων (μελέτμια).

Για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας του αέρα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα πέντε σταθμών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους Ηρακλείου (1955-1995), Κρουσσώνα (1991-1998), Αβδού (1991-1998), Καστελλίου (1978-1998) και Φοινικιάς (1969-1998). Η ευθεία παλινδρόμησης που συσχετίζει τη μέση ετήσια θερμοκρασία (Θ) με το υψόμετρο (H) των ανωτέρω σταθμών εκφράζεται μαθηματικά από την κάτωθι σχέση:

$$\Theta (^{\circ}\text{C}) = -0,00826 \text{ H (m)} + 18,22 \quad (r=0,83)$$

Έτσι προκύπτει μέση ετήσια θερμοκρασία 18,22 °C στην επιφάνεια της θάλασσας και ελάττωση αυτής κατά 0,82 °C ανά 100 m. Η ανωτέρω εξίσωση χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας στα διάφορα υψόμετρα της περιοχής έρευνας.

3.2 Βασική υδρολογική εξίσωση

Η γνώση του υδρολογικού ισοζυγίου μιας περιοχής συμβάλλει στο να βελτιστοποιηθεί η διαχείριση των υδατικών πόρων στην περιοχή αυτή. Ο συνολικός εμπλουτισμός ενός υδροφορέα ισούται με το ποσοστό του νερού της βροχόπτωσης, το οποίο κατεισδύει και διηθείται στην κορεσμένη ζώνη, επιπλέον τον όγκο νερού της εξωτερικής τροφοδοσίας. Μαθηματικά ο συνολικός εμπλουτισμός (Q_r) μπορεί να εκφρασθεί από την κάτωθι σχέση (Birkle et al., 1998):

$$Q_r = P - E - R + Q_{in} - Q_{out} \pm \Delta S$$

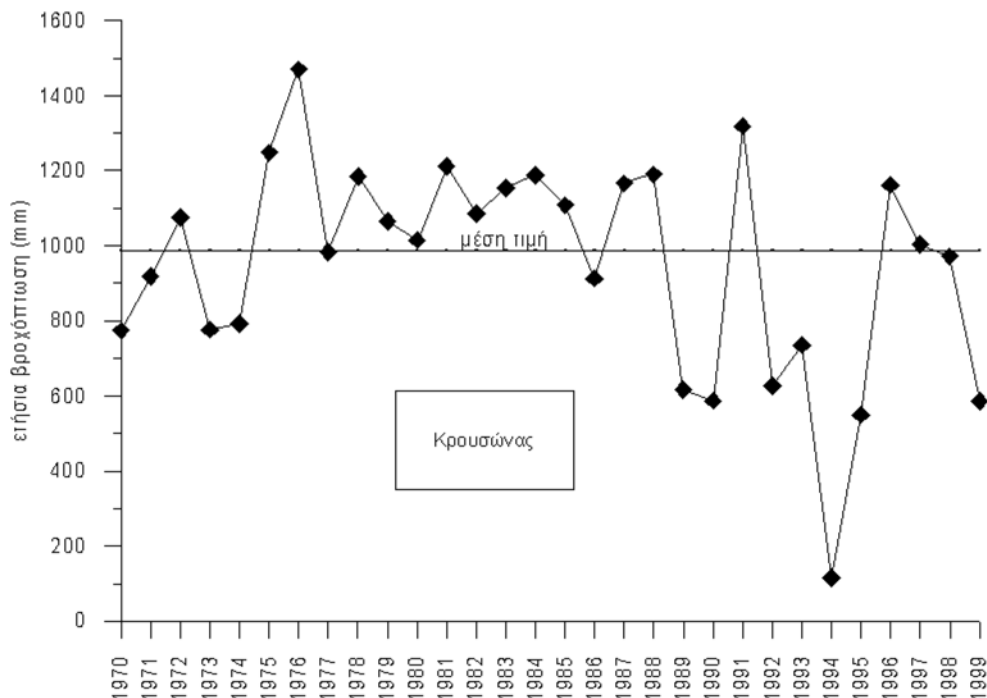
Όπου: P = τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα
E = η πραγματική εξατμισοδιαπνοή
R = η επιφανειακή απορροή
 Q_{in} = η εξωτερική τροφοδοσία
 Q_{out} = οι εκροές
 ΔS = η μεταβολή των αποθεμάτων

Επειδή η ανθρακική μάζα του Γιούχτα αποτελεί αυτοτελές σύστημα, η εξωτερική τροφοδοσία από γειτονικές λεκάνες θεωρείται μηδενική και οι μεταβολές στα υπόγεια αποθέματα είναι αμελητέες οι παράγοντες, Q_{in} , Q_{out} , ΔS της ανωτέρω εξίσωσης παραλείπονται. Επίσης αγνοείται σε πρώτη φάση και αναλύεται σε άλλη παράγραφο η επίδραση των απολήψεων νερού μέσω της άντλησης και μελετάται το φυσικό υδρολογικό ισοζύγιο χωρίς ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Για να συνταχθεί το υδρολογικό ισοζύγιο του Γιούχτα συγκεντρώθηκαν στοιχεία που αφορούν τις βροχοπτώσεις, τη θερμοκρασία, την εξατμισοδιαπνοή και έγινε η επεξεργασία τους.

3.3 Βροχοπτώσεις

Για την εκτίμηση των μέσων τιμών βροχόπτωσης στην περιοχή μελέτης αλλά και της κατανομής τους μέσα στο χρόνο και το χώρο, έγινε επεξεργασία των δεδομένων επτά (7) σταθμών, που διατηρούν στην περιοχή οι υπηρεσίες του Υπουργείου Γεωργίας (Πρ. Ηλίας, Βόνη, Καστέλλι, Αβδού, Κρουσσώνας, Φοινικιά) και η ΕΜΥ (σταθμός Ηρακλείου). Επιλέχθηκε η μέγιστη κοινή περίοδος μετρημένων δεδομένων (Ιανουάριος



Σχήμα 2. Διακύμανση της ετήσιας βροχόπτωσης (mm) στο σταθμό Κρουσσώνας (1970-1999).

Figure 2. Fluctuations of annual rainfall (mm) at the station of Kroussona (1970 – 1999).

1970-Δεκέμβριος 1999), κατά τη διάρκεια της οποίας λειτούργησαν όλοι οι σταθμοί. Για τον έλεγχο της ομοιογένειας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της καμπύλης διπλής μάζας (Linsley et al, 1988).

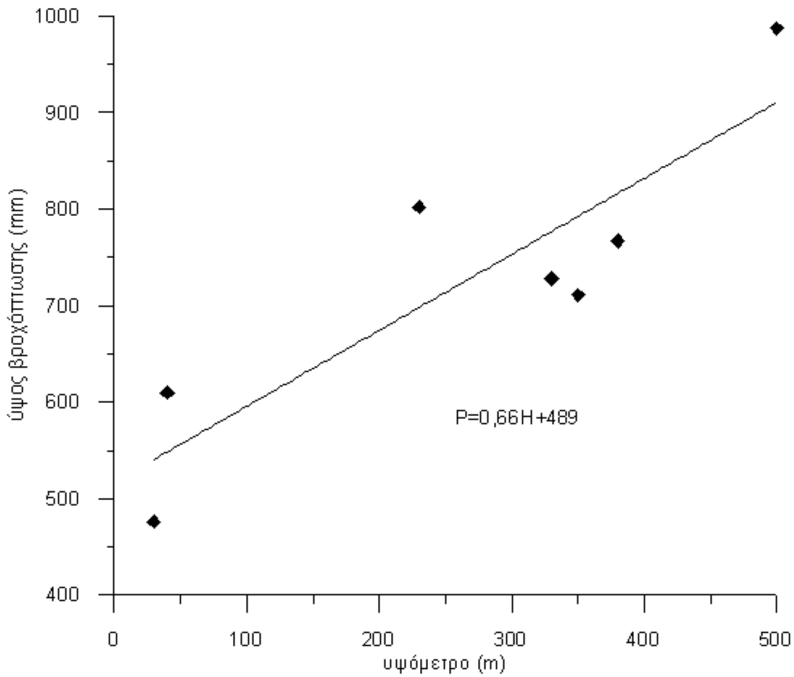
Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η διακύμανση των ετήσιων τιμών βροχόπτωσης του σταθμού Κρουσσώνας, ο οποίος βρίσκεται σε υψόμετρο 500 m, που προσεγγίζει το μέσο υψόμετρο του Γιούχτα για την περίοδο 1970-1999. Το μέγιστο μηνιαίο ποσοστό παρουσιάζεται κατά το μήνα Ιανουάριο (20,1%), ενώ εξίσου σημαντικά ποσοστά εμφανίζονται και κατά τους μήνες Δεκέμβριο (19,8%) και Φεβρουάριο (16,8%). Οι πλέον ξηροί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Κατά τον χειμώνα πέφτουν κατά μέσο όρο 56,7% των κατακρημνισμάτων, ενώ το καλοκαίρι το ποσοστό σχεδόν μηδενίζεται (1,2%).

Στα δεδομένα των βροχομετρικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής του Γιούχτα εφαρμόστηκε η μέθοδος των ελάχιστων τετραγώνων για τον υπολογισμό των συντελεστών της μαθηματικής έκφρασης, $P = \alpha \cdot H + \beta$ με ανεξάρτητη μεταβλητή το υψόμετρο των σταθμών (H) και εξαρτημένη το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης (P).

Έτσι προκύπτει η κάτωθι σχέση (Σχ. 3): $P = 0,66 H + 489$ ($r = 0,87$). Με βάση τη σχέση αυτή υπολογίζεται ο όγκος νερού από βροχόπτωση που δέχεται ο ορεινός όγκος του Γιούχτα, πολλαπλασιάζοντας την επιφάνεια μεταξύ των διαφόρων υψόμετρων (ανά 100 m) επί το ύψος βροχόπτωσης που αντιστοιχεί και αθροίζοντας τα μερικά γινόμενα (Πίν. II). Έτσι προκύπτει ότι ο μέσος ετήσιος όγκος νερού από βροχόπτωση που δέχεται ο ορεινός όγκος Γιούχτα ανέρχεται σε 3.700.000 m³.

3.4 Πραγματική εξατμισοδιαπνοή

Λόγω της έλλειψης λυσιμέτρων η εκτίμηση της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (Eg) έγινε με τη χρήση εμπειρικών τύπων. Για τον Γιούχτα εφαρμόστηκαν οι μέθοδοι Turc και Coutagne, καθώς και η μέθοδος Thornthwaite. Έτσι στο μέσο υψόμετρο κάθε τμήματος (350, 450,...) υπολογίστηκε η μέση ετήσια θερμοκρασία με βάση τη σχέση θερμοκρασίας-υψόμετρου. Με βάση τις τιμές της θερμοκρασίας και των ατμοσφαιρικών



Σχήμα 3. Γραφική απεικόνιση της σχέσης ύψους βροχόπτωσης-υψόμετρου.
Figure 3. Relation between rainfall and elevation.

Πίνακας II. Όγκος νερού από βροχόπτωση ($\times 10^6 \text{ m}^3$) στον ορεινό όγκο Γιούχτα.
Table II. Water volume from rainfall ($\times 10^6 \text{ m}^3$) in Giouhta area

A/a	Υψόμετρο (m)	Ύψος βροχόπτωσης (mm)	Επιφάνεια (Km ²)	Όγκος νερού ($\times 10^6 \text{ m}^3$)
1	300-400	762	0,25	0,190
2	400-500	840	0,35	0,294
3	500-600	918	1,30	1,193
4	600-700	996	1,25	1,245
5	>700	1.074	0,75	0,805
ΣΥΝΟΛΟ			3,9	3,7

κατακρημνισμάτων σε κάθε τμήμα του Γιούχτα και χρησιμοποιώντας τους εμπειρικούς τύπους των Turc και Coutagne (Καλλέργης, κ.ά, 2002) εκτιμήθηκε η ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή.

Η εφαρμογή της μεθόδου Turc στον ορεινό όγκο του Γιούχτα έδωσε μέση τιμή συντελεστή πραγματικής εξατμισοδιαπνοής που ανέρχεται σε 62%, ενώ η μέθοδος Coutagne τιμή που ανέρχεται σε 63,4%. Σύμφωνα με τον Μαρίνο (1975) ο υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής μέσω των μεθόδων Turc και Coutagne σε καρστικές περιοχές δίνει αναξιόπιστα αποτελέσματα.

Για τον υπολογισμό της πραγματικής (Er) εξατμισοδιαπνοής από τη δυναμική (Er) συντάχθηκε επιπλέον το ισοζύγιο κατά Thornthwaite (Βουδούρης, 1993). Το ωφέλιμο απόθεμα νερού στο έδαφος εξαρτάται από τη φύση του και το είδος της βλάστησης και εκτιμήθηκε ίσο με 70 mm.

Αν η βροχόπτωση (P) υπερβαίνει την Er τότε η πραγματική εξατμισοδιαπνοή $Er = Er$. Η διαφορά (P-Er) αποθηκεύεται στο έδαφος μέχρις ότου κορεσθεί από υγρασία. Αν οι μηνιαίες βροχοπτώσεις είναι μικρότερες από την Er τότε η Er είναι ίση με το άθροισμα των βροχοπτώσεων και με όλο ή με μέρος του ποσοστού του ωφέλιμου αποθέματος νερού από το έδαφος.

Στον Πίνακα III δίνονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής των ανωτέρω μεθόδων στον ορεινό όγκο του Γιούχτα. Το ισοζύγιο κατά Thornthwaite προσεγγίζει περισσότερο την πραγματικότητα (Βουδούρης κ.ά,

Πίνακας III: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Er (mm) στον Γιούχτα με διάφορες μεθόδους
Table III. Real evapotranspiration (mm) in Giouchta with various methods.

A/a	Υψόμετρο (m)	Ύψος βροχής (mm)	Θερμ/σία (°C)	Er (mm) Turc	Er (mm) Coutagne	Er (mm) Thornthwaite
1	300-400	762	15,33	588	565,2	374,9
2	400-500	840	14,50	599,6	590,9	378,0
3	500-600	918	13,67	602,2	607,9	368,1
4	600-700	996	12,85	598	615,0	388,4
5	>700	1.074	12,02	587,5	610,3	375,9
				62%	63,4%	44,2%

1997) και έτσι ο υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής έγινε με βάση τη μέθοδο αυτή. Οι τιμές του συντελεστή πραγματικής εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο Thornthwaite για τους σταθμούς Αβδού, Κρουσσώνα, Καστελλίου και Προφήτη Ηλία, που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή έρευνας ανέρχονται σε 50%, 40%, 51,5% και 49%, αντίστοιχα.

Για τον ορεινό όγκο του Γιούχτα, με βάση τα ανωτέρω, εκτιμήθηκε ότι η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή αντιπροσωπεύει το 44,2% του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης (Πίν. III). Η διαφορά της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελεί το πλεόνασμα νερού και αντιπροσωπεύει τις ποσότητες νερού που αντιστοιχούν στις διαδικασίες της επιφανειακής απορροής και κατείδυσης.

3.5 Κατείδυση

Για τα ανθρακικά πετρώματα έχουν δοθεί συντελεστές κατείδυσης από διάφορους ερευνητές, που κυμαίνονται από 35% έως 60% της ετήσιας βροχόπτωσης. Ο Μαρίνος (1975) θεωρεί ότι για τις τυπικές καρστικές συνθήκες της Ελλάδας, οι τιμές του συντελεστή κατείδυσης πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ 0,40 και 0,55.

Όπως προέκυψε από το ισοζύγιο Thornthwaite ο συντελεστής πραγματικής εξατμισοδιαπνοής στον ορει-

νό όγκο του Γιούχτα ανέρχεται σε 44,2% του ετήσιου ύψους βροχοπτώωσης. Το υπόλοιπο αντιστοιχεί στις διαδικασίες της κατείδυσης και της απορροής. Επειδή η επιφανειακή απορροή στο Γιούχτα εκτιμάται σε 5% του ύψους βροχοπτώωσης, λόγω του έντονου ανάγλυφου, προκύπτει ότι ο συντελεστής κατείδυσης στους ασβεστόλιθους του ορεινού όγκου του Γιούχτα ανέρχεται σε 50,8% του ετήσιου ύψους βροχοπτώωσης. Το ποσοστό αυτό μπορεί να διαφοροποιείται από έτος σε έτος συναρτήσει των κατακρημνισμάτων, της έντασής των και άλλων παραμέτρων.

Η εφαρμογή των συντελεστών Kessler για τον υπολογισμό της κατείδυσης δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα (Μαρίνος, 1975). Εφαρμόζοντας λοιπόν τους συντελεστές Kessler με βάση τις μηνιαίες βροχοπτώσεις του σταθμού Κρουσσώνα, το υψόμετρο του οποίου αντιστοιχεί στο μέσο υψόμετρο του ορεινού όγκου του Γιούχτα προκύπτει ότι ο μέσος ετήσιος συντελεστής κατείδυσης ανέρχεται σε 53,9% του ετήσιου ύψους βροχοπτώωσης, ο οποίος βρίσκεται στα αποδεκτά όρια για αμιγείς καρστικές περιοχές του Ελληνικού χώρου και προσεγγίζει σημαντικά τον συντελεστή που υπολογίσθηκε από τη μέθοδο Thornthwaite.

Μέρος από την ποσότητα νερού που κατείδυει εκφορτίζεται μέσω πηγών. Δύο τέτοιες χαρακτηριστικές πηγές (Π1, Π2) βρίσκονται στο Δυτικό τμήμα του Γιούχτα και έχουν παροχές 35 m³/h και 15 m³/h αντίστοιχα (περίοδος Φεβρουαρίου 2001) και χρησιμοποιούνται για άρδευση. Οι παροχές τη θερινή περίοδο ελαττώνονται σημαντικά και ανέρχονται σε 5 m³/h και 0,5 m³/h αντίστοιχα. Συνολικά εκτιμάται μέση ετήσια πηγαία απορροή της τάξεως των 350.000 m³.

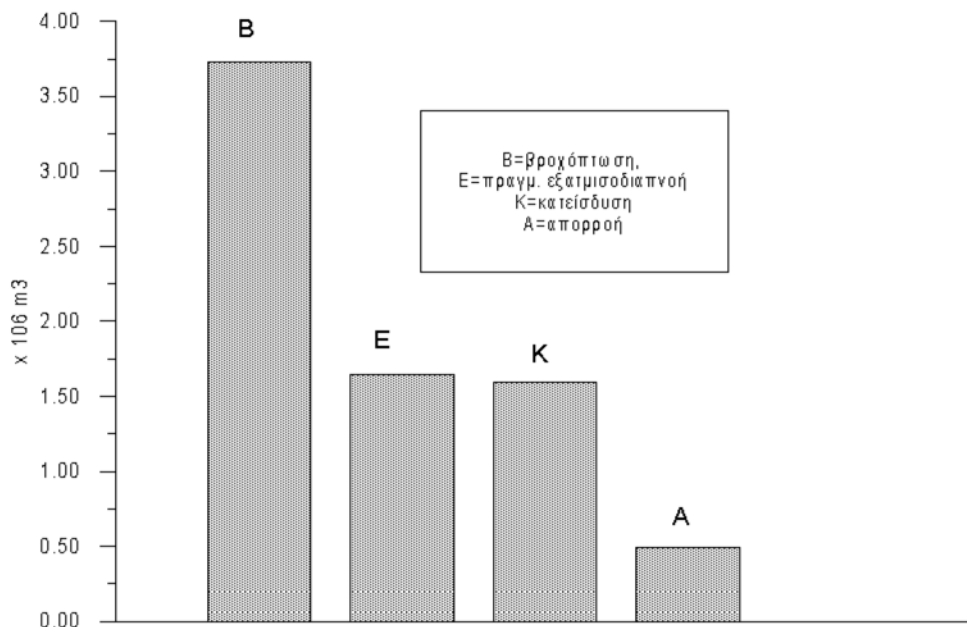
Ο συντελεστής στειρέυσης α , όπως προκύπτει από την εφαρμογή της εξίσωσης του Maillet ανέρχεται σε $8,8 \times 10^{-3} \text{ d}^{-1}$. Ο συντελεστής αυτός αντιπροσωπεύει την ικανότητα του υδροφόρου να απελευθερώνει νερό και σχετίζεται με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του, ειδικά το ενεργό πορώδες και τη μεταβιβασιμότητα. Η τάξη μεγέθους του α δείχνει τον τρόπο ροής του νερού στον υδροφόρο. Αν η ροή του υπόγειου νερού πρωταρχικά γίνεται μέσω διακλάσεων και διαρρηξίων η τάξη μεγέθους του α είναι 10^{-3} d^{-1} (Ozler, 1999), όπως στην περίπτωση του Γιούχτα.

3.6 Προσεγγιστικό υδατικό ισοζύγιο του ορεινού όγκου Γιούχτα

Με βάση τα ανωτέρω εκτεθέντα επιχειρήθηκε η σύνταξη ενός προσεγγιστικού ισοζυγίου στον ορεινό όγκο του Γιούχτα, συνολικής έκτασης 3,9 Km² (Πίν. IV). Από τον Πίνακα αυτόν, καθώς και το Σχήμα 4 προκύπτουν τα κάτωθι:

Πίνακας IV: Προσεγγιστικό υδρολογικό ισοζύγιο στον ορεινό όγκο Γιούχτα
Table IV. Mean water balance computation in Giouchta area.

Γεωλογικός Σχηματισμός	Έκταση (Km ²)	Όγκος νερού Βροχοπτώωσης (10 ⁶ m ³)	Πραγματική εξατμ/πνοή (10 ⁶ m ³)	Κατείδυση (10 ⁶ m ³)	Απορροή (10 ⁶ m ³)
Ασβεστόλιθοι, Δολομίτες	3,9	3,727	(44,2%) 1,647	(50,8%) 1,893	(5%) 0,187
Πηγαία απορροή				-0,3	+0,3
ΣΥΝΟΛΟ		3,7	1,65	1,6	0,49



Σχήμα 4. Παράμετροι του υδρολογικού ισοζυγίου στον ορεινό όγκο Γιούχτα.

Figure 4. Water balance parameters in Giouchta area.

- Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού από βροχόπτωση στον ορεινό όγκο Γιούχτα του Δήμου Αρχανών ανέρχεται σε $3,7 (x10^6 \text{ m}^3)$.

- Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού που επανέρχεται στην ατμόσφαιρα, λόγω εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο Thornthwaite ανέρχεται σε $1,65 (x10^6 \text{ m}^3)$. Ο μέσος συντελεστής πραγματικής εξατμισοδιαπνοής ανέρχεται σε 44,2% του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης.

- Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού που κατείδυει στους ασβεστολίθους του Γιούχτα ανέρχεται σε $1,9 (x10^6 \text{ m}^3)$. Ο συντελεστής κατείδυσης ανέρχεται σε 50,8% του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης. Ένα μικρό ποσοστό ($0,3x10^6 \text{ m}^3$) από τον όγκο νερού που κατείδυει εκφορτίζεται μέσω πηγών.

3.7 Εκμετάλλευση του καρστικού υδροφορέα-Προτεινόμενες λύσεις

Στους ασβεστολίθους του Γιούχτα ανορύχθηκαν 5 γεωτρήσεις μεγάλου βάθους (465-600 m), εκ των οποίων η μία από αυτές ήταν ερευνητική (Γ5). Δύο γεωτρήσεις μετετράπηκαν πρόσφατα (Ιανουάριος 2001) σε παραγωγικές από τον Δήμο Αρχανών για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών (Γ1, Γ2). Οι γεωτρήσεις Γ1 και Γ2 λειτουργούν εναλλάξ, ανά 12 ώρες η καθεμιά με παροχές 17 και 54 m³/h, αντίστοιχα. Συνολικά αντλούνται 320.000 m³ ετησίως για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών του Δήμου Αρχανών.

Μία ανορύχθηκε από τη ΔΕΥΑ Ηρακλείου (Γ3) και ήδη αξιοποιείται με παροχή άντλησης 35 m³/h για την κάλυψη μέρους των υδρευτικών αναγκών του Δήμου Ηρακλείου. Η γεώτρηση (Γ4) έγινε για λογαριασμό των Δήμων Αρχανών και Τεμένους και δεν έχει ακόμα αξιοποιηθεί.

Η ποιότητα των υπόγειων νερών του καρστικού υδροφορέα του Γιούχτα είναι καλή από πλευράς ποσιμότητας (Καλλέργης κ.ά, 2002) και για το λόγο αυτό προτείνεται η εκμετάλλευσή του μόνο για την κάλυψη υδρευτικών αναγκών.

Ο πληθυσμός του Δήμου Αρχανών ανέρχεται σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΣΥΕ σε 4.279 κατοίκους. Ο πληθυσμός το 2031 θα κυμαίνεται μεταξύ 5.426 (αριθμητική μέθοδος πρόβλεψης) και 5.508 (γεωμετρική μέθοδος). Θεωρώντας ημερήσια ειδική κατανάλωση τα 200 l και ως άνω όριο τα 250 l τους

θερινούς μήνες προκύπτει ότι, η συνολική ετήσια κατανάλωση για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών ολόκληρου του Δήμου Αρχανών με πρόβλεψη 30-ετίας ανέρχεται σε 450.000 m³ νερού. Η ανωτέρω ποσότητα αντιστοιχεί σε μέση κατανάλωση της τάξεως των 52 m³/h. Τους θερινούς μήνες η κατανάλωση αιχμής ανέρχεται σε 80 m³/h.

Όπως προκύπτει από τη σύνταξη του υδρολογικού ισοζυγίου ποσότητα νερού της τάξεως του 1.000.000 m³ ετησίως, που προέρχεται από τη διαφορά μεταξύ της φυσικής τροφοδοσίας και του ρυθμού απολήψεων για την ύδρευση του Δήμου Αρχανών μπορεί να διατεθεί για την κάλυψη μέρους των υδρευτικών αναγκών των Δήμων Ηρακλείου και Τεμένους. Ήδη το πλεόνασμα άρχισε να αξιοποιείται ή σχεδιάζεται να αξιοποιηθεί για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών των ανωτέρω Δήμων.

Η προστασία και η ορθολογική διαχείριση του καρστικού υδροφορέα του Γιούχτα κρίνεται επιβεβλημένη, γιατί αποτελεί τη μοναδική πηγή τροφοδοσίας με καλής ποιότητας νερό για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών ολόκληρου του Δήμου Αρχανών. Πρέπει να αναφερθεί ότι το καρστικό υπόγειο νερό είναι ιδιαίτερα τρωτό σε ρύπανση και η ορθολογική διαχείρισή του απαιτεί την πρόληψη της ρύπανσης.

Για το λόγο αυτό επιβάλλεται η απαγόρευση αγροτο-κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων, οι οποίες έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των υπόγειων καρστικών νερών (μικροβιολογική ρύπανση, αύξηση περιεκτικότητας νιτρικών ιόντων κ.ά).

Η περιοχή του ορεινού όγκου του Γιούχτα προτείνεται να ενταχθεί σε μητρώο προστατευόμενων περιοχών για την προστασία των υπόγειων νερών, σύμφωνα και με την οδηγία 2000/60 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη θέσπιση πλαισίου δράσης για την πολιτική των υδάτων.

Για την προστασία του ανωτέρω καρστικού υδροφόρου από την υπερεκμετάλλευση επιβάλλεται η εφαρμογή αυστηρών περιοριστικών μέτρων με απαγόρευση ανόρυξης νέων γεωτρήσεων. Η εκμετάλλευση των γεωτρήσεων να γίνεται με μικρές παροχές με σύγχρονη παρακολούθηση της στάθμης. Προτείνεται επίσης η διαχρονική παρακολούθηση της ποιότητας του υπόγειου καρστικού νερού δια μέσου συστηματικών χημικών αναλύσεων.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα ανωτέρω εκτεθέντα, όσον αφορά τις υδρογεωλογικές συνθήκες του ορεινού όγκου του Γιούχτα του Νομού Ηρακλείου, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο ορεινός όγκος του Γιούχτα καλύπτει έκταση 3,9 Km² σε υψόμετρα 300-800 m με μέσο υψόμετρο 598 m. Γεωλογικά αποτελείται από δολομίτες, δολομιτικούς ασβεστολίθους και ασβεστολίθους της ενότητας Τρίπολης, οι οποίοι είναι υδροπερατοί σχηματισμοί, λόγω καρστοποίησης με αποτέλεσμα το νερό της βροχόπτωσης να κατεισχύει μέσα στη μάζα τους και να σχηματίζει αξιόλογες υπόγειες υδροφορίες.

- Η ειδική απόδοση (Q/s) των γεωτρήσεων που έχουν ανορυχθεί στους ασβεστολίθους της ενότητας Τρίπολης κυμαίνεται από 1,4 m³/h.m (Γ1) μέχρι 28,5 m³/h.m (Γ2). Η μέση τιμή του συντελεστή μεταβιβασιμότητας (T) κυμαίνεται από 42 (Γ1) έως 770 m²/day (Γ2).

- Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού από βροχόπτωση που δέχεται ο ορεινός όγκος του Γιούχτα ανέρχεται σε 3,7x10⁶ m³. Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού που κατεισχύει ανέρχεται σε 1,9x10⁶ m³.

- Η υδροστατική στάθμη, καθώς και η στάθμη άντλησης όλων των γεωτρήσεων, που έχουν ανορυχθεί μέχρι σήμερα στον καρστικό υδροφορέα του Γιούχτα βρίσκονται σε θετικά υψόμετρα.

- Από τη σύνταξη του υδρολογικού ισοζυγίου προκύπτει δυνατότητα κάλυψης των υδρευτικών αναγκών του Δήμου Αρχανών, καθώς και μικρού μέρους των αναγκών των Δήμων Ηρακλείου και Τεμένους.

Τέλος προτείνεται μια δέσμη μέτρων που στοχεύουν στην ορθολογική αξιοποίηση και τη βιώσιμη διαχείριση του καρστικού υδροφορέα του Γιούχτα. Περαιτέρω έρευνες όπως εφαρμογή ισοτόπων, γεωφυσική έρευνα, διερεύνηση της πιθανής υδραυλικής σχέσης με το υδροσύστημα του Ψηλορείτη, προσομοίωση του κύκλου του νερού κρίνονται απαραίτητες για την καλύτερη γνώση των υδρογεωλογικών συνθηκών του ανωτέρω καρστικού υδροφορέα.

**Contribution to the hydrogeology and sustainable management in Giouchta aquifer system,
(Prefecture of Heraklion)**

K. Voudouris¹

Summary

Giouchta mountain is located in northern part of Heraklion' Prefecture, covering an area of 3.9 Km². The prevailing geological formations are dolomites and limestone and the region is therefore characterized by karstic features. Rainfall infiltrates rapidly through fissures until it reaches the water table. Transmissivity and storage coefficient vary between $T = 42-770 \text{ m}^2/\text{d}$ and 0.45-3% respectively, as deduced from extensive pumping test analyses. Hydrological data were used covering a period 1970-1999. The mean annual precipitation is 489 mm and increases with altitude (66 mm/100m). The rainfall-altitude relationship was used to determinate rainfall volume, which is $3.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$. For the calculation of the real evapotranspiration and the water surplus the model of Thornthwaite was applied. The evapotranspiration losses are computed to $1.65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ and the real evapotranspiration coefficient is 44.2% of the annual precipitation. The total water volume infiltrated into the karst system amounts to $1.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$. The protection of the karst system based on the application of a rational water resources management scheme is imperative for development of the area. Based on results a set of measures are proposed in order to achieve sustainable management of the karst aquifer of Giouchta.

Key words: Hydrological balance, karstic aquifer, sustainable management, Giouchta, Crete

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξόπουλος, Α., (1990): Γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες του τοπογραφικού φύλλου "Μοχός" (Κεντροανατολική Κρήτη). Διδ. διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Aubouin, J., Dercourt, J., (1965): Sur la Geologie de l' Egee: regard sur la Crete (Grece). Bull. Soc. Geol. de France, 7, 787-821.
- Birkle, P., Torres, RV, Gonzalez, PE, (1998): The water balance for the basin of the valley of Mexico and implications for future water consumption. Hydrogeology Journal (1998) 6:500-517.
- Bonneau, M., (1973): Les unites tectoniques de l' ile de Crete (Grece) Prem. Reun. Ann. des Sc.de la Terre, Paris, 90.
- Βουδούρης, Κ., (1993): Πρόγραμμα υπολογισμού της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής και του πλεονάσματος νερού με το μοντέλο Thornthwaite-Mather (1995). Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα, Τόμος 4, Τεύχος 4/1993, 78-84.
- Βουδούρης, Κ., Παπαδόπουλος, Κ., Μπουλουκάκης, Η., Κυρούσης, Ι. (1997): Κατανομή των βροχοπτώσεων και υδρολογικό ισοζύγιο στο Ν. Ηρακλείου. Πρακτικά 3^{ου} Συνεδρίου «Διαχείριση υδατικών πόρων σε νησιωτικές και παράκτιες περιοχές» ΕΕΔΥΠ, σελ. 5-11.
- Καλλέργης, Γ., Βουδούρης, Κ., Λαμπράκης, Ν., (2002): Υδρολογικό ισοζύγιο και διαχείριση του καρστικού συστήματος Γιούχτα. Τελική έκθεση ερευνητικού προγράμματος. Εργ. Υδρογεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Παν. Πατρών.
- Κνιθάκης, Μ., Πολυχρονάκη, Α., (1990): Έκθεση υδρογεωλογικής αναγνώρισης της ευρύτερης περιοχής του Δήμου Αρχαίων του Ν. Ηρακλείου. Ι.Γ.Μ.Ε.
- Koppen, W., Geiger, R., (1936): Handbuch der Klimatologie. Berlin.
- Linsley, R., Kohler, M., Paulhus, J., (1988): Hydrology for Engineers. McGraw-Hill Book Company.
- Μαρίνος, Π., (1975): Ενεργός κατείσδυσις εντός ασβεστολίθων. Σφάλματα κατά τον υπολογισμό εκ διαφοράς μέσω υδρολογικού ισοζυγίου. Ισχύς των συνήθων εξισώσεων πραγματικής εξατμισοδιαπνοής στην Ελλάδα. An. Geol. pays Hell., V. 27, pp. 159-178. Paleont. Univ. Athens, series A, N° 32.
- Ξανθόπουλος, Ν., (1988): Γεωφυσική έρευνα της ευρύτερης περιοχής του Δήμου Αρχαίων. Τεχνική έκθε-

¹ Lecturer, Dept. of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, Email: KVoudour@internet.gr

ση. Ι.Γ.Μ.Ε.

Ozler, M., (1999): Water balance and water quality in the Curuksu basin, western Turkey. Hydrogeology Journal (1999) 7:405-418.

Παπαλέτρου-Ζαμάνη, Α., (1965): Συμβολή στη γνώση του Νεογενούς του Νομού Ηρακλείου Κρήτης. Ann. Geol. des pays Hell., 31, 16-31. Ph.D. Thesis, Univ. London.

Φασουλάς, Χ., (1995): Κινηματική και παραμόρφωση των καλυμμάτων της κεντρικής Κρήτης. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Φυτρολάκης, Ν., (1980): Η γεωλογική δομή της Κρήτης. Διατριβή επί υφηγεσία. ΕΜΠ.

Χριστοδούλου, Γ., (1963): Γεωλογικά και μικροπαλαιοντολογικά έρευνα επί του Νεογενούς της νήσου Κρήτης. Διατριβή επί Υφηγεσία, 154 σ. Αθήνα.

γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ
ΕΛΛΑΔΑΣ

Τόμος 14

Σειρά VI

Τεύχος 2/2003

ΕΔΡΑ: Θεσσαλονίκη
Βενιζέλου 64, Τ.Κ. 546 31
Τηλ. 278.817-18 FAX: 236308

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ
ΕΛΛΑΔΑΣ

ΕΚΔΟΤΗΣ
Γεώργιος Παπαβασιλείου

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ

Ν. Κατής, *Γεωπόνος*
Γ. Τερζίδης, *Γεωπόνος*

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΓΕΩΛΟΓΩΝ

Ν. Ζούρος, *Γεωλόγος*
Δ. Μουνράκης, *Γεωλόγος*

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ
Σ. Δαφνής, *Γεωλόγος*

ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΛΙΘΟΓΡΑΦΙΑ
Ι. Αντωνιάδης - Θ. Ψαρράς Ο.Ε.
Ν. ΡΑΙΔΕΣΤΟΣ - Τ.Κ.570 01
Τηλ. 466.776 - Fax 466.699

ISSN 1105-9478

geotechnical scientific issues

TRIMONTHLY EDITION
OF THE GEOTECHNICAL CHAMBER
OF GREECE

Volume 14

Issue VI

Number 2/2003

Thessaloniki
64, Venizelou str., 546 31
Tel. 278.817-18 FAX: 236308

OWNER
GEOTECHNICAL CHAMBER
OF GREECE

EDITOR
George Papavasiliou

AGRICULTURE ENGINEERS'
EDITORIAL COMMITTEE

N. Katis, *Agriculture Engineer*
G. Terzidis, *Agriculture Engineer*

GEOLOGISTS'
EDITORIAL COMMITTEE

N. Zouros, *Geologist*
D. Mountrakis, *Geologist*

EDITORS
S. Dafnis, *Geologist*

PRODUCTION
LITHOGRAPHIA
J. Antoniadis - Th. Psarras S.A.
N. REDESTOS, P.O. 570 01
Tel. 466.776 - Fax 466.699

ISSN 1105-9478