Ε.Γ.Μ.Ε.

Εταιρία ΓεωργικώνΜηχανικών Ελλάδος

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
5ου ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Συνεδριακό κέντρο ΤΕΙ Λάρισας
18-20 Οκτωβρίου 2007

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
5ου ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΕΓΜΕ)
Βόλος, 10 Οκτωβρίου 2007.

Επιμέλεια πρακτικών: Νικόλαος Κατσούλας,
Γ. Γραμματέας ΕΓΜΕ
Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
τηλ. 2421093249, e-mail: nkatsoul@uth.gr

Επιμέλεια εξώφυλλου πρακτικών και αφίσας συνεδρίου:
Δρ. Χρήστος Καβαλάρης,
ΙΔΑΧ Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΕΓΜΕ)
HELLENIC SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (HelAgEng)

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
5ου ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

«Η συμβολή των Γεωργικών Μηχανικών σε μια ανταγωνιστική γεωργία»

Λάρισα, 18-20 Οκτωβρίου 2007

Υπό την Αιγίδα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Συνδιοργάνωση: ΤΕΙ Λάρισας

5° Εθνικό Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής

Οργανωτική Επιτροπή
Πρόεδρος:
Γέμτος Θ. Α., Καθηγητής Π.Θ.

Αντωνόπουλος Β., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Σακελλαρίου Μακραντωνάκη Μ., Καθηγήτρια Π.Θ.
Κίττας Κ., Καθηγητής Π.Θ
Κατσούλας Ν., Λέκτορας Π.Θ
Φουντάς Σ., Δρ. Π.Θ.
Καβαλάρης Χ., Δρ. Π.Θ.
Καραμούτης Χ., Δρ. Π.Θ.
Λέλλης Θ., Αν. Καθηγητής, ΤΕΙ Λάρισας
Ντιούδης Π., Αν. Καθηγητής, ΤΕΙ Λάρισας
Πατέρας Δ., Αν. Καθηγητής, ΤΕΙ Λάρισας
Γράβαλος Ι., Επ. Καθηγητής, ΤΕΙ Λάρισας
Γιαλαμάς Θ., Καθ. Εφαρμογών, ΤΕΙ Λάρισας
Τούλιος Λ., Ερευνητής, ΙΧΤΕΛ ΕΘΙΑΓΕ
Καλφούντζος Δ., Ερευνητής, ΙΧΤΕΛ ΕΘΙΑΓΕ

Επιστημονική Επιτροπή
Πρόεδρος:
Αντωνόπουλος Β., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Αναστασιάδου-Παρθενίου Ε., Καθηγήτρια Α.Π.Θ.
Αρβανίτης Κ. Επ. Καθηγητής Γ.Π.Α.
Ασημακόπουλος Ι., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Βαλιάντζας Ι., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Βάλμης Σ., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Βουγιούκας Στ., Επικ. Καθηγητής ΑΠΘ
Γέμτος Θ., Καθηγητής Π.Θ.
Γεωργακάκης Δ., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Γιαννόπουλος Στ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Δημήρκου Ανθ., Αν. Καθηγήτρια Π.Θ.
Ζήσης Θ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Καλφούτζος Δ., ΙΧΤΕΛ ΕΘΙΑΓΕ
Καραντούνιας Γ., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Κατσούλας Ν., Λέκτορας Π.Θ.
Κερκίδης Π., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Κίττας Κ., Καθηγητής Π.Θ.
Κυρίτσης Σ., Ομ. Καθηγητής Γ.Π.Α.
Λιακατάς Α., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Μαρτζόπουλος Γ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Μισοπολινός Ν., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Μπαμπατζιμόπουλος Χ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Μπαρτζάνας Θ., Δρ. Π.Θ.
Μπριασούλης Δ., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Νικήτα-Μαρτζοπούλου Χ., Καθηγήτρια Α.Π.Θ.
Παναγάκης Π., Επ. Καθηγητής Γ.Π.Α.
Παναγιωτόπουλος Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Πανώρας Α., Ερευνητής Ι.Ε.Β. ΕΘΙΑΓΕ
Παπαδάκης Γ., Αν. Καθηγητής Γ.Π.Α.
Παπαμιχαήλ Δ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Παρισόπουλος Γ., Δ/ντης Ι.ΓΕ.Μ.Κ., ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.
Πατέρας Δ., Αν. Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας
Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Καθηγήτρια Π.Θ.
Συγριμής Ν., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Συλλαίος Ν., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Τζιμόπουλος Χ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Τούλιος Λ., ΙΧΤΕΛ ΕΘΙΑΓΕ
Τσατσαρέλης Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Φουντάς Σ., Δρ. Π.Θ.
Χουλιαράς Ν., Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας

Κατάλογος αξιολογητών των εργασιών

Αλεξανδρίδης Θ.
Αλεξίου Ι.
Αντωνόπουλος Β.
Αργυροκαστρίτης Ι.
Βουγιούκας Στ.
Γέμτος Θ.
Γεωργίου Π.
Γιαννόπουλος Στ.
Δομενικιώτης Ι.
Ελμαλόγλου Σ.
Θεοχάρης Μ.
Καλφούντζος Δ.
Καραθάνος Β.
Καραμούζης Δ.
Καρυδάς Χ.
Κατσούλας Ν.
Κερκίδης Π.
Κιοσέ-Καμπασακάλη Ε.
Κίττας Κ.
Κόκκορας Ι.
Κωτσόπουλος Σπ.
Λουκάς Α.
Μαρτζοπούλου Χρ.
Ματσή Θεοδώρα
Μιμίδης Θ.
Μπαμπατζιμόπουλος Χ
Μπαρμπαγιάννης Ν.
Μπαρτζάνας Θ.
Μυγδάκος Ε.
Μυστριώτης Α.
Νάνος Γ.
Παναγόπουλος Α.
Πανώρας Α.
Παπαδάκης Γ.
Παπαμιχαήλ Δ.
Πατέρας Δ.
Παυλάτου-Βε Α.
Προδρόμου Κ.
Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη Μ.
Σταυρινός Ε.
Συλλαιός Ν.
Τούλιος Λ.
Τσατσαρέλης Κ.
Τσιούρης Σ
Φουντάς Σπ.
Χαλκίδης Η.
Ψιλοβίκος Α.

5° Εθνικό Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής

Χορηγοί του συνεδρίου

- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.
- Κ/Ξ ΒΕΡΜΙΟΝ ΑΤΕΕ – ΧΑΥΔΑΣ - ΩΡΟΛΟΓΟΠΟΥΛΟΣ ΑΤΕ, Ρουπακιάς Ι.
- SCIENTACT Α.Ε.
- ΚΑΜΕΛΙΔΗΣ Α.Τ.Ε.
- ΚΑΡΑΤΖΟΥΝΗΣ ΑΤΕΒΕ
- ΑΓΡΕΚ Κ. ΣΑΜΑΝΤΟΥΡΟΣ Α.Ε.
- AGROMA, Σ. Πέτκος & ΣΙΑ Ο.Ε.
- Κέντρο Έρευνας Τεχνολογίας και Ανάπτυξης Θεσσαλίας (Κ.Ε.ΤΕ.Α.Θ.)
- TERRA Α.Ε.
- Ι. Εσκιάδης και ΣΙΑ Α.Ε.Β.Ε.
- Ένωση Κατασκευαστών Γεωργικών Μηχανημάτων Ελλάδος (Ε.ΚΑ.ΓΕ.Μ.)
- Δαλακούρας Γ., Πολιτικός Μηχανικός
- Κούτη Ευτυχία – Κηποτεχνικά.

Υπό την αιγίδα του Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας και του ΤΕΙ Λάρισας

Χορηγοί:

http://lacec.agr.uth.gr/egme2007.htm

Πρόλογος

Το 5^{ο} Εθνικό Συνέδριο της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδας (ΕΓΜΕ) οργανώνεται στο ΤΕΙ Λάρισας με συνδιοργανωτές το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το ΤΕΙ Λάρισας. Πολλές συζητήσεις έγιναν για την αναγκαιότητα του συνεδρίου καθώς στους επόμενους οκτώ μήνες θα διεξαχθεί το Ευρωπαϊκό συνέδριο της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών (Ιούνιος 2008 στην Κρήτη), την οργάνωση του οποίου έχει αναλάβει η ΕΓΜΕ. Επικράτησε όμως η άποψη ότι το Εθνικό συνέδριο έχει διαφορετικούς και αυτοτελείς σκοπούς, όπως τη γνωριμία των νέων Ελλήνων ερευνητών που θα τους δοθεί ένα φιλικό βήμα να παρουσιάσουν τις εργασίες, τη γνωριμία των ερευνητικών ομάδων και του έργου τους, στοιχεία ιδιαίτερα σημαντικά για των επίτευξη των στόχων της Εταιρείας.

Το φετινό συνέδριο πραγματοποιείται μετά από μια ιδιαίτερα ξηρή χρονιά και ένα ιδιαίτερα θερμό καλοκαίρι που προκάλεσε σημαντικές ζημιές στις γεωργικές καλλιέργειες αλλά και στα δασικά οικοσυστήματα πολλών περιοχών της χώρας. Οι κλιματικές αλλαγές κάνουν έντονη την παρουσία τους και στη χώρα μας. Η εταιρεία μας έχει να παίξει σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια της άμβλυνσης των αρνητικών τους επιπτώσεων. Η διαχείριση των υδάτινων και εδαφικών πόρων αποκτούν ιδιαίτερη σημασία και πολλές από τις εργασίες του συνεδρίου δίνουν νέες ιδέες και λύσεις. Η εκμηχάνιση της γεωργίας συμβάλλει στη διατήρηση μιας οικονομικά βιώσιμης γεωργίας στη χώρα μας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων, που τόσο ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα και αυξάνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σημαντική συμβολή στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της γεωργίας της χώρας, στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην καλύτερη αξιοποίηση των φυσικών πόρων προσφέρουν οι εφαρμογές των νέων τεχνολογιών στη γεωργία, η τεχνολογία των καλλιεργειών υπό κάλυψη και η συντήρηση και μεταποίηση των προϊόντων. Θεωρούμε ότι το 5^{ο} Συνέδριο θα συμβάλλει ουσιαστικά στην προώθηση κατάλληλων λύσεων στα παραπάνω θέματα.

Στο συνέδριο υπεβλήθησαν 137 περιλήψεις και τελικά έγιναν δεκτές 110 πλήρεις εργασίες που θα παρουσιαστούν προφορικά στις τρεις παράλληλες συνεδριάσεις του συνεδρίου. Πιστεύω ότι το συνέδριο θα ακολουθήσει την επιτυχία των προηγούμενων.

Με την ευκαιρία αυτή θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους αξιολογητές των εργασιών που υπεβλήθησαν και στους συντελεστές της οργάνωσης αυτού του συνεδρίου. Ο Λέκτορας του Π.Θ. κ. Ν. Κατσούλας και ο Δρ. κ. Σπ. Φουντάς διακαίονται τις περισσότερες, καθώς χάρη στην εργασία τους έγινε δυνατή η καλή οργάνωση του συνεδρίου. Ο Αν. Καθηγητής κ. Θ. Λέλλης και η ομάδα του ΤΕΙ Λάρισας είχαν σημαντική συμβολή. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους χορηγούς του συνεδρίου.

Ν. Ιωνία, 10 Οκτωβρίου 2007
Ο πρόεδρος της Οργανωτικής Επιτροπής

Καθηγητής Θ.Α. Γέμτος

Περιεχόμενα

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΙ 19

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΡΙΕΤΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: ΝΕΟΤΕΡΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....21
Μυγδάκος Ε., Πατσιαλή Σ., Αυγουλάς Χ., Μυγδάκος Γ.
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΜΙΑΣ ΒΑΜΒΑΚΟΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....31
Ε. Γρ. Μυγδάκος
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....44
Ι. Γράβαλος, Θ. Γιαλαμάς, Ζ. Κουτσοφίτης, Α. Αυγουστής, Δ. Κατέρης, Π. Ξυραδάκης, Ζ. Τσιρόπουλος 44
ΕΦΑΡΜΟΓΈΣ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΏΝ ΕΛΚΥΣΤΉΡΩΝ ΣΕ ΔΑΣΙΚΈΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ 52
Ε. Λάμπου, Κ. Ζάννης και Ε. Καραγιάννης
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΙΣΟΠΕΔΩΣΗΣ ΣΕ ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....58
Κ. Ζάννης, Δ. Μπόχτης, Ε. Λάμπου και Αθ. Καραγιάννης
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗΣ ΕΛΞΗΣ ΚΑΙ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΜΕ ΟΜΟΙΩΜΑ ΤΡΟΧΟΦΟΡΟΥ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ 65
Θ.Α. Γιαλαμας, Ι. Γραβαλος, Α. Ανδρέου, Σ. Τσάντζος, Δ. Κατέρης, Κ.Α. Τσατσαρέλης, Θ. Α. Γέμτος
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ 73
Θ. Α. Γιαλαμάς, Ε. Παπαχρήστου, Ι. Γραβαλος, Δ. Κατέρης, Χ. Δημητριάδης, Κ.Α. Τσατσαρέλης
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΘΑΛΑΜΟ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ 80
Θ.Α. Γιαλαμάς, Ι. Γράβαλος, Δ. Κατέρης, Π. Ξυραδάκης, Κ.Α.Τσατσαρέλης, Θ.Α. Γέμτος
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΙΑΣ ΓΙΑ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.....87
Θ.Α. Γιαλαμας, Δ. Κατέρης, Ι. Γράβαλος, Π. Ξυραδάκης, Κ.Α. Τσατσαρέλης
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΟΥΣ ΤΗΣ ΛΕΒΑΝΤΑΣ.....95
Χ. Ι. Δημητριάδης, J. L. Brighton, Ι. Κόκκορας, Ι. Γράβαλος, Θ.Α. Γιαλαμάς
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΟΠΗΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΕΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΟΡΤΟΥ 103
Χ.Κ. Κοτσακιώτη, Δ.Δ. Μπόχτης, Ι.Α. Σπανομήτρος, Ι.Γ. Αμπατζίδης και Κ.Α. Τσατσαρέλης
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ..111
Α.Γ. Ντιρογιάννης, Ι.Γ. Αμπατζίδης, Δ.Δ. Μπόχτης, Ι.Α. Σπανομήτρος και Κ.Α. Τσατσαρέλης
ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ ΣΤΟ ΧΩΡΑΦΙ.....119
Θ.Α. Γέμτος, Σπ. Φουντάς, Χρ. Παπανικολάου, Ν. Νάνμος, Β. Βλάχος
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ, ΤΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ 127
Καβαλάρης Χρ., Καραμούτης Χρ., Κ. Αγγελοπούλου, Θ.Α. Γέμτος
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΗ ΕΝΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΙΣΧΥΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥ ΔΙΕΙΣΔΥΣΙΟΜΕΤΡΟΥ.....135

Χ. Καραμούτης, Χ. Καβαλάρης, Δ. Παράφορος, Ο. Παπαδοπούλου, Κ. Κολιπέτσας και Θ.Α. Γέμτος
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΟΣ ΝΕΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ ΣΠΟΡΑΣ 143
Α. Π. Δεδούσης, R. J. Godwin
Η ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ 152
Α. Νάτσης, Θ. Γέμτος, Ε. Μυγδάκος, Η. Νάτσης

ΕΝΌΤΗΤΑ 2: ΥΔΑΤΙΚΌΙ ΠΌΡΟΙ 163

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ THETA PROBE ML2 ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ. 165
Γ. Κάργας, Α. Σγουμποπούλου, Β. Φασούλη και Π. Κερκίδης
ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΔΟΣΕΙΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ 173
Μ. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Χ. Παπανικολάου και Σ. Πατελοδήμου
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ 181
Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Κ. Α. Δημοπούλου, Θ. Βούλγαρης
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΛΟΓΩ ΒΑΘΙΑΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ 189
Ε. Διαμαντόπουλος, Σ. Ελμαλόγλου
ΑΠΛΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΗΘΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΑΚΟΡΕΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ 196
Α. Λουκάς
ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΧΕΣΕΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ – ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ 205
Π.Ε. Γεωργίου και Δ.Μ. Παπαμιχαήλ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ 213
Π. Βύρλας και Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΑΓΡΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ ΕΝΣΙΡΩΣΗΣ 221
Β. Αντωνόπουλος, Ε. Λεκάκης και Α. Παυλάτου-Βε
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΖΩΤΟΥ ΣΕ ΟΡΥΖΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ GLEAMS 229
Β.Ζ. Αντωνόπουλος, Β.Γ. Ασχονίτης, M.H. Rahil, Ε.Η. Λεκάκης
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 237
Β. Αντωνόπουλος, Β. Λίτσκας, Β. Ασχονίτης και Σ. Τσιούρης
ΜΟΝΙΜΗ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΡΟΗ ΣΕ ΑΝΟΙΚΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 245
Μ. Θεοχάρης
ΜΟΝΙΜΗ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΡΟΗ ΣΕ ΑΝΟΙΚΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 253
Μ. Θεοχάρης
ΤΕΧΝΗΤΗ ΕΠΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ ΦΡΕΑΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΕΩΝ ΜΕ ΦΡΕΑΤΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ 262
Δ.Ν. Καραμούζης και Π.Ε. Γεωργίου

ΣΧΕΔΙΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ Ν. ΚΑΛΥΜΝΟΥ 270
Δ. Κ. Καρπούζος
Η ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2000/60/ΕΕ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΟΙΝΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ.....280
Ε. Σταυρινός
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ, ΣΤΡΕΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΜΕΝΗΣ ΜΕ GIS ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ.....288
Αγ. Φιλίντας, Π. Ντιούδης, Θ. Λέλλης, Αρ. Παπαδόπουλος και Ι. Χατζόπουλος
ΝΕΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ 296
Β. Άμπας, Ε. Μπαλτάς και Δ. Παπαμιχαήλ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ 304
Δ. Καλφούντζος, Ι. Αλεξίου, Σ. Κωτσόπουλος
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΤΟΝ ΧΕΙΜΑΡΡΟ ΛΥΚΟΡΡΕΜΑ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΠΕΝΤΕΛΗ.....312
Κ. Σούλης, Ν. Δέρκας, Ι. Δ. Βαλιάντζας
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΤΟΥ Τ.Ο.Ε.Β. ΠΗΝΕΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ 320
Σ. Κωτσόπουλος, Ι. Αλεξίου, Φ. Λόκκας, Γ. Γραβάνης και Σ. Μαγαλιός
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2000/60 328
Ν. Δέρκας, Π. Λόντρα και Α. Καραμάνος
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ WAVE 337
Ι. Αλεξίου, Δ. Παπαμιχαήλ και Β. Αντωνόπουλος
PLEIADES –ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ 345
Α. Μπλάντα, Χ. Δομενικιώτης και Ν. Δαλέζιος
ΑΔΡΟΜΕΡΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ RDI.....353
Γ. Τσακίρης, Δ. Τίγκας

ΕΝΌΤΗΤΑ 3: ΑΓΡΟΤΙΚΈΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΈΣ 362

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ ΦΩΤΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ...364
Ι. Κυρίκου, Δ. Μπριασούλης και Μ. Χισκάκης
ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ ΜΕ ΥΔΡΟΡΡΟΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ ..372
Γ. Ντίνας, Π. Κούγιας, Χ. Νικήτα- Μαρτζοπούλου
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΜΕ CO_2 ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΟΙΞΙΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ.....380
Δ. Βαφειάδης, Μ. Μπότας, Χ. Παπαμάνθος και Χ. Νικήτα- Μαρτζοπούλου
Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ 387
Ι. Λυκοσκούφης, Γ. Μαυρογιαννόπουλος
ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΟ ΠΕΡΑΤΟ ΠΕΤΑΣΜΑ.....395
Α. Γιαννούλης, Α. Μυστριώτης και Δ. Μπριασούλης

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ 403
Ι. Λ. Τσιρογιάννης, Ν. Κατσούλας, Κ. Κίττας και Δ. Σάββας
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....411
Βέντζας Δ., Παναγιωτίδη Αικ.
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΤΟΞΩΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....421
Κ. Μπαξεβάνου, Θ. Μπαρτζάνας, Δ. Φείδαρος, Κ. Κίττας
ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....429
Ν. Tadj, Θ. Μπαρτζάνας, Β .Draoui και Κ. Κίττας
ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....437
Θ. Μπαρτζάνας και Κ. Κίττας
ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΤΆ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΧΕΙΜΩΝΑ 445
Κ. Κίττας, Γ. Δημόκας και Μ. Tchamitchian
ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΤΆ ΤΗ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ.....453
Γ. Δημόκας, Κ. Κίττας, Ν. Κατσούλας και Ν. Δημόκας
ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΓΙΑ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ.....462
Ν. Κατσούλας, Κ. Πεπονάκης, Δ. Πετσάνη, Κ. Κίττας
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΓΟΝΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΛΥΨΗΣ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΜΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΓΓΟΥΡΙΟΥ.....469
Κ. Κίττας, Ν. Κατσούλας, Χ. Μανωλαράκη, Θ. Μπαρτζάνας

ΕΝΌΤΗΤΑ 4: ΕΔΑΦΙΚΌΙ ΠΌΡΟΙ.....478

ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΒΟΡΙΟΥ ΑΠΟ ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΑ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ.....480
Κ. Π. Προδρόμου και Χ. Λάκης
ΟΔΗΓΙΕΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟ ΜΕΣΩ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΗΜΩΝ Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ.....487
Φ. Παπαδόπουλος, Α. Παπαδόπουλος και Π. Τζιαχρής
ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ Cd ΚΑΙ Cr ΣΕ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΕΔΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ.....495
Ε. Ε. Γκόλια , Α. Δημήρκου, Στ. Α. Φλωράς, Κ. Παπαδήμας, Γ. Σκαμαγκούλης και Ι. Κ. Μήτσιος†
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΜΑΚΡΟ- ΚΑΙ ΜΙΚΡΟ-ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕ ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΝΕΡΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ, ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ. 503
Α. Δημήρκου, Ε. Ε. Γκόλια , Στ. Α. Φλωράς, Χ. Ηλιόπουλος, Γ. Σκαμαγκούλης και Ι. Κ. Μήτσιος†
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΜΑΖΑΣ ΡΙΓΑΝΗΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΣΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ.....511
Ν. Χουλιαράς, Φ. Γραβάνης, Η. Αναστασόπουλος, Ι. Βασιλάκογλου, Ν. Γκουγκουλιάς, Ι. Βαγγέλας, Α. Τσιτσιγιάννης και Ε. Βογιατζή

Η ΕΠΟΧΙΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ (BioP), ΣΕ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΜΕ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ - ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ 519
Σιήμης Α. και Παυλάτου –Βε Α.
Η ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΝΑΝ ΟΡΥΖΩΝΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ....527
Αλαμάνου Μ., Παυλάτου-Βε Α., Ασκονίτης Β., Λίτσκας Β. και Αντωνόπουλος Β.
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΤΑΣΗ ΠΡΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ALFISOL ΚΑΙ VERTISOL 535
Κ. Π. Παναγιωτόπουλος και Γ. Τσολάκη

ΕΝΌΤΗΤΑ 5: ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΊΑ 542

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΜΕΣΩ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 544
Α. Άνθης, Ι. Βαφειάδης
ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ550
Χ. Ζαραγκότας, Α. Λουκάς, Λ. Βασιλειάδης και Π. Μήτσιου
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΔΡΙΜΥΤΗΤΑ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ 558
Γ.Τζαμπύρας, Α.Λουκάς και Λ.Βασιλειάδης

ΕΝΌΤΗΤΑ 6: ΠΕΡΙΒΆΛΛΟΝ 566

ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΞΥΛΟΥ ΜΕ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ....568
Α. Καραγιάννης, Ε. Λάμπου και Π. Καραρίζος
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΑΙΣΘΗΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΡΕΣΠΩΝ....575
Γ. Σαπουντζάκης, Μ. Γιαμούρη , Α. Παπαγιαννοπούλου, Φ. Παπαδόπουλος και Γ. Παρισόπουλος
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΖΩΤΟΥ ΣΕ ΑΓΡΟ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ ΜΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΛΥΜΑΤΑ 583
Β. Ζ. Αντωνόπουλος και M. H. Rahil
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ 592
Γ. Τζιαφάς, Χ. Τοπάλογλου, Ο. Χρίστου και Ν. Συλλαίος
ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ 600
Ι. Πούλιος, Ι. Τρυπαναγνωστόπουλος
ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ - ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ Ε.Ε. 607
Α. Παπαγιαννοπούλου, Γ. Παρισόπουλος, Χ. Σακκάς
ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΟΠΗΣ ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ....615
Δ. Φείδαρος, Α. Μπαξεβάνου, Α. Ζαγορίτης, Π.-Ε. Μπίσκα

ΕΝΌΤΗΤΑ 7: ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΉ / ΜΕΤΑΣΥΓΚΟΜΙΣΤΙΚΉ ΤΕΧΝΟΛΟΓΊΑ 626

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΜΑΖΑΣ ΨΥΧΡΟΣΥΝΤΗΡΟΥΜΕΝΩΝ ΜΗΛΩΝ *PILAFA DELICIOUS* ΚΑΙ *GRANNY SMITH* 628
Θ. Θεοδωρίδης, Ε. Μανολωπούλου, Γρ. Λαμπρινός και Ε. Αραβαντινός–Καρλάτος
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ» ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ 634
Ε. Μανωλοπούλου, Ν. Καπετάνιος, Ν. Χαλασοχώρη, Γρ. Λαμπρινός
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ».....642
Ε. Μανωλοπούλου, Θ. Σαμαράς, Ν. Χαλασοχώρη, Γρ. Λαμπρινός
Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΥΝΤΗΡΟΎΜΕΝΩΝ ΜΗΛΩΝ ΠΟΙΚΙΛΊΑΣ GRANNY SMITH ΩΣ ΚΡΙΤΉΡΙΟ ΠΟΙΟΤΙΚΉΣ ΕΚΤΊΜΗΣΗΣ.....651
Δ. Μητρόπουλος και Γ. Λαμπρινός
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΌΤΗΤΑ ΑΠΟΘΉΚΕΥΣΗΣ ΜΉΛΩΝ DELICIOUS PILAFA ΣΕ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΈΣ ΑΠΟΘΉΚΕΣ 658
Δ. Μητρόπουλος και Γ. Λαμπρινός
ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΨΥΞΗ ΑΣΥΣΚΕΥΑΣΤΩΝ ΟΠΩΡΟΛΑΧΑΝΙΚΩΝ 666
Γ. Ξανθόπουλος, Γρ. Λαμπρινός, Δ. Μητρόπουλος, Ε. Χατζής
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΜΗΛΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....675
Ν. Πεντάρης, Ε. Μανωλοπούλου, Γ. Ξανθόπουλος, Δ. Μητρόπουλος και Γρ. Λαμπρινός
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΟΥΜΕΝΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ 682
Ε. Χατζής, Σ. Ψυχογυιού, Γ. Ξανθόπουλος και Γρ. Λαμπρινός

ΕΝΌΤΗΤΑ 8: ΑΝΑΝΕΏΣΙΜΕΣ ΠΗΓΈΣ ΕΝΈΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΌΜΗΣΗ ΕΝΈΡΓΕΙΑΣ 690

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΉ ΔΙΕΡΕΥΝΉΣΗ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΥΣΤΉΜΑΤΟΣ ΑΦΑΛΆΤΩΣΗΣ ΑΝΤΊΣΤΡΟΦΗΣ ΏΣΜΩΣΗΣ ΜΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ 692
Εσσάμ Μωχάμεντ, Γ. Παπαδάκης, Ε. Μαθιουλάκης και Β. Μπελεσσιώτης
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ-ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.....699
Ι. Γράβαλος, Θ. Γιαλαμάς, Ζ. Κουτσοφίτης, Α. Αυγουστής,Γ. Λιανός, Δ. Κατέρης, Π. Ξυραδάκης, Ζ. Τσιρόπουλος, Θ. Λέλλης
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΚΛΑΔΟΔΕΜΑΤΩΝ ΕΛΙΑΣ 707
Π. Ξένος–Κοκολέτσης, Ε. Χατζής και Γρ. Λαμπρινός
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΕΡΓΆΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΆΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΣΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΛΛΆΔΑ.....716
Τσιάνος Ν., Θ. Γέμτος, Χ. Καβαλάρης και Χ. Καραμούτης
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ (*Brassica sp.*) ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ 723
Ι. Ραμνιώτης , Θ. Κωτσόπουλος, Γ. Μαρτζόπουλος
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ ΣΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΛΛΆΔΑΣ.....731
Μ. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Ι. Παναγιώτου και Π. Βύρλας
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΕΡΓΆΣΙΑΣ ΕΔΆΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΠΟΡΟΥ, ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΙΤΑΣ ΔΥΟ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΣΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΛΛΆΔΑ 738
Π. Α. Καλαβριώτου και Θ. Α. Γέμτος

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ 746
Χ. Καβαλάρης, Χ. Καραμούτης, Π. Καλαβρυώτου και Θ.Α. Γέμτος
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΗΛΙΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ 754
Α. Μπαλαφούτης, Δ. Μελάς, Α. Νάτσης, Α. Παπαγιαννοπούλου και Γ. Παπαδάκης
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΛΥΜΑΤΑ ΧΟΙΡΩΝ ΣΕ ΔΥΟ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ CSTR ΣΤΗ ΜΕΣΟΦΙΛΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΦΙΛΗ ΖΩΝΗ 762
Ι. Φωτίδης, Ν. Τσολάκης, Θ. Κωτσόπουλος και Γ. Γ. Μαρτζόπουλος

ΕΝΌΤΗΤΑ 9: ΝΈΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΊΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΚΉ ΜΗΧΑΝΙΚΉ. 769

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ ΕΚΝΕΦΩΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕ ΦΘΟΡΙΣΜΟ 771
Μ. Βλαχογιάννης, Β. Ιακωβάκης, Θ. Τσιρίκογλου και Δ. Χάχαλης
AMADA: ΜΙΑ ΠΟΛΥΧΡΗΣΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΓΡΩΝ 779
Ι. Γράβαλος, Ζ. Τσιρόπουλος, Θ. Γιαλαμάς, Ζ. Κουτσοφίτης, Π. Ξυραδάκης, Δ. Κατέρης, Ε. Ντάφας, Θ. Λέλλης
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΌΣ ΤΩΝ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΏΝ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΏΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΏΝ ΤΗΣ ΛΕΚΆΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΊΑΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΉΣ ΛΊΜΝΗΣ ΣΜΟΚΌΒΟΥ 787
Α. Αυγουστής, Μ. Σαπουντζής, Δ. Κατέρης, Ι. Γράβαλος, Π. Ξυραδάκης
ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΕΝΤΌΣ ΑΓΡΟΥ ΚΑΤΆ ΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΟΠΩΡΟΦΌΡΩΝ ΔΈΝΔΡΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ RFID 795
Ι.Γ. Αμπατζίδης, Σ.Γ. Βουγιούκας και Δ.Δ. Μπόχτης
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΕΠΙΤΟΠΙΟΥΣ ΕΛΕΓΧΟΥΣ ΤΗΣ ΕΝΙΑΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΤΗΝΟ 803
Νικόλαος Μαλάμος, Γεώργιος Παγανέλης
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SLURP ΚΑΙ GIS ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΛΜΩΠΑΙΟΥ 812
Π.Ε. Γεωργίου, Γ. Γεωργούλιας, Δ.Μ. Παπαμιχαήλ και Μ.Ι. Διαμαντοπούλου
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ 821
Δ.Δ. Μπόχτης, Σ.Γ. Βουγιούκας, Ι.Γ. Αμπατζίδης και Κ.Α. Τσατσαρέλης
ΜΗ-ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΑΣΕΙ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΛΟΗΓΗΣΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ 829
Σ. Γ. Βουγιούκας
ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ 835
Κατσαλής Κ., Ξενάκης Α., Σακαλλερίου Α., Κίκιρας Π.
ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ 843
Ι.Γ. Αμπατζίδης, Γ.Σ. Τζελέπης και Σ.Γ. Βουγιούκας
ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΑΓΡΟΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ 850
Σ. ΜΟΥΡΤΖΙΝΗΣ, Σ. ΦΟΥΝΤΑΣ, Θ. ΓΕΜΤΟΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΟΠΩΡΩΝΕΣ ΜΗΛΙΑΣ 858
Α. Δ. Αγγελοπούλου , S. Blackmore, Σ. Φουντάς, Θ. Α. Γέμτος και Γ. Δ. Νάνος

ΖΩΝΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΧΑΡΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ 866
Α. Τάνος, Α. Αγγελοπούλου, Σ. Φουντάς, Θ.Α. Γέμτος, Γ.Δ. Νάνος και Α. Χατζηνίκος
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΟΠΗΣ ΧΟΡΤΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ 874
Δ. Μπόχτης, H.W. Griepentrog, Σ. Βουγιούκας, N.A. Andersen
ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ SPOT 5 ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΩΝ 882
Λ. Τούλιος, Δ. Δουδουμοπούλου, Μ. Τούλιος, και Δ. Χατζημιτσής
ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΡΕΥΣΤΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΕ ΚΕΛΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΕΥΘΕΩΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ 890
Αικατερίνη Α. Μπαξεβάνου, Δημήτριος Κ. Φείδαρος
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ 898
Τρέσσος Κ.Δ., Ανδρέου Ι.Α., Blackmore S. , Φουντάς Σ., Γέμτος Θ.Α.

Κατάλογος Συγγραφέων

Αγγελοπούλου	Α.
Αλαμάνου	Μ.
Αλεξίου	Δ.
Αλεξίου	Ι.
Άμπας	Β.
Αμπατζίδης	Ι.Γ.
Αναστασόπουλος	Η.
Ανδρέου	Α.
Άνθης	Α.
Αντωνόπουλος	Β.
Αραβαντινός–Καρλάτος	Ε.
Αραμπατζής	Γ.
Ασχονίτης	Β.
Αυγουλάς	Χ.
Αυγουστής	Α.
Βαγγέλας	Ι.
Βαλιάντζας	Ι.
Βασιλάκογλου	Ι.
Βασιλειάδης	Λ.
Βαφειάδης	Δ.
Βαφειάδης	Ι.
Βέντζας	Δ.
Βλαχογιάννης	Μ.
Βλάχος	Β.
Βογιατζή	Ε.
Βουγιούκας	Σ.
Βούλγαρης	Θ.
Βύρλας	Π.
Γέμτος	Θ.
Γεωργίου	Π.Ε.
Γεωργούλιας	Γ.
Γεωργούσης	Χ.
Γιαλαμάς	Θ.
Γιαμούρη	Μ.
Γιαννούλης	Α.
Γκόλια	Ε.
Γκουγκουλιάς	Ν.
Γράβαλος	Ι.
Γραβάνης	Γ.
Γραβάνης	Φ.
Δαλέζιος	Ν.
Δεδούσης	Α.
Δέρκας	Ν.
Δημήρκου	Α.
Δημητριάδης	Χ.
Δημόκας	Γ.
Δημόκας	Ν.
Δημοπούλου	Κ.
Διαμαντόπουλος	Ε.
Διαμαντοπούλου	Μ.Ι.
Δομενικιώτης	Χ.
Δουδουμοπούλου	Δ.
Ελμαλόγλου	Σ.
Εσσάμ	Μ.
Ζαγορίτης	Α.
Ζάννης	Κ.
Ζαραγκότας	Χ.
Ηλιόπουλος	Χ.
Θεοδωρίδη	Θ.
Θεοχάρης	Μ.
Ιακωβάκης	Β.
Καβαλάρης	Χ.
Καλαβρυώτου	Π.
Καλφούντζος	Δ.
Καπετάνιος	Ν.
Καραγιάννης	Α.
Καραγιάννης	Ε.
Καραμάνος	Α.
Καραμούζης	Δ.Ν.
Καραμούτης	Χ.
Καραρίζος	Π.
Κάργας	Γ.
Καρπούζος	Δ.
Κατέρης	Δ.
Κατσαλής	Κ.
Κατσούλας	Ν.
Κερκίδης	Π.
Κίκιρας	Π.
Κίττας	Κ.
Κόκορας	Ι.
Κολιπέτσας	Κ.
Κοτσακιώτη	Χ.Κ.
Κούγιας	Π.
Κουτσερής	Ε.
Κουτσοφίτης	Ζ.
Κυρίκου	Ι.
Κωτσόπουλος	Θ.
Κωτσόπουλος	Σ.
Λάκης	Χ.
Λάμπου	Ε.
Λαμπρινός	Γ.
Λεκάκης	Ε.Η.
Λέλλης	Θ.
Λιανός	Γ.

Λίτσκας	Β.
Λόκκας	Φ.
Λόντρα	Π.
Λουκάς	Α.
Λυκοσκούφης	Ι.
Μαγαλιός	Σ.
Μαθιουλάκης	Ε.
Μαλάμος	Ν.
Μανωλαράκη	Χ.
Μανωλοπούλου	Ε.
Μαρτζόπουλος	Γ.
Μαυρογιαννόπουλος	Γ.
Μελάς	Δ.
Μητρόπουλος	Δ.
Μήτσιος	Ι.Κ.
Μήτσιου	Π.
Μουρτζίνης	Σ.
Μουσουλιώτης	Α.
Μπαλαφουτης	Α.
Μπαλτάς	Ε.
Μπαμπατζιμόπουλος	Χ.
Μπαξεβάνου	Α.
Μπαρτζάνας	Θ.
Μπελεσσιώτης	Β.
Μπιλάλης	Δ.
Μπίσκα	Π.Ε.
Μπλάντα	Α.
Μπότας	Μ.
Μπόχτης	Δ.
Μπριασούλης	Δ.
Μυγδάκος	Γ.
Μυγδάκος	Ε.
Μυστριώτης	Α.
Νάνμος	Ν.
Νάνος	Γ.Δ.
Νάτσης	Α.
Νάτσης	Η.
Νικήτα-Μαρτζοπούλου	Χ.
Ντάφας	Ε.
Ντίνας	Γ.
Ντιούδης	Ι.Π.
Ντιρογιάννης	Α.Γ.
Ξανθόπουλος	Γ.
Ξενάκης	Απ.
Ξένος-Κοκολέτσης	Π.
Ξυραδάκης	Π.
Παγανέλης	Γ.
Παναγιωτίδη	Α.
Παναγιωτόπουλος	Κ.Π.
Παναγιώτου	Ι.
Πανώρας	Α.
Παπαγιαννοπούλου	Α.
Παπαδάκης	Γ.
Παπαδήμας	Κ.
Παπαδόπουλος	Α.
Παπαδόπουλος	Φ.
Παπαδοπούλου	Ο.
Παπαμάνθος	Χ.
Παπαμιχαήλ	Δ.
Παπανικολάου	Χ.
Παπαχρήστου	Ε.
Παράφορος	Δ.
Παρισόπουλος	Γ.
Πατελοδήμου	Σ.
Πατσιαλή	Σ.
Πατσιαλής	Κ.
Παυλάτου Βε	Α.
Πεντάρης	Ν.
Πεπονάκης	Κ.
Πετσάνη	Δ.
Πούλιος	Ι.
Προδρόμου	Κ.Π.
Ραμνιώτης	Θ.
Σάββας	Δ.
Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη	Μ.
Σακκάς	Χ.
Σαμαράς	Θ.
Σαπουντζάκης	Γ.
Σαπουντζής	Μ.
Σγουμποπούλου	Α.
Σιήμης	Α.
Σκαμαγκούλης	Γ.
Σούλης	Κ.
Σπανομήτρος	Ι.Α.
Σταμούλης	Γ.
Σταυρινός	Ε.
Συλλαίος	Ν.
Τάνος	Α.
Τζαμπύρας	Γ.
Τζελέπης	Γ.Σ.
Τζιαφάς	Γ.
Τζιαχρής	Π.
Τζιγκούρας	Ι.
Τίγκας	Δ.

Τοπάλογλου	Χ.	Φουντάς	Σ.
Τούλιος	Λ.	Φωτίδης	Ι.
Τούλιος	Μ.	Χαλασοχώρη	Ν.
Τρέσσος	Κ.Δ.	Χατζηγιαννάκης	Ε.
Τρυπαναγνωστόπουλος	Ι.	Χατζημιτσής	Δ.
Τσακίρης	Γ.	Χατζής	Ε.
Τσάντζος	Σ.	Χάχαλης	Δ.
Τσατσαρέλης	Κ.Α.	Χισκάκης	Μ.
Τσιάνος	Ν.	Χουλιαράς	Ν.
Τσιούρης	Σ.	Χρίστου	Ο.
Τσιρίκογλου	Θ.	Ψυχογυιού	Σ.
Τσιρογιάννης	Ι.Λ.	Blackmore	S.
Τσιρόπουλος	Ζ.	Brighton	J.L.
Τσιτσιγιάννης	Α.	Draoui	B.
Τσολάκη	Γ.	Godwin	R.
Τσολάκης	Ν.	Griepentrog	H.W.
Φασουλή	Β.	Rahil	M.H.
Φείδαρος	Δ.	Tadj	N.
Φιλίντας	Θ.Αγ.	Tchamitchian	M.
Φλωράς	Στ.	Tillett	N.

Ενότητα 4:

Εδαφικοί Πόροι

(102)

ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΒΟΡΙΟΥ ΑΠΟ ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΑ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ

Κ. Π. Προδρόμου και Χ. Λάκης
Εργ. Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας, Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, kprodrom@agro.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η προσρόφηση του Β από $Mn(OH)_2$ που παρασκευάστηκε και παρουσιάζει ατελή κρυσταλλική οργάνωση σε σύγκριση με τον καλώς κρυσταλλωμένο πυρολουσίτη, MnO_2. Το $Mn(OH)_2$ προσροφά σχεδόν διπλάσια ποσότητα Β σε σχέση με το MnO_2. Ακολούθησε εκρόφηση του προσροφηθέντος Β από τα δύο υλικά με 0,01 M $CaCl_2$. Οι ποσότητες Β που εκροφήθηκαν ήταν 29,4% για το $Mn(OH)_2$ και 36,1% για το MnO_2 και αντιπροσωπεύουν την φυσική συνιστώσα της προσρόφησης. Οι παραμένουσες σε κατάσταση προσρόφησης ποσότητες του Β αποτελούν την χημική προσρόφηση. Το $Mn(OH)_2$ συγκρατεί χημικώς μεγαλύτερες τιμές Β σε σχέση με το MnO_2, γεγονός που οφείλεται στην κρυσταλλική του κατάσταση, στο πορώδες του στα ελεύθερα επιφανειακά του φορτία και πιθανώς στην ικανότητά του να σχηματίζει σύμπλοκες ενώσεις με το $B(OH)_4^-$.

BORON ADSORPTION ON POORLY CRYSTALLIZED $Mn(OH)_2$ AND MnO_2

Prodromou K.P and Chr. Lakis
Lab. of Applied Soil Science, Dep. of Agriculture , Aristotelian University of Thessaloniki, 54124, Thessaloniki, Greece, kprodrom@agro.auth.gr

ABSTRACT

Boron adsorption on non well crystallized $Mn(OH)_2$ that was prepared, as well as on pyrolusite MnO_2, was studied. The prepared $Mn(OH)_2$ was oxidized by air and MnOOH or $MnO_2.H_2O$ was formed. Manganese hydroxide appeared the lowest crystallinity and the highest specific area. This material adsorbed more than the double B quantity compared with well crystallized pyrolusite. Desorption of B was succeeded by $CaCl_2$ 0.01 M. Boron quantities extracted by $CaCl_2$, represent the physical adsorption and the remained B in the state of adsorption represent the chemical adsorption.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Mn συμμετέχει στο πλέγμα όλων σχεδόν των σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών των πετρωμάτων. Βρίσκεται στο έδαφος κυρίως υπό μορφή οξειδίων όπως MnO_2 πυρολουσίτης, Mn_2O_3 μπραουνίτης, Mn_3O_4 χαουσμανίτης, MnOOH μαγγανίτης, $MnSiO_3$ ροδονίτης, $MnCO_3$ ροδοχρωσίτης. Το Mn συναντάται στο έδαφος με διάφορα σθένη, άνάλογα με την τιμή pH του εδάφους και τις επικρατούσες οξειδοαναγωγικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να καθίσταται πολύπλοκη η μελέτη του. Οξειδώνεται ταχύτατα κάτω από ισχυρώς αλκαλικές συνθήκες, σχηματίζοντας αδιάλυτες ενώσεις κυρίως με την οργανική ουσία, με αποτέλεσμα να παρατηρείται έλλειψη του στοιχείου στα φυτά. Σε αναγωγικές συνθήκες και όξινο pH έχουμε Mn^{2+}, διαλυτοποίηση των ενώσεών του και τη δημιουργία τοξικών συνθηκών για τα φυτά.

$$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O.$$

Γενικώς, τα οξείδια και υδροξείδια του Mn του εδάφους θεωρούνται ως άμορφα [5,6].

Τα οξείδια του Mn συμμετέχουν στο σχηματισμό συγκριμάτων με τα οξείδια του σιδήρου, κάτω από διαδοχικές οξειδοαναγωγικές συνθήκες. Στα οξείδια αυτά τα οποία παρουσιάζουν ατελή κρυσταλλική οργάνωση, συσσωρεύονται διάφορα συστατικά του εδάφους, ανιόντα και κατιόντα κυρίως φωσφορικά και βαρέων μετάλλων.

Το βόριο, είναι βασικό μικροστοιχείο για την ανάπτυξη των φυτών. Τα όρια συγκέντρωσης B μεταξύ έλλειψης και τοξικότητας είναι στενά ώστε η διαχείρισή του να απαιτεί προσοχή, για την καλή ανάπτυξη των φυτών. Το B βρίσκεται στο εδαφικό διάλυμα με τη μορφή του βορικού οξέος H_3BO_3 (ορθοβορικό H_3BO_3 ή βορακικό οξύ $B(OH)_3$), το οποίο είναι ένα ασθενές οξύ.

$$B(OH)_3 + H_2O \rightarrow B(OH)^-_4 + H^+$$

Ανιόντα ασθενών οξέων και κατιόντα, προσροφώνται ισχυρά στην επιφάνεια των οξειδίων και υδροξειδίων του μαγγανίου.

Σκοπός της ερευνητικής αυτής εργασίας ήταν η μελέτη της προσρόφησης και εκρόφησης του B από $Mn(OH)_2$ με ατελή κρυσταλλική οργάνωση, σε σύγκριση με το καλώς κρυσταλλωμένο MnO_2.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1.Παρασκευασμένο $Mn(OH)_2$

Το $Mn(OH)_2$ παρασκευάστηκε στοιχειομετρικά σύμφωνα με την αντίδραση:

$$MnSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow Mn(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$

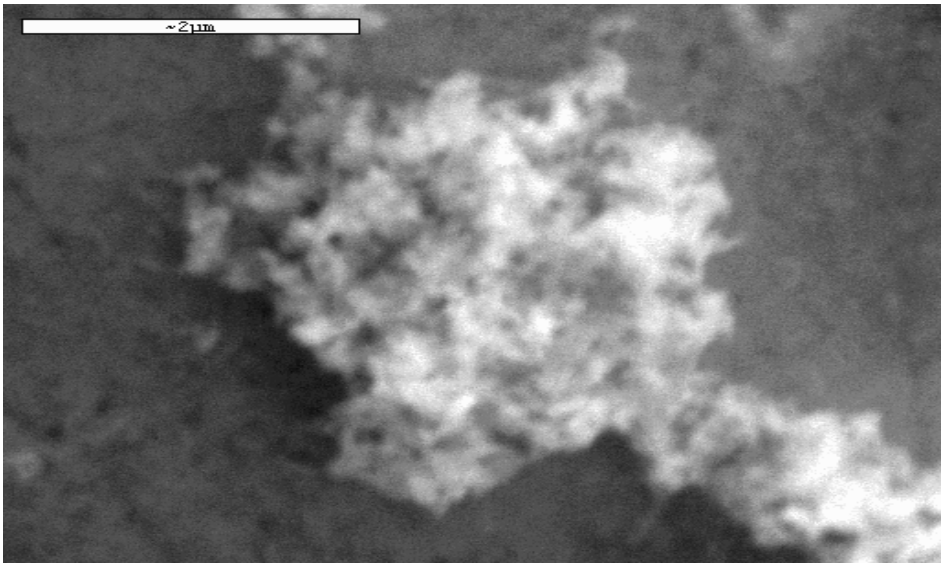
Ακολούθησαν δύο εκπλύσεις με H_2O (pH 7,0). Το ίζημα που σχηματίστηκε ήταν ροδόχρουν. Το σχηματιζόμενο $Mn(OH)_2$ είναι αδιάλυτο σε περίσσεια βάσεως και οξειδώνεται κατά την παραμονή του προς $Mn(OH)_3$ ή ορθότερο προς MnO(OH), χρώματος καστανού,

$$4Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 4MnOOH + H_2O$$

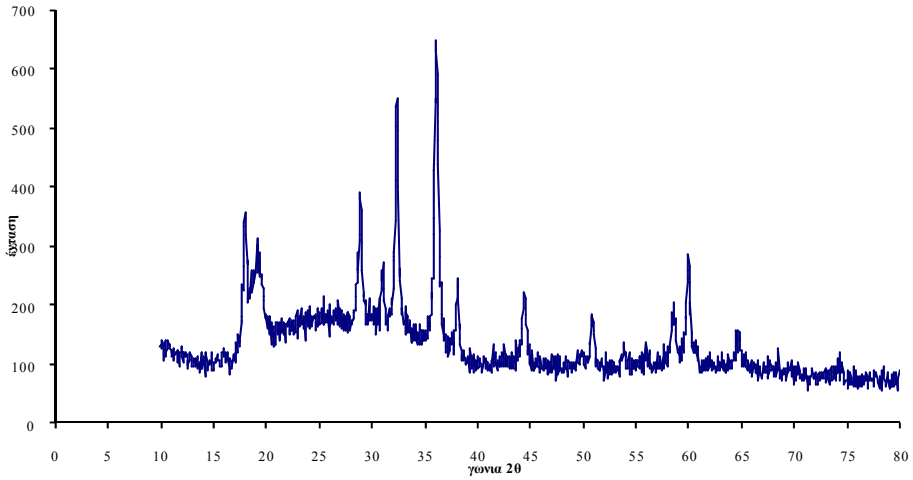
ή σχηματίζεται ένυδρο MnO_2,

$$2Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2MnO_2.H_2O$$

Στο Σχήμα 1 δίνεται το διάγραμμα των ακτίνων Röntgen του υλικού.



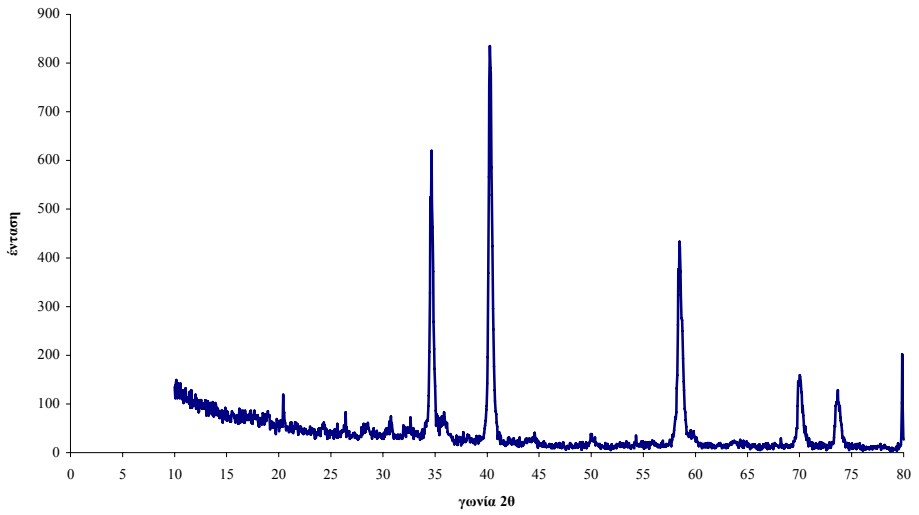
Φωτογραφία του υλικού που παρασκευάστηκε, από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.



Σχήμα 1. Διάγραμμα των ακτίνων Röntgen του $Mn(OH)_2$.

2.2.Πυρολουσίτης, MnO_2

Αντιδραστήριο της QP Panreac (211408), E.U. Στο σχήμα 2 δίνεται το διάγραμμα των ακτίνων Röntgen του αντιδραστηρίου.



Σχήμα 2. Διάγραμμα των ακτίνων Röntgen του MnO_2.

2.3.Διαδικασία προσρόφησης

Μετά την καταβύθιση και την έκπλυση του $Mn(OH)_2$ προστέθηκαν 25 ml διαλύματος Β συγκεντρώσεων 5,10, 20, 40, 60, 80, 100 και 160 ppm. Ακολούθησε ανακίνηση επί 30΄ και παραμονή σε ισορροπία επί 2, 24, 48, 72 και 144 ώρες, σε θερμοκρασία 25±0.2^o C. Η παραλαβή των διαλυμάτων ισορροπίας έγινε με φυγοκέντρηση στις 6000 – 7000 rpm επί 10΄ και διήθηση. Η τιμή του pH στα διαλύματα ισορροπίας ήταν 6,00 – 6,50.

Ο προσδιορισμός του Β έγινε με την μέθοδο της Azomethine-H [3].

Στην ίδια διαδικασία προσρόφησης Β υποβλήθηκε και το δείγμα του MnO_2

Όλες οι κατεργασίες και οι προσδιορισμοί έγιναν εις τριπλούν.

2.4 Διαδικασία εκρόφησης

Σε παρασκευασθέντα $Mn(OH)_2$ και σε MnO_2 προστέθηκαν οι μικρότερες ποσότητες Β που προσροφήθηκαν και οι οποίες αντιστοιχούσαν σε χρόνο ισορροπίας 144 ωρών. Στη συνέχεια ανακινήθηκαν επί 30΄ και παρέμειναν στο πυριατήριο στους 70° C σε ισορροπία επί 72 ώρες, μέχρι την πλήρη εξάτμιση του διαλύματος.

Κατόπιν προστέθηκαν 25 ml $CaCl_2$ 0,01 M και ακολούθησε ανακίνηση επί 15΄, φυγοκέντρηση στις 7000 rpm επί 10΄ και παραλαβή με διήθηση. Η διαδικασία αυτή έγινε δύο φορές. Στα εκχυλίσματα που ελήφθησαν, προσδιορίστηκε το Β.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το $Mn(OH)_2$ που παρασκευάστηκε, οξειδώνεται με την πάροδο του χρόνου και μετατρέπεται σε MnOOH ή $MnO_2.H_2O$. Η μετατροπή αυτή καθίσταται εμφανής με τη μεταβολή του χρώματος του σχηματισθέντος ιζήματος από ρόδινο σε καστανό. Από τη σύγκριση των διαγραμμάτων των ακτίνων Röntgen διαπιστώνεται ότι το $Mn(OH)_2$ που παρασκευάστηκε είναι ατελώς κρυσταλλωμένο σε σχέση με το MnO_2.

Το MnO_2 ταυτοποιείται από την παρουσία των τριών κύριων ανακλάσεων στα 3,14, 2,41 και 1,63 Å (Powder Diffraction data for Minerals, 1974). Στην περίπτωση του $Mn(OH)_2$ οι κύριες ανακλάσεις ήταν στα 2,45, 4,72 και 1,83 Å. Τόσο τα ατελώς όσο και τα κρυσταλλικά οξείδια και υδροξείδια του μαγγανίου θεωρούνται ως ελεύθερα οξείδια

στο έδαφος και παραλαμβάνονται με την μέθοδο CBD (διθειονικού νατρίου) των Mehra και Jackson (1960).

Στο MnO_2 η μέγιστη τιμή της προσρόφησης του B παρατηρήθηκε στον χρόνο ισορροπίας των 24 ωρών, ενώ η ελάχιστη στις 144 ώρες. Στην περίπτωση του $Mn(OH)_2$ η μέγιστη τιμή παρατηρήθηκε στις 24 και 48 ώρες, ενώ η ελάχιστη στον χρόνο ισορροπίας των 144 ωρών. Οι παρατηρούμενες πάντως διαφορές στις τιμές προσρόφησης του B για τους διάφορους χρόνους ισορροπίας και για τις δύο ενώσεις ήταν μεταξύ τους στατιστικώς μη σημαντικές. Στους χρόνους ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν δεν διαφοροποιήθηκε η ικανότητα προσρόφησης του $Mn(OH)_2$, γεγονός που δείχνει ότι στο χρονικό διάστημα των 144 ωρών δεν επήλθαν βασικές αλλαγές στην χημική και στην κρυσταλλική κατάσταση του υλικού.

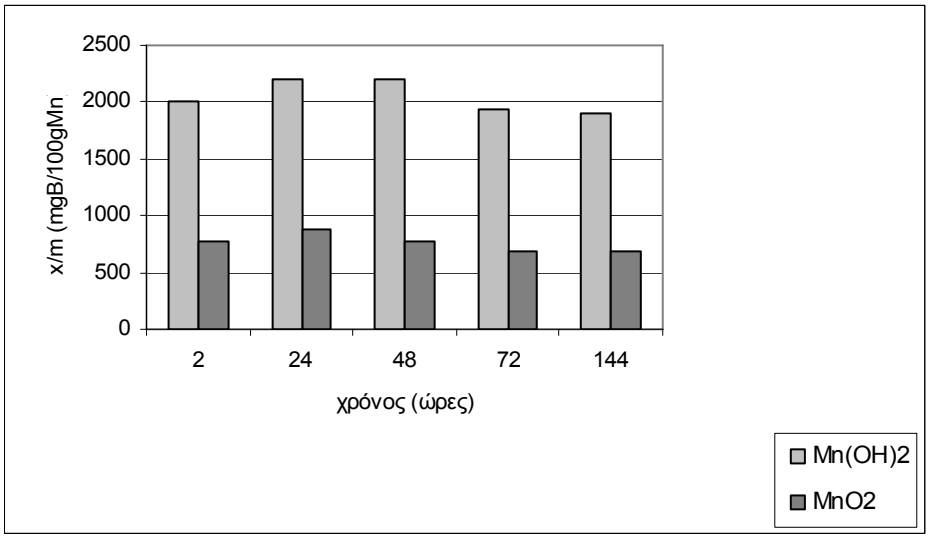
Το $Mn(OH)_2$ προσρόφησαν 2,5 φορές περισσότερο B σε σχέση με τον πυρολουσίτη (Σχ. 3). Αυτό οφείλεται στην ατελή κρυσταλλική του κατάσταση και στο μεγάλο πορώδες του υλικού. Ανιόντα ασθενών οξέων και κατιόντα, προσροφώνται ισχυρά στην επιφάνεια των οξειδίων και υδροξειδίων του Mn. Η προσρόφηση λαμβάνει χώρα κυρίως στα επιφανειακά ελεύθερα φορτία και αναφέρεται ως ειδική προσρόφηση (specific adsorption). Τα ένυδρα οξείδια του αργιλίου, του σιδήρου και του μαγγανίου, θεωρούνται τα κύρια συστατικά του εδάφους στα οποία λαμβάνει χώρα η ειδική προσρόφηση [6]. Το $Mn(OH)_2$ παρουσιάζει μικρό βαθμό κρυσταλλικής οργάνωσης, μικρό μέγεθος κρυστάλλων, μεγάλη ειδική επιφάνεια, ισχυρό βαθμό συσσωμάτωσης ο οποίος αυξάνει με την πάροδο του χρόνου και μεγάλο πορώδες. Οι ιδιότητες αυτές του υλικού, ευνοούν τον υψηλό βαθμό προσροφητικής ικανότητας, όπως αναφέρεται και από άλλους ερευνητές [2,9].

Πίνακας 1. Τιμές των σταθερών της εξίσωσης Freundlich και το R^2 , που περιγράφουν την προσρόφηση του B από το $Mn(OH)_2$ και το MnO_2.

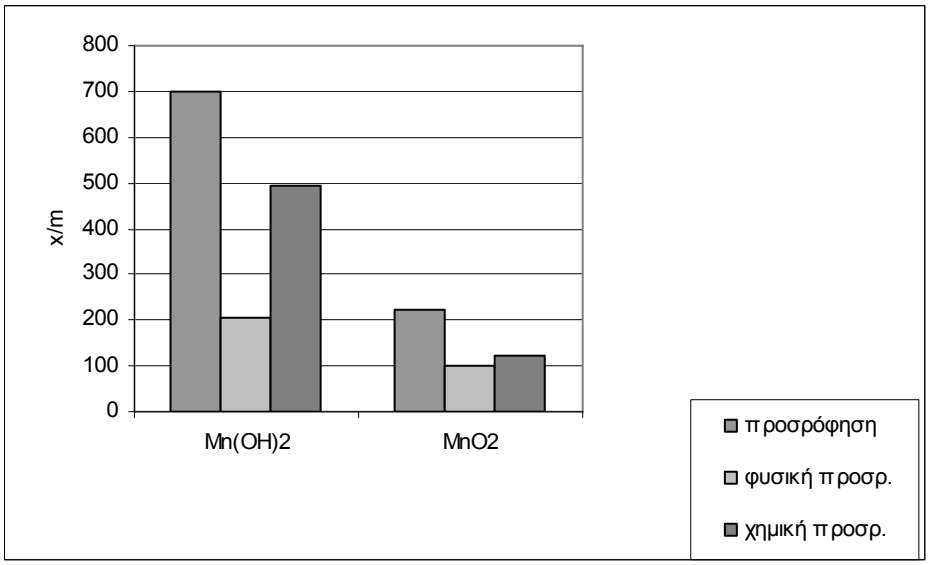
	$Mn(OH)_2$			MnO_2		
Χρόνος(ώρες)	k	n	R^2	k	n	R^2
2	30.439	0.95	0.9971	4.791	1.09	0.9755
24	31.589	0.99	0.9913	6.382	1.11	0.9869
48	56.291	0.85	0.9483	7.087	1.04	0.9927
72	22.223	1.00	0.9892	5.219	1.08	0.9766
144	23.458	0.98	0.9985	6.843	1.02	0.9852

Κατά τη διαδικασία της εκρόφησης του B με 0,01 M $CaCl_2$, παρατηρούμε ότι κατά την πρώτη κατεργασία παραλαμβάνονται πολύ μεγαλύτερες ποσότητες B σε σχέση με τη δεύτερη. Συνολικά κατά τις δύο κατεργασίες παραλαμβάνεται κατά Μ.Ο. το 29,4% του B που προσροφήθηκε από το $Mn(OH)_2$, ενώ το υπόλοιπο 70,6% παρέμεινε σε κατάσταση προσρόφησης. Αντίθετα, στον πυρολουσίτη, απομακρύνθηκε κατά Μ.Ο. το 36,1% του B, ενώ παρέμεινε προσροφημένο το 63,9%. Οι ποσότητες του B που παρελήφθησαν κατά την διαδικασία της εκρόφησης, αντιπροσωπεύουν την φυσική συνιστώσα της προσρόφησης που συγκρατείται με ασθενείς δυνάμεις, ενώ η παραμένουσα σε κατάστ αση προσρόφησης ποσότητα B, αντιπροσωπεύει την χημική προσρόφηση (Σχ.4.) Ο Brümmer (1986) αναφέρει ότι η προσρόφηση βαρέων μετάλλων από goethite, οξείδια του μαγγανίου, ιλλίτη, σμεκτίτες και από άλλα ορυκτά περιλαμβάνει τρία διαφορετικά στάδια: πρώτον επιφανειακή προσρόφηση, η οποία αποτελεί την φυσική προσρόφηση, δεύτερον τη διάχυση μέσα στα σωματίδια του ορυκτού και τρίτον την προσρόφηση και την συγκράτηση στα σωματίδια του ορυκτού που αποτελούν την χημική προσρόφηση. Στα στάδια αυτά, ανταποκρίνονται

ικανοποιητικά οι διαδικασίες προσρόφησης – εκρόφησης του Β από το $Mn(OH)_2$ και τον πυρολουσίτη.



Σχήμα 3.Σύγκριση των ποσοτήτων Β (Μ.Ο.) που προσροφήθηκαν από το $Mn(OH)_2$



Σχήμα 4. Σύγκριση των ποσοτήτων Β που παρελήφθησαν με $CaCl_2$, -φυσική προσρόφηση- και των ποσοτήτων Β που παρέμειναν σε κατάσταση προσρόφησης – χημική προσρόφηση

Το φαινόμενο της προσρόφησης του Β περιγράφεται από την εξίσωση του Freundlich, ($x/m = kC^n$), ενώ η προσαρμογή των πειραματικών δεδομένων στην εξίσωση του Langmuir δεν είναι ικανοποιητική. Στον πίνακα 1 δίδονται οι σταθερές της εξίσωσης του Freundlich.

Η υψηλή τιμή της χημικής συνιστώσας της προσρόφησης οφείλεται εκτός της δομής του $Mn(OH)_2$, πιθανόν και στην ικανότητά του να σχηματίζει σύμπλοκες ενώσεις με το $B(OH)_4^-$, με τους ίδιους μηχανισμούς που περιγράφονται από τους Keren και συν., 1994, για την περίπτωση του $Al(OH)_3$.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brümmer, G.W., 1986. In: The Importance of Chemical Speciation in Environmental Processes. – Springer – Verlag, Berlin, pp169-192.
2. Goldberg, S. and Glaubig, R.A.,1985. Boron adsorption on aluminium and iron oxides minerals. Soil Sci. Soc. Amer. J. 49:1374-1379.
3. John,M.K., Chauah,H.H., and Neufeld, J.H., 1975. Application of improvedazomethine - H method to the determination of boron in soils and plants. Anal Lett. 8:559-568.
4. Keren, R., Grossl, P.R., and Sparks, D.L., 1994. Equilibrium and kinetics of borate adsorption – desorption on pyrophyllite in aqueous suspensions. Soil Sci. Amer.J.58: 1116-1122.
5. McKeague, J.A., A.W.H. Damman, and P.K. Heringa, 1968. Iron-manganese and other pans in some soils of Newfoundland. Can. J. Soil Sci. 48:243-253.
6. McKenzie, R.M., 1989. Manganese oxides and hydroxides. In: minerals in soil Environments, Dixon, J.B., Weed, S.B. eds, SSSA Book Ser. 1, 2nd edition, SSSA, WI, pp 439-465.
7. Mehra, O.P., and M.L. Jackson, 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite – citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clay Min. Seventh National Conf. on Clays and Clay Min. London, 317-327.
8. Sidhu, P.S., J.L. Sehgal, M.K. Sinha, and N.S. Randhawa, 1977. Composition and mineralogy of iron-manganese concretions from some soils of the Indo-Gangetic plain in northwest India. Geoderma 18:241-249.
9. Zhang, M., Karathanasis, A.D., 1997. Characterization of iron - manganese concretions in Kentucky Alfisols with perched water tables. Clays Clay Miner. 45:428-439.

(108)

ΟΔΗΓΙΕΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟ ΜΕΣΩ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΗΜΩΝ Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ

Φ. Παπαδόπουλος, Α. Παπαδόπουλος και Π. Τζιαχρής
Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης, Ελληνική Γεωργική Σχολή, Τ.Κ. 57001, Θέρμη Θεσσαλονίκης, frantzis.ssi@nagref.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός των εδαφολογικών μελετών των καλλιεργούμενων εκτάσεων επτά Δήμων του Ν. Κοζάνης, συνολικής έκτασης 400.000 στρεμμάτων, ήταν η εκτίμηση των αναγκών λίπανσης και άρδευσης των καλλιεργειών τους σε επίπεδο αγροτεμαχίου. Ελήφθησαν δείγματα εδάφους από επιλεγμένα με GPS σημεία, των οποίων τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων επεξεργάστηκαν (GIS) και προέκυψαν ο εδαφολογικός χάρτης και οι θεματικοί. Ο γεωπόνος χρήστης, κάνοντας «κλικ» σε οποιοδήποτε αγροτεμάχιο εντοπίζει στην οθόνη του Η/Υ, εκτυπώνει ένα τρισέλιδο με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους του και την ορθολογική λίπανση και άρδευση.

ΟΔΗΓΙΕΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟ ΜΕΣΩ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΗΜΩΝ Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ

F. Papadopoulos, A. Papadopoulos and P. Tziachris
National Agricultural Research Foundation, Soil Science Institute of Thessaloniki, 57001, Thermi-Thessaloniki, frantzis.ssi@nagref.gr

ABSTRACT

Soil studies are being conducted in the cultivated areas of seven municipalities of Kozani prefecture, with total extent 400.000 acres. Aim of these studies is the estimation of fertilization and irrigation needs at parcel level. Soil samples were taken with the use of GPS, and the laboratory results (physicochemical analysis) were processed by a G.I.S. system in order to develop the soil and thematic maps. The agriculturist user can locate certain parcels (using farmer name, parcel code, on screen) and print information regarding the physicochemical attributes of the soil and the proposed fertilization and irrigation.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συστηματική απογραφή των εδαφικών πόρων αποτελεί εθνική, οικονομική και κοινωνική ανάγκη για τη χώρα μας. Η ορθολογική αξιοποίηση των εδαφικών πόρων απαιτεί την ύπαρξη σύγχρονου εδαφολογικού χάρτη, διαφορετικά θα βασίζεται όχι στις σύγχρονες τεχνικές γνώσεις, αλλά στην «εμπειρία» και θα έχει πολύ μικρή πιθανότητα επιτυχίας. Άλλωστε και η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π) επιβάλλει την εφαρμογή ορθών γεωργικών πρακτικών (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία κλπ.) από τους παραγωγούς, ως απαραίτητη προϋπόθεση για την επιδότησή τους.

Για τους παραπάνω λόγους, το Υπουργείο Μακεδονίας Θράκης, σε συνεργασία με τους Δήμους Σερβίων, Ελίμειας, Ασκίου, Ελληνσπόντου, Μουρικίου, Δημ. Υψηλάντου και της κοινότητας Λιβαδερού του Ν. Κοζάνης, ανέθεσε από τον Μάιο του 2005 στο Ινστιτούτο Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης του ΕΘΙΑΓΕ την εδαφολογική μελέτη των καλλιεργούμενων εκτάσεών τους. Σκοπός των μελετών αυτών, οι οποίες είχαν πιλοτικό χαρακτήρα, ήταν η ακριβής εκτίμηση των αναγκών λίπανσης και άρδευσης των καλλιεργειών σε επίπεδο αγροτεμαχίου και η ενημέρωση του κάθε παραγωγού. Το μέσο κόστος των μελετών αυτών ήταν 1,50 ευρώ / στρέμμα, η δε συνολική γεωργική έκταση που μελετήθηκε ήταν περίπου 400.000 στρέμματα.

Στα πλαίσια των μελετών αυτών πάρθηκαν δείγματα εδάφους από τρία βάθη (0-30, 30-60 και 60-90 cm) από επιλεγμένα με GPS σημεία των αγροτικών περιοχών των υπόψη Δήμων. Τα σημεία δειγματοληψίας απείχαν μεταξύ τους 300 έως 500 μέτρα, ανάλογα με την ομοιομορφία του εδάφους, ενώ δείγματα εδάφους πάρθηκαν επίσης από αντιπροσωπευτικά προφίλ εδάφους των υπό μελέτη περιοχών. Με βάση τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων των δειγμάτων, που επεξεργάστηκαν μέσα από Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, σε συνδυασμό με ειδικά λογισμικά, προέκυψαν σε ηλεκτρονική μορφή τόσο ο γενικός εδαφολογικός χάρτης από τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:5.000 όσο και οι επί μέρους θεματικοί χάρτες για μία σειρά 20 περίπου παραμέτρων (pH, θρεπτικά στοιχεία, βαρέα μέταλλα κ.λ.π.).

Η καινοτομία των υπόψη μελετών είναι ότι αναπτύχθηκε ειδικό λογισμικό το οποίο παρέχεται στον αρμόδιο γεωπόνο και του επιτρέπει μέσα από ένα απλό, και εύχρηστο περιβάλλον εργασίας στα ελληνικά, να έχει μια πλήρη και εποπτική άποψη της περιοχής του και των αγροτεμαχίων που υπάρχουν. Επιπλέον του δίνεται η δυνατότητα να εντοπίσει κάποιο αγροτεμάχιο με την χρήση των στοιχείων του παραγωγού, του κωδικού του ΟΣΔΕ ή κάνοντας «κλικ» στις ψηφιακές αεροφωτογραφίες της περιοχής, που έχει στη διάθεσή του στην οθόνη του Η/Υ. Τέλος μπορεί να εκτυπώσει ένα ενημερωτικό φυλλάδιο τριών σελίδων με τα αποτελέσματα της φυσικοχημικής ανάλυσης του εδάφους του, την προτεινόμενη ορθολογική λίπανση και την άρδευση της καλλιέργειας που επιθυμεί ο παραγωγός για το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο.

1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Χαρτογράφηση εδαφών με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S)

Η εφαρμογή του GIS (Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών), στα πλαίσια της μελέτης αυτής, έγινε μέσω του λογισμικού Arc Info 8.02 και Arc View 3.2 σε εξοπλισμό NT-Workstation και Desktop PC, του Ινστιτούτου Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης. Σε αυτό το λογισμικό εισάγονται και αποθηκεύονται γεωγραφικά δεδομένα (θέση, έκταση, κλπ), καθώς και περιγραφικά δεδομένα (τιμές pH, μηχανική σύσταση, ονοματολογία κλπ), της υπό εξέταση περιοχής, στην αντίστοιχη βάση δεδομένων του προγράμματος. Αυτά οργανώνονται, στο γραφικό περιβάλλον (graphic interface) του G.I.S. σε επίπεδα πληροφορίας (layers) και μετά από επεξεργασία παρουσιάζονται σε θεματικούς χάρτες.

Τα βήματα-στάδια, τα οποία ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της Εδαφολογικής μελέτης ήταν η συλλογή δεδομένων, η προεπεξεργασία, η διαχείριση δεδομένων, ο χειρισμός και ανάλυση των δεδομένων και η παραγωγή χαρτών, όπως φαίνεται στη συνέχεια.

2.1.1. Συλλογή δεδομένων

Τα αρχικά (πρωτογενή) δεδομένα, που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη αφορούσαν τα γεωγραφικά και τα περιγραφικά δεδομένα

Τα γεωγραφικά δεδομένα προήλθαν κατά ένα μέρος από ψηφιοποίηση των χαρτών 1:5.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ισοϋψείς, οδικό-υδρογραφικό δίκτυο, οικισμοί κλπ) και κατά ένα άλλο μέρος από μετρήσεις στην ύπαιθρο (θέσεις εδαφοτομών, εδαφικών προφίλ). Η λεπτομερής χάραξη των ορίων των εδαφικών χαρτογραφικών μονάδων της περιοχής, προσδιορίστηκε συνδυαστικά με παρατηρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν τόσο στον αγρό όσο και με εργαστηριακές αναλύσεις. Για τον προσδιορισμό θέσεων-συντεταγμένων στην ύπαιθρο, χρησιμοποιήθηκαν συσκευές GPS.

Η περιγραφική πληροφορία συλλέχθηκε είτε στο πεδίο από Χαρτογράφους επιστήμονες, είτε μετρήθηκε από εργαστηριακές αναλύσεις, που έγιναν στο εργαστήριο του Ινστιτούτου Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης.

2.1.2. Προεπεξεργασία

Στο στάδιο της προεπεξεργασίας η γεωγραφική και περιγραφική πληροφορία ελέγχθηκε και οργανώθηκε σε μορφές εύκολα διαχειρίσιμες και αξιοποιήσιμες από το GIS.

Η ψηφιακή γεωγραφική πληροφορία μετασχηματίστηκε από τα διαφορετικά προβολικά συστήματα (Hatt οι χάρτες τις ΓΥΣ, WGS84 οι εδαφοτομές και τα εδαφικά προφίλ), στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ87), το οποίο και αποτελεί το βασικό σύστημα αναφοράς της χώρας μας. Στο ενιαίο χαρτογραφικό υπόβαθρο έγιναν οι απαραίτητοι έλεγχοι και διορθώσεις (έλεγχος τοπολογίας, ακρίβειας) και οργανώθηκαν τα επίπεδα πληροφορίας (επίπεδο με υδρογραφικό δίκτυο, εδαφικές μονάδες, εδαφοτομές κλπ).

Τα περιγραφικά στοιχεία συγκεντρώθηκαν και τυποποιήθηκαν σε βάση δεδομένων (Microsoft Access). Εκεί έγινε έλεγχος για χονδροειδή και τυχαία σφάλματα και ετοιμάστηκαν για την εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων του GIS.

2.1.3. Διαχείριση δεδομένων

Τα δεδομένα, γεωγραφικά - περιγραφικά, σε αυτή την φάση συνδυάστηκαν και ενοποιήθηκαν στο περιβάλλον του λογισμικού GIS. Η γεωγραφική πληροφορία ενώθηκε (join) με την περιγραφική μέσω ενός πεδίου κλειδί, το οποίο προσδιορίζει μονοσήμαντα το κάθε στοιχείο του χάρτη (π.χ. στην εδαφοτομή ο κωδικός της). Αποδόθηκαν οι συμβολισμοί και τα χρώματα κάθε επιπέδου και έγιναν ερωτήματα (queries) για επικύρωση και έλεγχο της ορθότητας των δεδομένων.

2.1.4. Χειρισμός και ανάλυση των δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων οδήγησε στη δημιουργία των επιμέρους θεματικών χαρτών. Αυτό έγινε είτε άμεσα από τα ήδη υπάρχοντα επίπεδα πληροφορίας (π.χ. μηχανική σύσταση), είτε έμμεσα, μετά από επεξεργασία (χάρτης προβληματικών εδαφών, pH κλπ).

Η επεξεργασία των αρχικών επιπέδων πληροφορίας έγινε με δύο τρόπους. Στην μία περίπτωση επιλέχθηκαν διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας και μέσω συνδυαστικών ερωτημάτων αποδόθηκε το τελικό αποτέλεσμα. Στην άλλη περίπτωση, από γνωστές τιμές σε συγκεκριμένα σημεία, υπολογίστηκαν τιμές για τα ενδιάμεσα σημεία της περιοχής μελέτης με Γεωστατιστική (Kriging interpolation). Οι τιμές αυτές αποδόθηκαν σε κάθε ένα pixel ξεχωριστά δίνοντας την δυνατότητα απεικόνισης σε ένα πλέγμα (grid), με χρωματική

διαβάθμιση. Αυτό έγινε με την χρήση του πακέτου Spatial Analyst του Arc-View. Με αυτόν τον τρόπο παρήχθησαν οι περισσότεροι θεματικοί χάρτες της μελέτης, που παρουσιάζουν την κατανομή των κυριότερων φυσικοχημικών ιδιοτήτων του επιφανειακού εδάφους στον χώρο.

Παράλληλα μέσω ανάλυσης στο GIS έγινε εξαγωγή επιπλέον δεδομένων (δευτερογενή δεδομένα), τα οποία αξιοποιήθηκαν στην μελέτη. Από τις ισοϋψείς π.χ. υπολογίστηκαν στο GIS οι κλίσεις του εδάφους και έγινε αντιπαραβολή με την εκτίμηση της κλίσης του εδάφους, από τους χαρτογράφους, στην ύπαιθρο.

2.1.5. Παραγωγή χαρτών

Συντάχθηκε ο λεπτομερής εδαφολογικός χάρτης κλίμακας 1:20.000, που προέκυψε από τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1: 5.000. Από το χάρτη αυτό συντάχθηκαν συνολικά 22 (είκοσι δύο) επί μέρους θεματικοί χάρτες, που αφορούσαν:

1) Μηχανική σύσταση, 2) pH, 3) ηλεκτρική αγωγιμότητα, 4) ανθρακικό ασβέστιο, 5) οργανική ουσία, 6) φώσφορο, 7) κάλιο, 8) ασβέστιο, 9) μαγνήσιο, 10) βόριο, 11) σίδηρο, 12) μαγγάνιο, 13) ψευδάργυρο, 14) χαλκό, 15) μόλυβδο, 16) κάδμιο, 17) νικέλιο, 18) χρώμιο, 19) κοβάλτιο, 20-22) διαθέσιμη υγρασία σε τρία βάθη (0-30, 0-60, 0-90 cm).

Για την σύνταξη των παραπάνω χαρτών για κάθε 10.000 στρέμματα πάρθηκαν κατά μέσο όρο δείγματα εδάφους (εδαφοτρύσεις με δειγματολήπτη) από 45 θέσεις από τρία βάθη (0-30, 30-60 και 60-90 cm), ανοίχθηκαν 2 (δύο) εδαφικά προφίλ με λήψη δειγμάτων από κάθε εδαφική στρώση και πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο, για τα δείγματα αυτά εδάφους, τουλάχιστον 5.000 αναλύσεις.

2.2. Λογισμικό συμβουλευτικής λίπανσης

Η συμβουλευτική – ορθολογική λίπανση βασίζεται, κυρίως στα δεδομένα της πολυετούς έρευνας των Ελληνικών εδαφών και περιλαμβάνει τη μαθηματική περιγραφή του ισοζυγίου εισροών και εκροών των θρεπτικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Τα δεδομένα αυτά εισάγονται σε ένα μαθηματικό μοντέλο ερμηνείας της ανάλυσης του εδάφους, με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή [1].

Ο υπολογισμός της δόσης για την εφαρμογή του θρεπτικού γίνεται σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εδαφοανάλυσης και με την ταυτόχρονη συνεκτίμηση των εκροών και εισροών (νιτροποίηση, αποδέσμευση φωσφόρου από δυσδιάλυτες πηγές και απελευθέρωση καλίου από μη εναλλακτικές πηγές, απομάκρυνση των θρεπτικών λόγω συγκομιδής, έκπλυσης, απονιτροποίησης, δέσμευσης, εξαέρωσης και διάβρωσης). Με βάση τις παραπάνω παραμέτρους, δίνεται η δυνατότητα να προσαρμόζεται το επίπεδο της λίπανσης στις πραγματικές, κατά περίπτωση, ανάγκες σε θρεπτικά των καλλιεργειών. Με τη διαδικασία αυτή, οι δόσεις των θρεπτικών, που υπολογίζονται αποσκοπούν αφ' ενός μεν στην κάλυψη των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά, αφετέρου δε στην ικανοποίηση των παραγωγικών απαιτήσεων του εδάφους

Η αρχή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας, βασίζεται στο ισοζύγιο μεταξύ των θρεπτικών ουσιών, που απομακρύνονται, μέσω της συγκομιδής και εκείνων, που υπάρχουν στο έδαφος, υπό διαθέσιμη μορφή, καθώς και στις διάφορες εισροές και εκροές των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Παρά το σχετικά πολύπλοκο εδαφολογικό και μαθηματικό υπόβαθρο, το οποίο εφαρμόζεται για την προσομοίωση των ισοζυγίων των θρεπτικών στο ριζόστρωμα, οι χειρισμοί από το χρήστη είναι ιδιαίτερα εύκολοι.

Περιλαμβάνει 72 καλλιέργειες και ερμηνεύει την ανάλυση του εδάφους για όλα τα μακροθρεπτικά (N, P, K, Mg) και μικροθρεπτικά στοιχεία (Zn, Fe, Cu, Mn, B), προσεγγίζει δε σε ικανοποιητικό βαθμό τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών για μέγιστη απόδοση.

2.3. Λογισμικό ορθολογικής άρδευσης

Στην περίπτωση της συγκεκριμένης μελέτης οι τιμές διαθέσιμης υγρασίας για τα σημεία, στα οποία έγιναν εδαφοτομές, προέκυψαν από τη χρήση του υπολογιστικού μοντέλου των [2]. Το μοντέλο αυτό αποτελεί βελτίωση της έκδοσης των [3] και δημιουργήθηκε με βάση δεδομένα του Αμερικανικού Υπουργείου Γεωργίας από 2.000 δείγματα Α οριζόντων και 2.000 δείγματα Β-C οριζόντων εδάφους. Οι παράμετροι, που λαμβάνει το συγκεκριμένο πρόγραμμα ως δεδομένα εισόδου είναι τα ποσοστά αργίλου και άμμου, η επί τοις εκατό περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, το ποσοστό χαλικιών, ο βαθμός συμπίεσης και η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτουν προβλεπόμενες τιμές για τις εξής παραμέτρους:

- Σημείο Μόνιμης Μάρανσης
- Υδατοϊκανότητα
- Φαινόμενο Ειδικό Βάρος
- Κορεσμένη Υδραυλική Αγωγιμότητα (ή Βασική Διηθητικότητα)
- Διαθέσιμη Υγρασία ανά βάθος
- Υγρασία % σε διάφορες τάσεις

Το λογισμικό παίρνει τα στοιχεία που αφορούν τη Διαθέσιμη Υγρασία και τη Βασική Διηθητικότητα για κάθε σημείο, μέσα από τη βάση δεδομένων του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών και των αντίστοιχων θεματικών χαρτών. Ένα ξεχωριστό αρχείο παρέχει τα δεδομένα, που αφορούν την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς της περιοχής με τη μέθοδο FAO Penman –Monteith [4], τους φυτικούς συντελεστές, που αντιστοιχούν στις διάφορες καλλιέργειες της περιοχής [5] και τις σχέσεις – συναρτήσεις, που διέπουν την άρδευση των καλλιεργειών [6, 7]. Τέλος αυτό που διαφοροποιείται για κάθε μέθοδο άρδευσης (σταγόνες, καρούλι, ράμπα, μικροεκτοξευτήρες, καταιονισμό, λωρίδες) είναι τα δεδομένα, που εισάγει ο χρήστης (δεδομένα εισόδου) και τα αποτελέσματα – συμβουλές, που δίνει το πρόγραμμα (δεδομένα εξόδου).

2.4. Σχεδιασμός προγράμματος

Για τη δημιουργία του προγράμματος συμβουλευτικής λίπανσης και άρδευσης χρησιμοποιήθηκαν τα εξής εργαλεία:

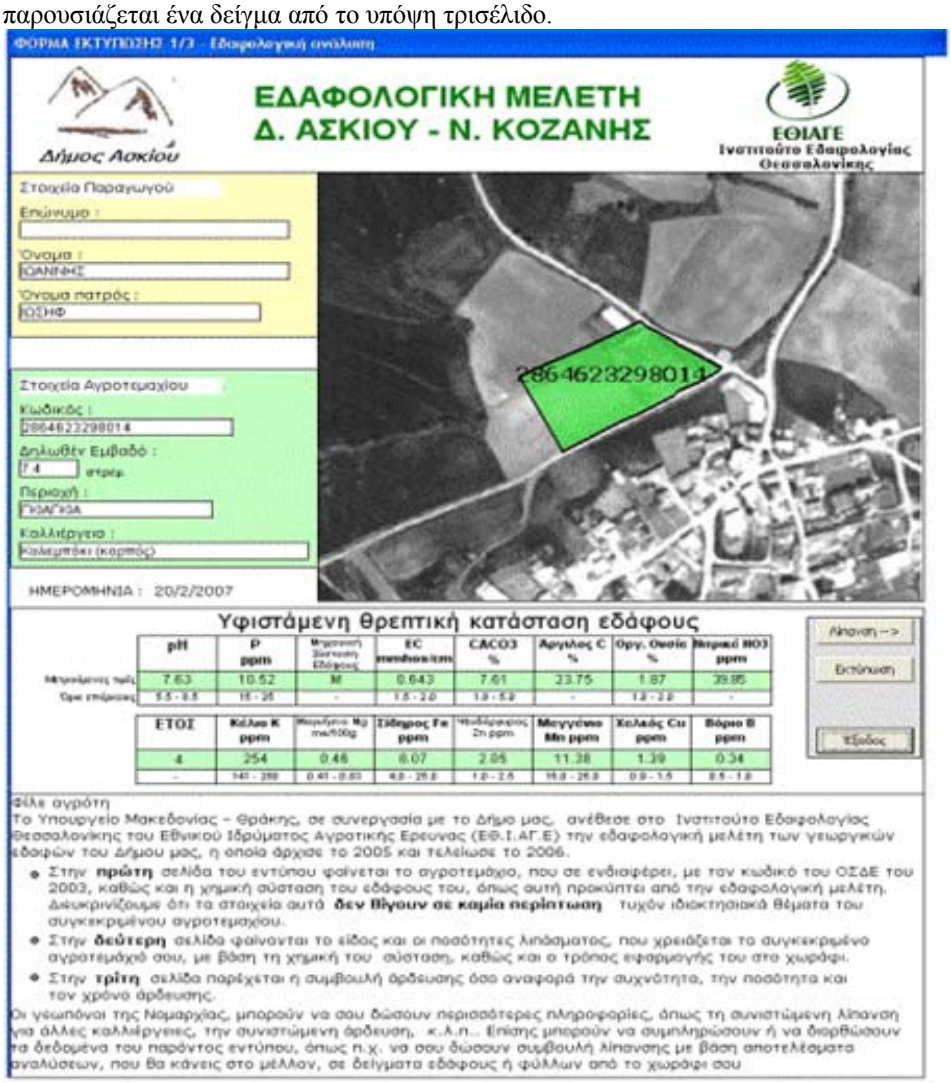
- Map Objects της ESRI
- Γλώσσα προγραμματισμού Microsoft Visual Basic 6
- Εφαρμογή (module) σε Visual Basic for Applications, για τη συνιστώμενη λίπανση και άρδευση

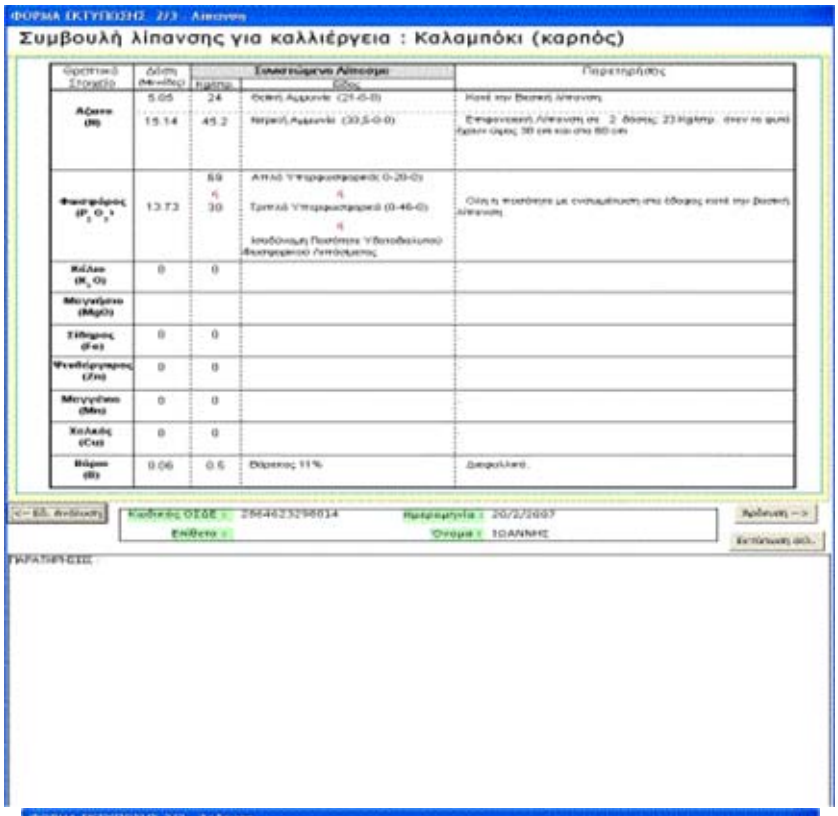
Στο πρόγραμμα εισήχθησαν στη συνέχεια πληροφορίες, όπως ορθοφωτοχάρτες κλίμακας 1:5.000, οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, όπως αυτές προέκυψαν από τη εδαφολογική μελέτη, καθώς και δεδομένα αγροτεμαχίων, καλλιεργειών και παραγωγών από το Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Επιδοτήσεων (ΟΣΔΕ) του 2003. Τα τελευταία δεδομένα και ιδιαίτερα οι χάρτες όλων των αγροτεμαχίων της περιοχής μετατράπηκαν από έντυπη σε ψηφιακή μορφή, δίνοντας τη δυνατότητα στο λογισμικό να εντοπίζει για κάθε αγρότη το αγροτεμάχιο, που τον ενδιαφέρει και να του παρέχει συμβουλές λίπανσης και άρδευσης, ανάλογα με την θρεπτική κατάσταση του εδάφους και την καλλιέργεια.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο χρήστης του παραπάνω λογισμικού της μελέτης μπορεί με εύκολο τρόπο να εντοπίσει ένα αγροτεμάχιο είτε με βάση το επίθετο του παραγωγού είτε με βάση τον 13ψήφιο κωδικό του ΟΣΔΕ , είτε οπτικά από την αεροφωτογραφία της περιοχής.

Στη συνέχεια, με το πάτημα ενός πλήκτρου, μπορεί να έχει στη διάθεσή του και να εκτυπώσει ένα τρισέλιδο. Στην πρώτη σελίδα του εμφανίζεται η αεροφωτογραφία του αγροτεμαχίου με τις πληροφορίες του ΟΣΔΕ (κωδικό, στοιχεία παραγωγού κ.λ.π) και τα αποτελέσματα της φυσικοχημικής ανάλυσης του εδάφους του, όπως αυτά προέκυψαν από την εδαφολογική μελέτη. Στην δεύτερη σελίδα εμφανίζεται η προτεινόμενη ορθολογική λίπανση της καλλιέργειας, που επιθυμεί ο παραγωγός για το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο, ενώ στην τρίτη σελίδα εμφανίζεται η προτεινόμενη άρδευση του αγροτεμαχίου (εύρος άρδευσης, δόση εφαρμογής, διάρκεια άρδευσης). Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα δείγμα από το υπόψη τρισέλιδο.





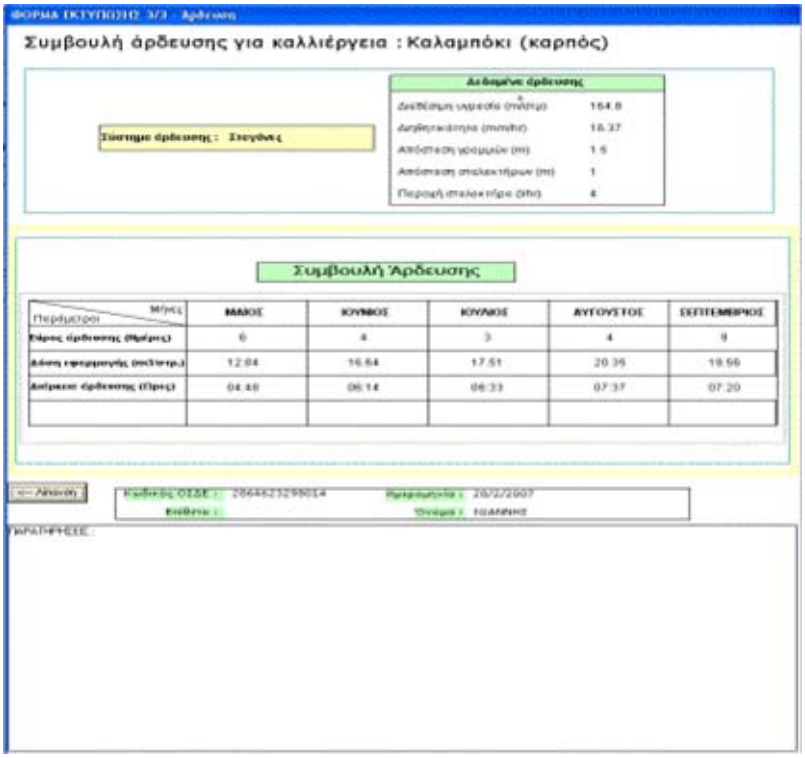
ΦΟΡΜΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ 2/3 - Λίπανση

Συμβουλή λίπανσης για καλλιέργεια : Καλαμπόκι (καρπός)

Θρεπτικό Στοιχείο	Δόση (Μονάδες)	Συνιστώμενο Λίπασμα		Παρατηρήσεις
		Ποσότητα	Είδος	
Άζωτο (N)	5.05	24	Θειική Αμμωνία (21-0-0)	Κατά την Βασική Λίπανση
	15.14	45.2	Νιτρική Αμμωνία (33.5-0-0)	Επιφανειακή Λίπανση σε 2 δόσεις 23 kg/στρ. όταν τα φυτά έχουν ύψος 30 cm και στα 60 cm
Φωσφόρος (P_2O_5)	13.73	69 ή 30	ΑΠΑΟ Υπερφωσφορικό (0-20-0) ή Τριπλό Υπερφωσφορικό (0-46-0) ή Ισοδύναμη Ποσότητα Υδατοδιαλυτού Διαλυμένου Λιπάσματος	Ολόκληρη ποσότητα με ενσωμάτωση στο έδαφος κατά την Βασική Λίπανση
Κάλιο (K_2O)	0	0		
Μαγνήσιο (MgO)				
Σίδηρος (Fe)	0	0		
Ψευδάργυρος (Zn)	0	0		
Μαγγάνιο (Mn)	0	0		
Χαλκός (Cu)	0	0		
Βόριο (B)	0.06	0.6	Βόρικος 11%	Διαφυλλικά

<- Εξ. Ανάλυσης | Κωδικός ΟΣΔΕ : 2844623298014 | Ημερομηνία : 20/2/2007 | Ονομα : ΙΩΑΝΝΗΣ | Ανάλυση -> | Εκτύπωση αναλ.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ



ΦΟΡΜΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ 3/3 - Άρδευση

Συμβουλή άρδευσης για καλλιέργεια : Καλαμπόκι (καρπός)

Σύστημα άρδευσης : Σταγόνες

Δεδομένα άρδευσης	
Διαθέσιμη υγρασία (mm/m)	164.8
Διαθεσιμότητα (mm/hr)	16.37
Απόσταση γραμμών (m)	1.5
Απόσταση σταλακτήρων (m)	1
Παροχή σταλακτήρα (l/hr)	4

Συμβουλή Άρδευσης

Μήνες / Περιόριστοι	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
Πάχος άρδευσης (Ημέρες)	6	4	3	4	9
Δόση εφαρμογής (mm/στρ.)	12.84	16.64	17.51	20.35	19.56
Διάρκεια άρδευσης (Ώρες)	04.40	06.14	06.33	07.37	07.20

<- Αλλαγή | Κωδικός ΟΣΔΕ : 2844623298014 | Ημερομηνία : 20/2/2007 | Ονομα : ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Ήδη οι γεωπόνοι των παραπάνω Δήμων, με άμεση επικοινωνία με τους αγρότες τους, εφαρμόζουν με επιτυχία στην πράξη τη δυνατότητα αυτή των σύγχρονων εδαφολογικών μελετών των περιοχών τους.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος επικαιροποίησης των υπόψη εδαφολογικών μελετών, θα μπορεί μελλοντικά να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

- Δυνατότητα να ενημερώνεται on line η βάση δεδομένων με νέα δεδομένα από αποτελέσματα νέων (πέρα της αρχικής μελέτης) εδαφοαναλύσεων, που θα διενεργούν είτε οι μεμονωμένοι αγρότες είτε οι φορείς τους (συνεταιρισμοί, τοπική αυτοδιοίκηση κ.λ.π).
- Δυνατότητα εύκολης αλλαγής των ορίων των αγροτεμαχίων της αρχικής βάσης δεδομένων του ΟΣΔΕ, με βάση νέα όρια, που θα προκύπτουν στο μέλλον, λόγω αλλαγής στο ιδιοκτησιακό καθεστώς, κ.λ.π..
- Δυνατότητα έκδοσης επικαιροποιημένων θεματικών χαρτών και αντίστοιχων οδηγιών ορθολογικής λίπανσης ανά χρονικά διαστήματα 4-5 ετών, που θα βασίζονται στα παραπάνω νέα στοιχεία της βάσης δεδομένων.

Οι παραπάνω δυνατότητες του τελικού λογισμικού, που είναι ακόμη σε επίπεδο μελέτης και σχετικών δοκιμών από το Ινστιτούτο Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης , θα έχουν σαν αποτέλεσμα την εξέλιξη των εδαφολογικών μελετών σε ένα δυναμικό εργαλείο, που θα παρακολουθεί συνεχώς τα νέα δεδομένα των εδαφοαναλύσεων, που θα γίνονται μετά το συμβατικό χρόνο λήξης της αρχικής μελέτης. Μελλοντική επιδίωξη είναι η δημιουργία μιας διαδικτυακής πλατφόρμας αποθήκευσης, διαχείρισης και αξιοποίησης δεδομένων που σχετίζονται με τον αγροτικό τομέα και θα καλύπτει όλο το φάσμα των διαφορετικών παραμέτρων που αφορούν τα αγροτεμάχια (έδαφος, λίπανση, άρδευση, παθογένεια κλπ), τις καλλιέργειες (είδος, ποσότητα, κλπ) και τους ίδιους τους παραγωγούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κουκουλάκης Π.Χ., Παπαδόπουλος Α.Η., 2001. *Η Ερμηνεία της Ανάλυσης του Εδάφους*. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα 2001.
2. Saxton K.E., Rawls W.J., 2004. Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. *Soil Science Society of America. Annual Conference Seattle*, WA, Oct. 30 – Nov. 4 2004.
3. Saxton K.E., Rawls W.J., Romberger J.S., Papendick R.I., 1986. Estimating generalized soil water characteristics from texture. *Trans. Am. Soc. Agri. Eng*. 50(4): 1031-1035
4. Γεωργίου Π., Παπαμιχαήλ Δ. και Παπαζαφειρίου Ζ., 2000. Συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων Penman και Penman-Monteith με τη βοήθεια εκτιμήσεων εξατμισοδιαπνοής αναφοράς στην Ελλάδα. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου συνεδρίου Μετεωρολογίας –Κλιματολογίας – Φυσικής της Ατμόσφαιρας*, Θεσαλονίκη 2000
5. Παπαμιχαήλ Δ., Γεωργίου Π., 2004. Εκτίμηση εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και φυτικών συντελεστών για την περιοχή της Κοζάνης. Εργαστήριο Γενικής & Γεωργικής Υδραυλικής και Βελτιώσεων, Γεωπονική Σχολή, Α.Π.Θ, (προφορική επικοινωνία)
6. Παπαζαφειρίου Ζ., Παπαμιχαήλ Δ., 1996. Συστήματα Αρδεύσεων. *Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*.
7. Παπαζαφειρίου Ζ., Τερζίδης Γ., 1997. *Γεωργική Υδραυλική*. Εκδόσεις Ζήτη.

(117)

ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ Cd ΚΑΙ Cr ΣΕ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΕΔΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

Ε. Ε. Γκόλια , Α. Δημήρκου, Στ. Α. Φλωράς, Κ. Παπαδήμας, Γ. Σκαμαγκούλης και Ι. Κ. Μήτσιος†
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστ., Τμ. Γεωπονίας Φ. Π. & Α. Π., Οδός Φυτόκου, 38446, Ν. Ιωνία Μαγνησίας, egol@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε γεωργικά εδάφη της περιοχής Αλμυρού του Ν. Μαγνησίας πραγματοποιήθηκε έρευνα με σκοπό την καταγραφή και την παρακολούθηση κατά τη διάρκεια του έτους της ολικής και διαθέσιμης συγκέντρωσης του καδμίου και του χρωμίου. Οι ολικές συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών ήταν ιδιαίτερα υψηλές λόγω της χρήσης φωσφορικών λιπασμάτων, αλλά και λόγω των υψηλών ποσοστών ρύπων από τις βιομηχανικές μονάδες της περιοχής. Για κάθε ένα από τα παραπάνω στοιχεία δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες με χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ArcGIS v.9.1). Χρησιμοποιήθηκαν γεωστατιστικά μοντέλα απεικόνισης της ρύπανσης καθώς και της χωρο-χρονικής μεταβολής των ρύπων. Οι θεματικοί χάρτες αναμένεται να αποτελέσουν ένα πολύτιμο εργαλείο, το οποίο συνεχώς μπορεί να ανανεώνεται και να δίνει πληροφορίες για το βαθμό ρύπανσης της περιοχή μελέτης.

SEASONAL AND SPATIAL VARIABILITY OF Cd AND Cr IN AGRICULTURAL SOILS OF ALMYROS AREA

E. E. Golia , A. Dimirkou, St. A. Floras, K. Papadimas, G. Skamagkoulis and I.K. Mitsios†
[1] University of ThessalyFytokou Str, 38446, N. Ionia Magnesias, , egol@uth.gr

ABSTRACT

Soil samples were monitored in October 2005, March and September 2006, at the same sampling sites, in an intensively cultivated area in Central Greece. Cadmium and Chromium concentration (total and DTPA extractable) was high in the sites where phosphate fertilizers had been intensively used for the crops and also where industrial activities were rather high. Thematic maps were constructed by using the (ArcGIS v.9.1), while the extension Geostatistical Analyst was used for the geostatistical analysis of the data. The thematic maps are expected to constitute an important tool for further research, because they give the opportunity of continuing renewal of database and verification or even correction of estimation of environmental contamination.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ρύπανση των εδαφών από βαρέα μέταλλα, είναι τις τελευταίες δεκαετίες στο κέντρο του επιστημονικού ενδιαφέροντος [1, 2]. Μεγάλες ποσότητες μετάλλων προστίθενται στα εδάφη τόσο από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όσο και από ενδογενείς παράγοντες, όπως για παράδειγμα είναι η γεωχημική προέλευση αυτών. Σε γεωργικά εδάφη η εκτεταμένη χρήση φωσφορικών και υπερφωσφορικών λιπασμάτων είναι η κύρια παράμετρος η οποία καθορίζει τις ποσότητες του καδμίου που εισέρχονται στα εδάφη, καθώς είναι γνωστό ότι οι πρώτες ύλες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των λιπασμάτων περιέχουν κάδμιο ως πρόσμιξη [3, 4].

Παράλληλα στην περιοχή μελέτης (περιοχή Αλμυρού νομού Μαγνησίας) τα τελευταία χρόνια, παρατηρήθηκε μια έντονη βιομηχανική δραστηριότητα από εργοστάσιο επεξεργασίας σιδηροκραμάτων [5]. Δειγματοληπτικοί έλεγχοι στην περιοχή οδήγησαν σε ανησυχητικά αποτελέσματα καθώς οι συγκεντρώσεις καδμίου και χρωμίου σε πολλές περιπτώσεις ήταν υψηλότερες από τις συνήθεις για την περιοχή της Θεσσαλίας [6]. Η παρούσα μελέτη έγινε με σκοπό να γίνει διερεύνηση των επιπέδων καδμίου και χρωμίου στην περιοχή του Αλμυρού και να βρεθούν οι χρονικές αλλά και χωρικές διακυμάνσεις των επιπέδων των μετάλλων αυτών. Για την απεικόνιση της ρύπανσης στην περιοχή κατασκευάστηκαν θεματικού χάρτες με χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να ανανεώνονται συνεχώς και να παρέχουν πληροφορίες πρόβλεψης των επιπέδων (ολικών και διαθεσίμων) των μεταλλικών στοιχείων.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η περιοχή μελέτης είναι η περιοχή του Αλμυρού του νομού Μηγνησίας. Περιλαμβάνει μια έκταση 13400 στρεμμάτων και περιέχει την περιοχή της πόλης του Αλμυρού, της Ευξεινούπολης και της Σούρπης. Κατά τον Οκτώβριο του 2005, το Μάρτιο του 2006 και το Σεπτέμβριο του 2006 συνελέγησαν 251 επιφανειακά (0-30) δείγματα εδάφους. Τα εδαφικά δείγματα αεροξηράνθηκαν, λειοτριβήθηκαν και διήλθαν από κόσκινο (2mm). Ακολούθησαν οι εξής εδαφολογικές αναλύσεις [7]: προσδιορισμός του pH σε αιώρημα εδάφους-νερού με αναλογία 1:1, προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης με τη μέθοδο του Βουγιούκου και της οργανικής ουσίας με την τροποποιημένη μέθοδο των Walkey-Black.

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των μετάλλων που είναι διαθέσιμα στο έδαφος χρησιμοποιήθηκε εκχυλιστικό διάλυμα DTPA [8], ενώ για τον προσδιορισμό της ολικής συγκέντρωσης αυτών πραγματοποιήθηκε εκχύλιση με Aqua Regia μετά από πέψη για 16h μέσα σε ειδική συσκευή του Οίκου Gerhard [9]. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των μετάλλων έγινε στο εκχύλισμα με τη βοήθεια φασματοφωτομέτρου Ατομικής Απορρόφησης Perkin Elmer 3300 [10, 11]. Για τον έλεγχο της ανάκτησης των αναλυτικών μεθόδων χρησιμοποιήθηκε συνθετικό έδαφος BCR (Community Bureau of Reference) (CRM 141R,calcareous loam soil).

Για την κατασκευή των θεματικών χαρτών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS v.9.1 καθώς και οι προεκτάσεις αυτού ArcTools και ArcMap. Ως υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικά φύλλα (1:5.000) της ΓΥΣ, τα οποία ψηφιοποιήθηκαν με χρήση του ARC/INFO (v.9). Όλα τα δεδομένα των αναλύσεων μεταφέρθηκαν στη βάση δεδομένων που κατασκευάστηκε και που ήταν συνδεδεμένη με το χάρτη αναφοράς. Κατόπιν κατασκευάστηκαν θεματικοί χάρτες με χρήση της γεωστατιστικής μεθόδου Ordinary Kriging [6, 12]. Για την εύρεση στατιστικά σημαντικής ή όχι διαφοράς μεταξύ των τιμών των συγκεντρώσεων των μετάλλων μεταξύ των ετών, χρησιμοποιήθηκε το *κριτήριο Student* (Student *t*-test). Οι συγκρίσεις αφορούσαν κάθε

φορά δύο ανεξάρτητα πακέτα δεδομένων *(Comparison of Two Independent Sets of Data)* ή γίνονταν συγκρίσεις ζευγών *(Paired Comparisons*). Για την εύρεση σχέσης μεταξύ των τιμών δύο ή περισσότερων παραμέτρων στα εδαφικά δείγματα, χρησιμοποιήθηκε η *ευθύγραμμη συμμεταβολή (Linear Regression),* καθώς και η *συσχέτιση (Correlation)* σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και 0,05.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον *Πίνακα 1* παρουσιάζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφικών δειγμάτων.

Πίνακας 1. Φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφικών δειγμάτων

	pH (1:1)	**Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu S\ cm^{-1}$)**	**Οργανική Ουσία (%)**	**Άργιλος (%)**
Ελάχιστη τιμή	5,0	123	0,9	13
Μέγιστη τιμή	8,4	3300	5	44
Μέση τιμή	6,3	1560	2,4	22
CV %	17	54	32	18

Στον *Πίνακα 2* παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις του καδμίου και του χρωμίου. Τα σύμβολα τα οποία χρησιμοποιούνται εξηγούνται ως εξής: Με (D) συμβολίζεται η διαθέσιμη συγκέντρωση του μετάλλου, με (A) η διαθέσιμη συγκέντρωση του μετάλλου κατά τους φθινοπωρινούς μήνες (μέσος όρος των δύο ετών), με (B) η διαθέσιμη συγκέντρωση του μετάλλου κατά το μήνα Μάρτιο και με AqRe συμβολίζεται η ολική συγκέντρωση του μετάλλου (μέσος όρος των δύο ετών).

Πίνακας 2. Συγκεντρώσεις καδμίου και χρωμίου

	$Cd_{D(A)}$	**$Cd_{D(B)}$**	**Cd_{AqRe}**	**$Cr_{D(A)}$**	**$Cr_{D(B)}$**	**Cr_{AqRe}**
	mg μετάλλου /kg ξηρού εδάφους					
Ελάχιστη τιμή	0,12	0,1	1	5,1	2,2	5,4
Μέγιστη τιμή	4,8	2,7	12	14,2	7,9	25,8
Μέση τιμή	2,2	1,1	3,3	10,9	4,3	12,3
CV %	19	15	24	17	19	25

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι φανερό ότι κατά τους φθινοπωρινούς μήνες και στα δύο έτη της έρευνας, οι διαθέσιμες συγκεντρώσεις τόσο του καδμίου, όσο και του χρωμίου ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις κατά το μήνα Μάρτιο. Το φαινόμενο αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού, λόγω της έλλειψης νερού, να επήλθε μια συμπύκνωση της συγκέντρωσης των μετάλλων η οποία δεν παρουσιάστηκε κατά το μήνα Μάρτιο, λόγω αραίωσης των ρύπων από το νερό της βροχής κατά τους χειμερινούς μήνες. Αντίθετα οι ολικές συγκεντρώσεις των μετάλλων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών περιόδων δειγματοληψίας, δηλαδή ουσιαστικά για τις ολικές συγκεντρώσεις των μετάλλων δεν παρατηρήθηκαν χρονικές διακυμάνσεις. Οι συγκεντρώσεις του καδμίου σε πολλά δείγματα ήταν μεγαλύτερες από τη μέγιστη επιτρεπτή τιμή των 3 $mgCd\ kg^{-1}$ξηρού εδάφους (ΦΕΚ 641/07.08.1991) που έχει θεσπιστεί για pH εδάφους 6 έως 7.

Στον *Πίνακα 3* παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των συγκεντρώσεων των μετάλλων και των φυσικοχημικών παραμέτρων του εδάφους.

Πίνακας 3. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των συγκεντρώσεων του καδμίου και του χρωμίου και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εδαφικών δειγμάτων.

	pH	**EC**	**Οργανική ουσία**	**Άργιλος**
$Cd_{D(A)}$	-0.678**	0,345	ΜΣ	0,245
$Cd_{D(B)}$	-0.555*	0,456	0,023*	0,246
Cd_{AqRe}	-0.436	0,483*	ΜΣ	0,555*
$Cr_{D(A)}$	-0.567*	0,342	ΜΣ	0,252
$Cr_{D(B)}$	-0.443*	0,255	ΜΣ	0,335
Cr_{AqRe}	-0.378	0,344*	ΜΣ	0,544*

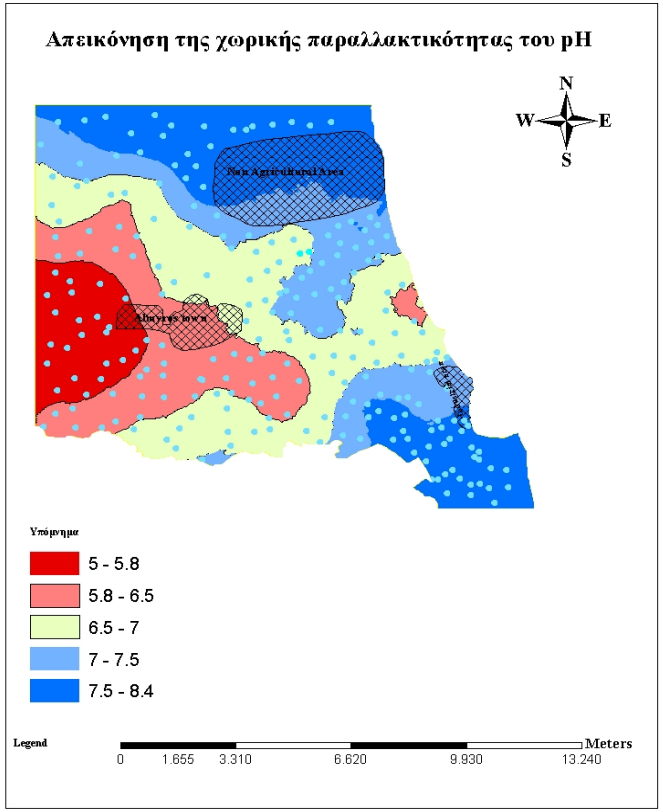
ΜΣ: Μη Σημαντική συσχέτιση. Οι τιμές που ακολουθούνται από * είναι σημαντικές σε επίπεδο 0,01. Οι τιμές που ακολουθούνται από ** είναι σημαντικές σε επίπεδο 0,05

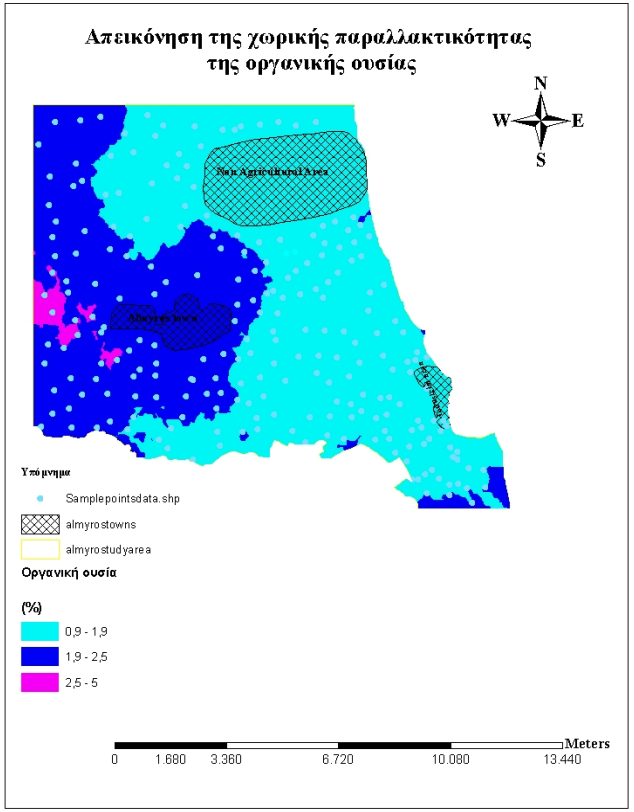
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι μεταξύ των διαθέσιμων συγκεντρώσεων και των δύο στοιχείων και της τιμής του pH του εδάφους υπάρχει αρνητική συσχέτιση, δηλ. μείωση της τιμής του pH οδηγεί σε αύξηση της διαθεσιμότητας των μετάλλων. Η ολική συγκέντρωση των μετάλλων παρουσιάζεται να επηρεάζεται από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους και από την περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο. Αυτό είναι γενικά αποδεκτό και από άλλους ερευνητές [1, 3]. Στο *χάρτη 1* που ακολουθεί παρουσιάζεται η χωρική παραλλακτικότητα της τιμής του pH στην περιοχή μελέτης. Όξινα εδάφη παρουσιάζονται στη δυτική πλευρά, κοντά στην περιοχή της Ευξεινούπολης, όπου τα εδάφη έχουν μια μικρή κλίση και είναι ελαφρώς διαβρωμένα.

Μεγαλύτερες τιμές pH παρουσιάζονται προς τη βόρεια και ανατολική πλευρά του χάρτη, κυρίως σε εδάφη τα οποία είναι κοντά στη θάλασσα. Στα εδάφη η περιεκτικότητα σε ασβεστόλιθο είναι σημαντική. Παράλληλα οι συγκέντρωση το ανταλλάξιμου και διαλυτού νατρίου είναι αυξημένη. Από τον υπολογισμό των τιμών του δείκτη ESP και SAR των εδαφών αυτών, προκύπτει τι υπάρχει σημαντικός κίνδυνος νατρίωσης και υποβάθμισης στην περιοχή και επομένως πρέπει να υπάρξει μια ορθολογική χρήση των λιπασμάτων [5].

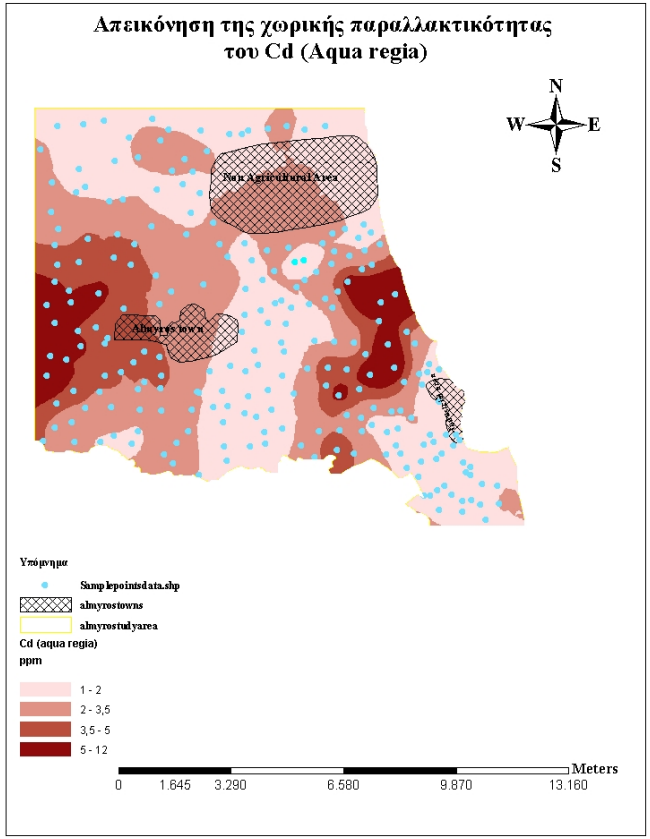
Στο *χάρτη 2* παρουσιάζεται η χωρική παραλλακτικότητα του ποσοστού της οργανικής ουσίας. Σε όλη την περιοχή μελέτης η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία είναι χαμηλή, με εξαίρεση μικρή περιοχή στη δυτική πλευρά όπου υπήρξαν μεμονωμένες προσθήκες οργανικής ουσίας σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών [5].

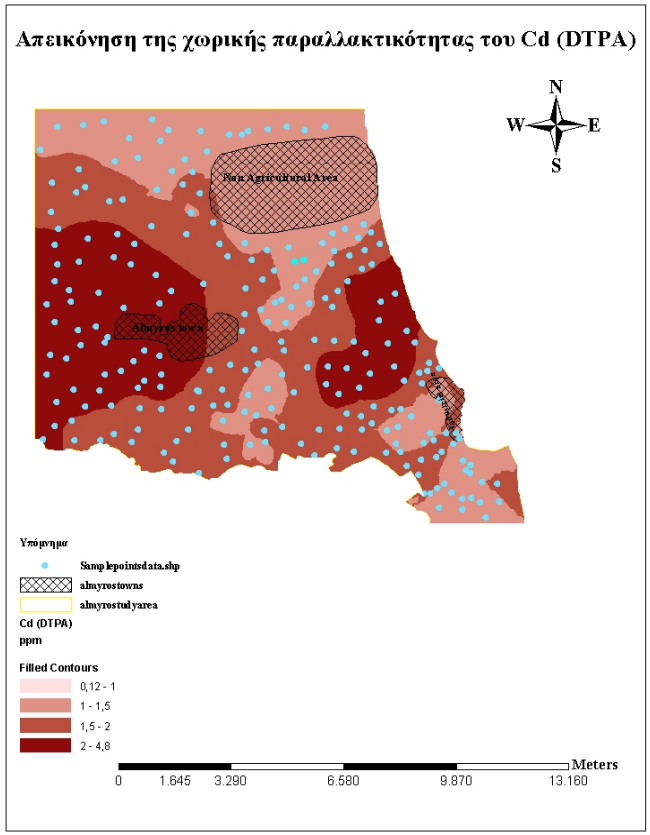
Στους *χάρτες 3* και *5* παρουσιάζονται η χωρική παραλλακτικότητα της διαθέσιμη συγκέντρωση του καδμίου και του χρωμίου, αντίστοιχα. Η διαθέσιμη συγκέντρωση αναφέρεται στους φθινοπωρινούς μήνες (μέσος όρος των δύο ετών), καθώς στους μήνες αυτούς έχουμε στις μέγιστες συγκεντρώσεις. Στους *χάρτες 4* και *6* παρουσιάζεται η χωρική παραλλακτικότητα της ολικής συγκέντρωσης του καδμίου και του χρωμίου, αντίστοιχα. Οι διαθέσιμες συγκεντρώσεις τόσο του καδμίου, όσο και του χρωμίου παρουσίασαν αύξηση σε περιοχές όπου η τιμή του pH των εδαφών είναι χαμηλή. Είναι γνωστό ότι το εδαφικό pH είναι η βασικότερη παράμετρος που καθορίζει τη διαθεσιμότητα των μεταλλικών στοιχείων προς τα φυτά [1,2]. Παρατηρώντας τους *χάρτες 3* έως και *6* είναι φανερό ότι υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ διαθέσιμης και ολικής συγκέντρωσης για κάθε μέταλλο, καθώς στις ίδιες περίπου περιοχές παρατηρούνται υψηλές διαθέσιμες και ολικές συγκεντρώσεις Cd και Cr [12].



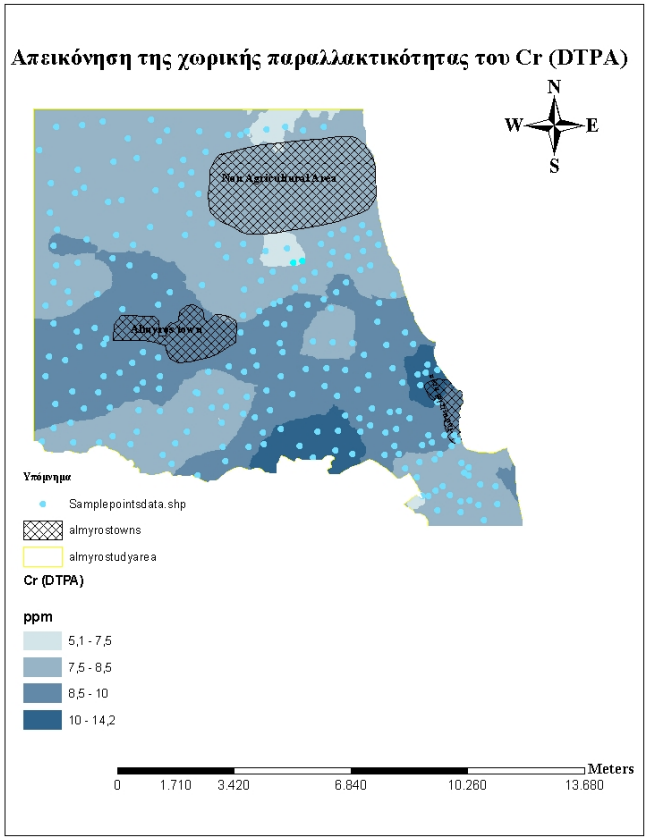


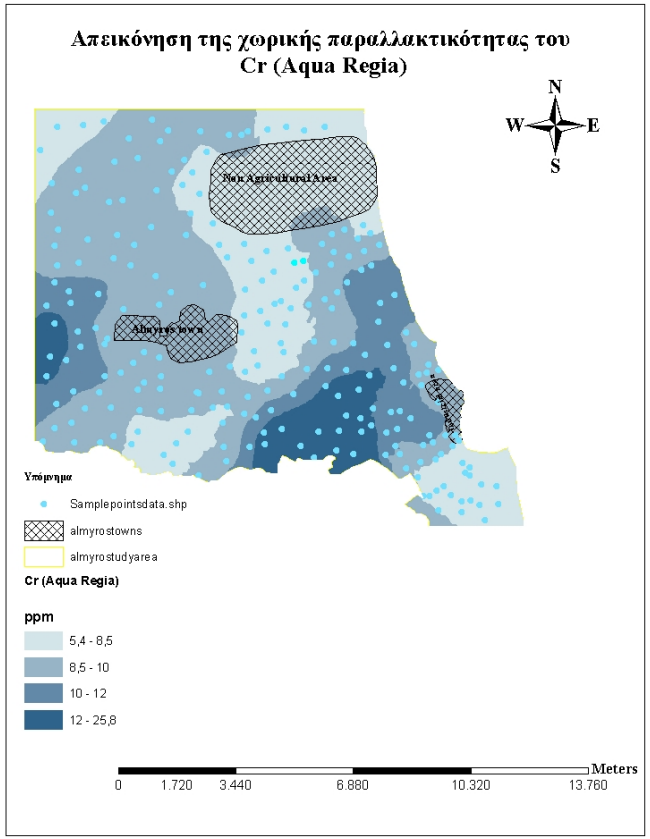
Χάρτης 1: Χάρτης πρόβλεψης pH Χάρτης 2: Χάρτης πρόβλεψης οργανικής ουσίας





Χάρτης 4: Χάρτης πρόβλεψης Cd (Aqua regia) Χάρτης 3: Χάρτης πρόβλεψης Cd (DTPA)





Χάρτης 5 :Χάρτης πρόβλεψης Cr (DTPA) Χάρτης 6: Χάρτης πρόβλεψης Cr (Aqua regia)

Υψηλές τιμές διαθέσιμης και ολικής συγκέντρωσης καδμίου παρατηρήθηκαν και στην ανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης, όπου γίνεται εντατικά χρήση υπερφωσφορικών λιπασμάτων σε καλλιέργειες κυρίως καπνού της περιοχής [5]. Η ολική συγκέντρωση του χρωμίου είναι ιδιαίτερα υψηλή στη νότια περιοχή της μελέτης, πολύ κοντά σε εργοστάσιο επεξεργασίας σιδηροκραμάτων. Επειδή οι τιμές του ολικού χρωμίου είναι ιδιαίτερα υψηλές είναι αναγκαίο να γίνονται συχνά μετρήσεις, τόσο σε εδαφικά δείγματα όσο και σε δείγματα νερού, αλλά και εδώδιμων προϊόντων, έτσι ώστε οι κάτοικοι της περιοχής να είναι ενήμεροι για τους κινδύνους που ενδεχομένως να τους απειλούν.

Οι θεματικοί χάρτες, με τη δυνατότητα συνεχούς ανανέωσης και βελτίωσης της πρόβλεψης, αναμένεται να αποτελέσουν ένα σημαντικό βοήθημα για το βαθμό ρύπανσης της περιοχής μελέτης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adriano, D. C., 1986. *Trace Elements in the Terrestial Environment*, Springer-Verlag, New York, 199 p.
2. Abollini, O., Aceto, M., Malandrino, M., Mentasti, E., Sarzanini, C. and F. Petrella 2002. Heavy Metals in Agricultural Soils from Piedmont, Italy. Distribution, Speciation and Chemo metric data Treatment. *Chemosphere,* 545-557.
3. Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 1992. *Trace Elements in Soils and Plants*. 2nd Edition, CRC Press, London, 754p.
4. Miner, G.S., Gutierrez, R. and King, L.D. 1997. Soil Factors Affecting Plant Concentrations of Cadmium, Copper, and Zinc on Sludge-Amended Soils. *J. Environ. Qual.* (26): 989-994.
5. Malkakis, K.G., Golia, E.E. Stamatopoulou, I.G., Floras, S.A. and Mitsios, I.K. 2006. Study of spatial variability of available phosphorus (Olsen), boron, nitrates and nitrites in Almyros region (central Greece), using geostatistics. *Proc. of Int. Confer. On: Information Systems in Sustainable Agriculture, Agro environment and Food Technology. Volos, 22-25 September.*
6. Mitsios, I.K., Golia, E.E. and Floras S.A., 2003.Gis-based monitoring heavy metals content in soils of Thessaly area, (central Greece). *Proc. of Int. Congr. For Geographical Information Systems and Remote Sensing: Environmental Applications*, Volos, Creece-7-9 November 2003.
7. Page, A.L., Miller, H.R. and Keeney, R.D. 1982. *Methods of Soil Analysis* Part II-Chemical and Microb. Prop. Second Ed. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science of America,.Inc. Madison, Wisconsin USA. 577p.
8. Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (42), 421-428.
9. ISO Standards Compendium, 1994. *Environment Soil Quality*. Switzerland. (ISO/DIS 11466), p. 111-124.
10. Van Der Lee, J. J., Temminghoff, E., Houba.,V. J. G.,and Novozamsky, 1987 . Background Corrections in the Determination of Cd and Pb by Flame AAS in Plant and Soil Samples with High Fe Levels. *Appl-Spectrosc.* 41(3), 388-390.
11. Welz, B. 1985. Atomic Abs. Spectrometry. Verlag Chemie. Weinheim, 210p.
12. Golia, E.E. and Mitsios, I.K. 2004. Spatial variability of available and total concentration of As and Zn in agricultural soils of Elassona region. *Proc. of 10th National Symposium of Soil Science*, Athens, Greece-September 2004.

(118)

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΜΑΚΡΟ- ΚΑΙ ΜΙΚΡΟ-ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕ ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΝΕΡΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ, ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ.

Α. Δημήρκου, Ε. Ε. Γκόλια , Στ. Α. Φλωράς, Χ. Ηλιόπουλος, Γ. Σκαμαγκούλης και Ι. Κ. Μήτσιος†

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστ., Τμ. Γεωπονίας Φ. Π. & Α. Π., Οδός Φυτόκου, 38446, Ν. Ιωνία Μαγνησίας, egol@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από την περιοχή Αλμυρού του Ν. Μαγνησίας κατά τα έτη 2004 έως 2006 συγκεντρώθηκαν επιφανειακά (0-30cm) εδαφικά δείγματα, καθώς και δείγματα νερού άρδευσης από γεωτρήσεις τις περιοχής. Τόσο στα εδαφικά δείγματα όσο και στα δείγματα του νερού άρδευσης προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις των ιόντων Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Cl^-, $SO_4^=$ καθώς και τα ιχνοστοιχεία B, Cu και Zn. Στα νερά άρδευσης επιπλέον προσδιορίστηκε η τιμή του SAR Ποσοστό ίσο με 6% των δειγμάτων του νερού άρδευσης θεωρούνται ακατάλληλα καθώς εγκυμονούν κινδύνους νατρίωσης των καλλιεργούμενων εδαφών. Οι συγκεντρώσεις του χαλκού και ψευδαργύρου, αλλά και του βορίου, παρουσιάζουν τιμές της ίδιας τάξης μεγέθους με τιμές που παρουσιάστηκαν σε άλλες καλλιεργούμενες περιοχές της Θεσσαλίας

LEVELS OF NUTRIENTS IN AGRICULTURAL SOILS AND IRRIGATION WATER OF ALMYROS AREA

A. Dimirkou, E. E. Golia , St. A. Floras, Cr. Iliopoulos, G. Skamagkoulis and I.K. Mitsios†

[1] University of ThessalyFytokou Str, 38446, N. Ionia Magnesias, egol@uth.gr

ABSTRACT

Surface soils, as well as, irrigation water samples were monitored through the years 2004 and 2006 in an intensively cultivated area of Central Greece. In soil and water samples the ions Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Cl^-, $SO_4^=$ and the elements B, Cu and Zn were measured. The SAR value was also determined in the irrigation water samples.65% of the water samples were considered not to be proper for irrigation because the can lead to the salination of the soils. Cu, Zn and B concentrations were similar than the concentrations reported in Thessaly region, in previous studies.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην περιοχή του Αλμυρού Βόλου πραγματοποιήθηκε έρευνα με σκοπό την καταγραφή των επιπέδων των στοιχείων B, Cu, Zn, P, Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Cl^-, $SO_4^=$ σε δείγματα εδάφους καθώς και νερού άρδευσης. Η περιοχή μελέτης καλλιεργείται εντατικά για πολλά χρόνια και η χρήση αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων γίνεται σε τέτοιες ποσότητες που προκαλούν ανησυχία για πιθανή υποβάθμιση των εδαφών της περιοχής, αλλά και ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα [1, 2]. Στην περιοχή συχνή είναι και η χρήση χαλκούχων σκευασμάτων, αλλά και η χρήση βόρακα σε καλλιέργεια ελιάς. Παράλληλα, στο νότιο μέρος της περιοχής μελέτης υπάρχει έντονη βιομηχανική δραστηριότητα από εργοστάσιο επεξεργασίας σιδηροκραμάτων. Τέλος στο νοτιοανατολικό μέρος της περιοχής υπάρχει η επαφή με τον Παγασητικό κόλπο και τα εδάφη είναι γνωστό ότι λόγω της υψηλής τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αλλά και των υψηλών συγκεντρώσεων νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου υπάρχει κίνδυνος να υποστούν αλάτωση ή και νατρίωση και να υποβαθμιστούν [3, 4]. Για την απεικόνιση της ρύπανσης στην περιοχή μελέτης κατασκευάστηκαν θεματικού χάρτες με χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, οι οποίοι παρέχουν πληροφορίες πρόβλεψης των επιπέδων των στοιχείων που μελετήθηκαν [5, 6] .

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η περιοχή μελέτης είναι η περιοχή του Αλμυρού του νομού Μηγνησίας. Περιλαμβάνει μια έκταση 13400 στρεμμάτων και περιέχει την περιοχή της πόλης του Αλμυρού, της Ευξεινούπολης και της Σούρπης. Κατά τα έτη 2004 έως και 2006 συνελέγησαν 251 επιφανειακά (0-30) δείγματα εδάφους, για κάθε έτος. Τα εδαφικά δείγματα αεροξηράνθηκαν, λειοτριβήθηκαν και διήλθαν από κόσκινο (2mm). Ακολούθησαν οι εξής εδαφολογικές αναλύσεις [7]: προσδιορισμός του pH και της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) σε αιώρημα εδάφους-νερού με αναλογία 1:1, προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης με τη μέθοδο του Βουγιούκου και της οργανικής ουσίας με την τροποποιημένη μέθοδο των Walkey-Black. Η συγκέντρωση του φωσφόρου προσδιορίστηκε με τη μέθοδο OLSEN. Οι υδατοδιαλυτές συγκεντρώσεις των ανιόντων (Cl^-, $SO_4^=$) προσδιορίστηκαν με τη χρήση ιοντικού χρωματογράφου Methrohm 1200E. Για τον προσδιορισμό των ανταλλάξιμων συγκεντρώσεων όλων των κατιόντων πραγματοποιήθηκε εκχύλιση με διάλυμα CH_3COONH_4 (pH=7) και μέτρηση των Na^+, K^+ με τη χρήση φλογοτοφωτομέτρου Sherwood 100, ενώ τα Ca^{++}, Mg^{++} προσδιορίστηκαν με τη χρήση φασματοφωτομέτρου Ατομικής Απορρόφησης Perkin Elmer 3300. Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των μετάλλων που είναι διαθέσιμα στο έδαφος χρησιμοποιήθηκε εκχυλιστικό διάλυμα DTPA [8]. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των μετάλλων έγινε στο εκχύλισμα με τη βοήθεια Ατομικής Απορρόφησης [9]. Η συγκέντρωση του βορίου προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της αζωμεθίνης.

100 δείγματα νερού άρδευσης, για κάθε έτος, συγκεντρώθηκαν από γεωτρήσεις της περιοχής μελέτης. Η τιμή του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας προσδιορίστηκαν στο πεδίο δειγματοληψίας με φορητά όργανα του οίκου Methrohm. Τα υπόλοιπα στοιχεία προσδιορίστηκαν με τις ανάλογες μεθόδους όπως και στα δείγματα εδάφους.

Για την κατασκευή των θεματικών χαρτών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS v.9.1 καθώς και οι προεκτάσεις αυτού ArcTools και ArcMap. Ως υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικά φύλλα (1:5.000) της ΓΥΣ, τα οποία ψηφιοποιήθηκαν με χρήση του ARC/INFO (v.9). Όλα τα δεδομένα των αναλύσεων μεταφέρθηκαν στη βάση δεδομένων που κατασκευάστηκε και που ήταν συνδεδεμένη με το χάρτη αναφοράς. Κατόπιν κατασκευάστηκαν θεματικοί χάρτες με χρήση της γεωστατιστικής

μεθόδου Ordinary Kriging [6]. Οι θεματικοί χάρτες χρησιμοποιήθηκαν για την απεικόνιση της ρύπανσης στην περιοχή μελέτης και τα σημεία δειγματοληψίας αφορούσαν τις αντίστοιχες τομές των εδαφικών δειγμάτων. Για την εύρεση στατιστικά σημαντικής ή όχι διαφοράς μεταξύ των τιμών των συγκεντρώσεων των μετάλλων μεταξύ των ετών, χρησιμοποιήθηκε το *κριτήριο Student* (Student *t*-test). Οι συγκρίσεις αφορούσαν κάθε φορά δύο ανεξάρτητα πακέτα δεδομένων *(Comparison of Two Independent Sets of Data)* ή γίνονταν συγκρίσεις ζευγών *(Paired Comparisons*).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον *Πίνακα 1* παρουσιάζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφικών δειγμάτων. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι ο μέσος όρος των τριών ετών.

Σε όλη την περιοχή μελέτης το ποσοστό της οργανικής ουσίας ήταν χαμηλό με εξαίρεση 6 δείγματα εδάφους στα οποία το ποσοστό της οργανικής ουσίας έφτασε στην τιμή του 5%.

Πίνακας 1. Φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφικών δειγμάτων

	pH (1:1)	**Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu S\ cm^{-1}$)**	**Οργανική ουσία (%)**	**Άργιλος (%)**
Ελάχιστη τιμή	5,0	123	0,9	13
Μέγιστη τιμή	8,4	3000	5	44
Μέση τιμή	6,3	1560	2,4	22
CV %	17	54	32	18

Στον *Πίνακα 2* παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των στοιχείων που προσδιορίστηκαν στα εδαφικά δείγματα κατά τη διάρκεια των ετών της μελέτης. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι ο μέσος όρος των τριών ετών, καθώς μεταξύ των αποτελεσμάτων δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 2. Συγκεντρώσεις στοιχείων στα εδαφικά δείγματα

	B	**Cu**	**Zn**	**P**	**Na^+**	**K^+**	**Ca^{++}**	**Mg^{++}**	**Cl^-**	**$SO_4^=$**
	mg στοιχείου /kg ξηρού εδάφους									
Ελάχιστη τιμή	0,1	0,1	0,1	0,5	80	32	45	23	35	24
Μέγιστη τιμή	1,1	5,2	2,7	85	600	456	444	321	366	255
Μέση τιμή	0,5	2,2	1,9	55	455	234	322	222	234	102
CV %	25	29	17	33	54	66	56	45	39	28

Τα εδαφικά δείγματα παρουσιάστηκαν εφοδιασμένα με αφομοιώσιμο φώσφορο, αλλά και με ανταλλάξιμο κάλιο. Οι τιμές των διαθέσιμων συγκεντρώσεων του χαλκού και του ψευδαργύρου, αλλά και του βορίου, παρουσίασαν τιμές ανάλογες που αναφέρονται σε άλλες επιστημονικές εργασίες [10, 11]. Στον *Πίνακα 3* παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των στοιχείων που προσδιορίστηκαν στα δείγματα νερού άρδευσης. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται, όπως και στην περίπτωση των δειγμάτων εδάφους, είναι ο μέσος όρος των τριών ετών, καθώς μεταξύ των αποτελεσμάτων δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3. Συγκεντρώσεις στοιχείων στα δείγματα νερού άρδευσης

	pH	**EC**	**B**	**Cu**	**Zn**	**P**	**K^+**	**Cl^-**	**$SO_4^=$**
		μS cm^{-1}				mg στοιχείου /L			
Ελάχιστη τιμή	6,5	204	0,1	0,1	0,1	0,5	32	35	24
Μέγιστη τιμή	7,5	4000	1,1	5,2	2,7	85	456	366	255
Μέση τιμή	7	1244	0,5	2,2	1,9	55	234	234	102
CV %	14	34	25	29	17	33	66	39	28
Μέγιστες επιτρεπτές τιμές	<9,5	2500	1	2	1	5	12	250	250

Στην τελευταία σειρά του *Πίνακα 3* παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπτές τιμές των αντίστοιχων στοιχείων (ΦΕΚ 892/11-7-2001). Από τη σύγκριση των τιμών που προσδιορίστηκαν σε σχέση με τις αντίστοιχες μέγιστες επιτρεπτές, προκύπτει ότι οι μέσες συγκεντρώσεις των στοιχείων δεν ξεπέρασαν τις μέγιστες επιτρεπτές.

Οι συγκεντρώσεις του χαλκού και ψευδαργύρου, αλλά και του βορίου παρουσιάζουν τιμές της ίδιας τάξης μεγέθους με τιμές που παρουσιάστηκαν σε άλλες καλλιεργούμενες περιοχές της Θεσσαλίας [10, 11]. Οι τιμές των συγκεντρώσεων των ιόντων νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου, χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να προσδιοριστεί η τιμή του SAR (Sodium Adsorption Ratio). Στον *Πίνακα 4* παρουσιάζεται κατάταξη των δειγμάτων του νερού άρδευσης με βάση την τιμή του SAR.

Πίνακας 4. Τιμές SAR στα δείγματα νερού άρδευσης

Τιμή SAR	**Κίνδυνος πρόκλησης νατρίωσης εδαφών**	**Ποσοστό των νερών άρδευσης**
<3	δεν προκαλούν κανένα κίνδυνο νατρίου στο έδαφος	35, 5%
3-6	προκαλούν μικρό κίνδυνο νατρίου στο έδαφος	15,5%
6-12	προκαλούν μεγάλο κίνδυνο νατρίου στο έδαφος	25,5%
12-20	προκαλούν πολύ μεγάλο κίνδυνο νατρίου στο έδαφος	17,5%
20	ακατάλληλα για άρδευση	6%

Από τη μελέτη του Πίνακα 4 προκύπτει ότι ένα μεγάλο ποσοστό των νερών άρδευσης (35, 5%) δεν εγκυμονεί κανένα κίνδυνο νατρίωσης των εδαφών στα οποία χρησιμοποιείται για άρδευση. Αντίθετα ένα ποσοστό ίσο με 6 % των δειγμάτων νερού άρδευσης κάθε έτους θεωρείται ακατάλληλο για άρδευση, καθώς ενδέχεται να προκαλέσει προβλήματα νατρίωσης στα εδάφη τα οποία αρδεύονται. Τα δείγματα τα οποία παρουσίασαν υψηλές τιμές SAR και στα τρία έτη της μελέτης βρίσκονται κοντά στη θάλασσα και συγκεκριμένα στον όρμο της Σούρπης. Ιδιαίτερη μέριμνα και συνεχείς μετρήσεις είναι αναγκαίο να γίνονται στη συγκεκριμένη περιοχή προκειμένου να αποφευχθούν κίνδυνοι υποβάθμισης των εδαφών.

Με βάση τις χημικές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων κατασκευάστηκαν θεματικοί χάρτες στους οποίους απεικονίζονται τα επίπεδα των στοιχείων (μέσοι όροι των τριών ετών της μελέτης) και οι οποίο παρέχουν μια δυνατότητα πρόβλεψης της χωρικής μεταβλητότητας των επιπέδων σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης. Για την κατασκευή των χαρτών χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι Γεωστατιστικής Ανάλυσης, οι

παράμετροι καθώς και τα μαθηματικά κριτήρια, όπως αυτά αναφέρονται στον *Πίνακα 5* που ακολουθεί:

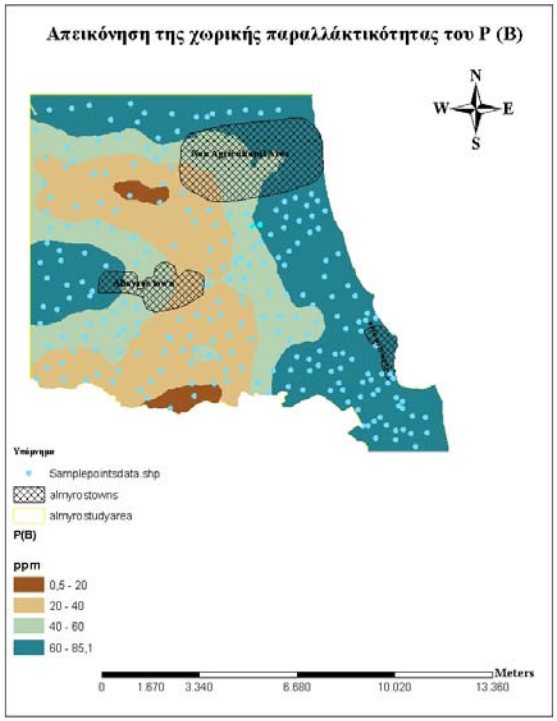
Πίνακας 5: Μέθοδοι Γεωστατιστικής Ανάλυσης, παράμετροι και μαθηματικά κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή των θεματικών χαρτών

	Χάρτης 1	**Χάρτης 2**	**Χάρτης 3**	**Χάρτης 4**
Γεωστατιστική Μέθοδος	Ordinary kriging	Ordinary kriging	Ordinary kriging	Ordinary kriging
Προσαρμογή	Λογαρίθμου	Καμία	Λογαρίθμου	Καμία
Πρότυπο	Σφαιρικό	Σφαιρικό	Κυκλικό	Σφαιρικό
Ανισοτροπία	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Αριθμός Nugget	0,2443	0,5298	0,028	0,6970
M.P.E.(1)	-0,0089	0,0022	-0,0052	0,0031
R.M.S.(2)	0,5577	0,5698	0,6598	0,7228
R.M.S.Sd.(3)	1,029	1,008	1,105	1,010
$\mathbf{R^2}$	0,659	0,758	0, 589	0,779

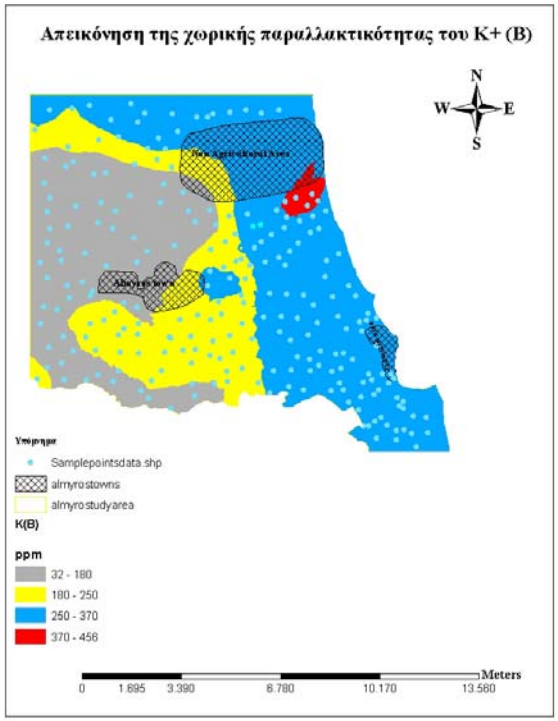
(1) Mean Prediction error, (2) Root-Mean-Square, (3) Root-Mean-Square-Standardized

Από τη μελέτη του *Χάρτη 1* προκύπτει ότι ποσοστό ίσο με 24,5% των εδαφικών δειγμάτων παρουσίασε συγκέντρωση αφομοιώσιμου φωσφόρου μεγαλύτερη από 50 mg P/kg ξηρού εδάφους. Τα εδάφη αυτά είναι πλήρως εφοδιασμένα με φώσφορο και πριν οι αγρότες συνεχίσουν τη χρήση φωσφορικών λιπασμάτων θα πρέπει να προβούν σε εδαφολογικές αναλύσεις ή ακόμη καλύτερα σε φυλλοδιαγνωστική, προκειμένου να χρησιμοποιήσουν μόνο τις αναγκαίες για τις καλλιέργειές τους ποσότητες λιπασμάτων.

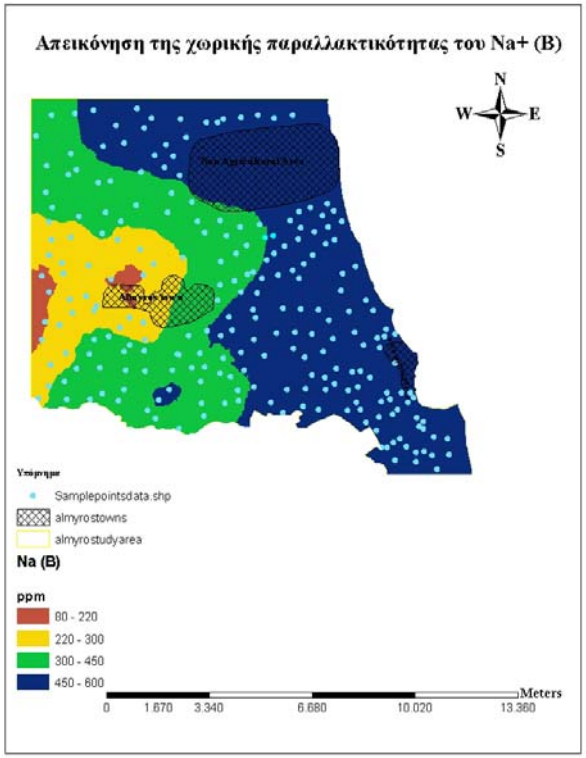
Αντίστοιχα, από τη μελέτη του *Χάρτη 2* προκύπτει ότι ποσοστό ίσο με 33,5% των εδαφικών δειγμάτων παρουσίασε συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου μεγαλύτερη από 250 mg K/kg ξηρού εδάφους, ενώ 8,9% των εδαφικών δειγμάτων παρουσίασε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 370 mg K/kg ξηρού εδάφους . Τα εδάφη αυτά είναι πλήρως εφοδιασμένα με κάλιο, το οποίο ικανοποιεί το σύνολο των αναγκών των καλλιεργειών της περιοχής. Στους Χάρτες 3 και 4 γίνεται μια συγκριτική αντιπαράθεση της συγκέντρωσης του ανταλλάξιμου νατρίου της περιοχής μελέτης και της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των εδαφικών δειγμάτων (μέσοι όροι των αποτελεσμάτων των τριών ετών της μελέτης). Ποσοστό ίσο με 67% των εδαφικών δειγμάτων παρουσιάζει συγκεντρώσεις ανταλλάξιμου νατρίου μεγαλύτερες από 300 mg Na^+/kg ξηρού εδάφους. Στην ίδια ακριβώς περιοχή η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ξεπερνά τα 1000 μS/cm και όσο πλησιάζουμε προς τη θάλασσα η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεγαλώνει μέχρι την τιμή των 3000 μS/cm. Τα δεδομένα αυτά, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των νερών άρδευσης της περιοχής οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει κίνδυνος υποβάθμισης των εδαφών, οπότε είναι απαραίτητο να ληφθεί η απαραίτητη μέριμνα ώστε ο κίνδυνος αυτός να αποφευχθεί ή έστω να ελαττωθεί.



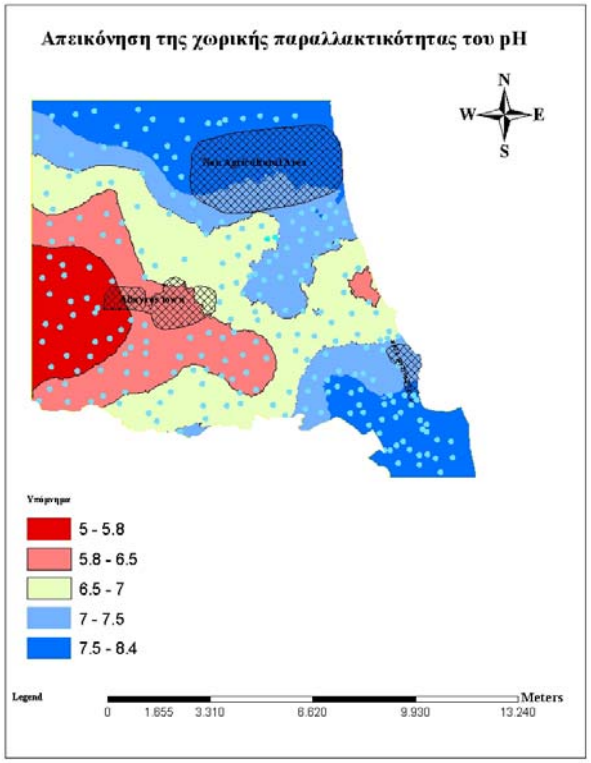
Χάρτης 1: Χάρτης πρόβλεψης P



Χάρτης 2: Χάρτης πρόβλεψης K^+



Χάρτης 3: Χάρτης πρόβλεψης Na^+



Χάρτης 4: Χάρτης πρόβλεψης pH

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Malkakis, K.G., Golia, E.E. Stamatopoulou, I.G., Floras, S.A. and Mitsios, I.K.. 2006. Study of spatial variability of available phosphorus (Olsen), boron, nitrates and nitrites in almyros region (central Greece), using geostatistics. *Proc. of Int. Confer. On: Information Systems in Sustainable Agriculture, Agro environment and Food Technology. Volos, 22-25 September.*
2. Μήτσιος, Ι.Κ., Γκόλια Ε.Ε. και Τάμπαλη, Χρ.Σ. 1999. Ποιοτική Κατάταξη και Διαχείριση των Αρδευτικών Νερών του Νομού Μαγνησίας. *1ο Ειδικό Συνέδριο: Η Ανάπτυξη του Πρωτογενούς Τομέα τον 21ο Αιώνα. Η Συμβολή της Επιστήμης του Μάνατζμεντ.* Ιωάννινα 29-31 Οκτωβρίου. Σελ. 58.
3. Μήτσιος Ι.Κ., 1996. *Αλατούχα και Αλκαλιωμένα (με νάτριο) εδάφη. Ποιοτική κατάταξη των νερών άρδευσης*. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα 1996.
4. Christiansen, J.E.,Olsen, E.G. and Willardson L.S., 1972. Irrigation water quality.J'Irrig. and Drain, *Div. ASCE*, 103,2,155-169.
5. Γκόλια, Ε.Ε. 2006. *Ρύπανση Εδαφών. Βελτίωση και διαχείριση Προβληματικών εδαφών*. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Βόλος. Σελ. 87.
6. Mitsios, I.K., Golia, E.E. and Floras S.A., 2003. Gis-based monitoring heavy metals content in soils of Thessaly area, (central Greece). *Proc. of Int. Congr. for Geographical Information Systems and Remote Sensing: Environmental Applications*, Volos, Creece-7-9 November 2003.
7. Page, A.L., Miller, H.R. and Keeney, R.D. 1982. Methods of Soil Analysis Part II-*Chemical and Microbiological Properties* Second Edition. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science of America,.Inc. Madison, Wisconsin USA. 577p.
8. Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (42), 421-428.
9. Welz, B.1985.*Atomic Absorption Spectrometry*. Verlag Chemie. Weinheim, 210p.
10. Μήτσιος, Ι. Κ. Γκόλια Ε. Ε. και Ρίζου. Ζ., 2000. Επίπεδα Συγκέντρωσης Βορίου σε Εδάφη Καλλιεργούμενα με Καπνό και σε Νερά Άρδευσης της Θεσσαλίας. *2O Ειδικό Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής*. Βόλος, 28-30 Σεπτεμβρίου. Σελ. 263-270.
11. Μήτσιος, Ι.Κ., Γκόλια Ε.Ε. και Χριστοδούλου Ε.Σ., 2000. Προσδιορισμός της Συγκέντρωσης των Βαρέων Μετάλλων σε Εδάφη και Νερά άρδευσης της Περιοχής Θεσσαλίας. *2O Ειδικό Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής*. Βόλος, 28-30 Σεπτεμβρίου. Σελ. 271-280.

(120)

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΜΑΖΑΣ ΡΙΓΑΝΗΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΣΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Ν. Χουλιαράς, Φ. Γραβάνης, Η. Αναστασόπουλος, Ι. Βασιλάκογλου, Ν. Γκουγκουλιάς, Ι. Βαγγέλας, Α. Τσιτσιγιάννης και Ε. Βογιατζή
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, ΤΕΙ Λάρισας, 411 10 Λάρισα, chouliar@teilar.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε πείραμα αγρού μελετήθηκε η ενσωμάτωση φυτικής μάζας 4 γενότυπων ρίγανης και 3 ποικιλιών βασιλικού, σε καλλιέργειες αραβόσιτου και βαμβακιού που σπάρθηκαν μετά την ενσωμάτωση των αρωματικών φυτών. Το πείραμα περιελάμβανε επιπλέον ασκάλιστο και σκαλισμένο μάρτυρα (δίχως ενσωμάτωση φυτικής μάζας). Κατά το τέλος Αυγούστου, από κάθε πειραματικό τεμάχιο ελήφθη εδαφικό δείγμα βάθους 5 cm. Στις επεμβάσεις με εφαρμογές βασιλικού βρέθηκαν μικρότερες περιεκτικότητες σε οργανική ουσία ενώ στα δείγματα από τους ασκάλιστους μάρτυρες, παρατηρήθηκε η μικρότερη ανάπτυξη βακτηρίων.

EFFECTS OF OREGANO AND BASIL RESIDUE INCORPORATION IN SOIL CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES CULTIVATED WITH CORN AND COTTON

N. Chouliaras, F. Gravanis, I. Vasilakoglou, E. Anastassopoulos, N. Gougoulias, I. Vagelas, A. Tsitsigiannis and E. Wogiatzi
Department of Crop Production, TEI of Larissa, 411 10 Larissa, chouliar@teilar.gr

ABSTRACT

Field experiment was conducted to study the effects of residue incorporation of 4 oregano genotypes and 3 sweet basil varieties in soil chemical and biological properties. Both weedy and weed-free controls (plots without residue incorporation) were also included. Soil samples from 5 cm depth were taken on late August and were analyzed. The obtained data showed a lower content in soil organic matter into plots with basil, and a lower development of bacteria colonies into soil samples from no weeding plots.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις σύγχρονες εναλλακτικές μορφές γεωργίας όπως η ολοκληρωμένη διαχείριση γεωργικής παραγωγής και η οικολογική ή βιολογική γεωργία, επιβάλλεται η αντικατάσταση των χημικών παρασκευασμάτων με φυσικά πρόσθετα, κατά την καταπολέμηση των φυτονόσων. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται τα φυτικά αιθέρια έλαια για τα οποία υπάρχουν ήδη δεδομένα για το ρόλο τους ως φυτοπροστατευτικών ουσιών έναντι εδαφογενών παθογόνων [1]. Η εφαρμογή υλικών όπως τα προαναφερθέντα, στο έδαφος επιδρά στη βιολογική δραστηριότητα της μικροχλωρίδας που επηρεάζει με τη σειρά της τη γονιμότητά του. Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στη βιοχημική λειτουργία του εδαφικού συστήματος όταν σ' αυτό εφαρμόζεται οργανικό λίπασμα ή οργανικό εδαφοβελτιωτικό διαφόρων ειδών και προελεύσεων [2], [3], διότι τα οργανικά υλικά καθορίζουν δραστικά τη θρέψη των μικροβίων που επιδρούν στη γονιμότητα του. Σε προηγούμενες εργασίες διαπιστώθηκε η επίδραση της ρίγανης και του βασιλικού στη μικροβιακή χλωρίδα του εδάφους, που καθορίζει την αποδόμηση κομποστοποιημένων οργανικών λιπασμάτων [4], [5]. Σύμφωνα μ' αυτές τις έρευνες, διαπιστώθηκε, σε συνθήκες εργαστηρίου, ότι παρουσία φυλλικών ιστών ρίγανης επιβραδύνεται η αποδόμηση των οργανικών λιπασμάτων, ενώ παρουσία του βασιλικού επιταχύνεται. Επίσης σε άλλη εργασία *in vitro*, βρέθηκε ότι η αποδόμηση στο έδαφος των φυτικών ιστών ρίγανης ήταν μικρότερη σε σύγκριση με την αποδόμηση των φυτικών ιστών βασιλικού [6]. Στην παρούσα εργασία μελετάται η επίδραση της ενσωμάτωσης φυτικών ιστών ρίγανης και βασιλικού στο έδαφος, σε συνθήκες αγρού καλλιεργούμενου με βαμβάκι και καλαμπόκι για μια καλλιεργητική περίοδο, και οι επιδράσεις αυτής της εφαρμογής στις χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Σε πείραμα αγρού που διεξήχθη στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης εγκαταστάθηκαν 4 γενότυποι ρίγανης (*Origanum vulgare*) και 3 ποικιλίες βασιλικού (*Ocimum basilicum*). Τα φυτά ρίγανης και βασιλικού ενσωματώθηκαν στο έδαφος με φρέζα στο στάδιο έναρξης της ανθοφορίας (09-06-06) σε βάθος 8-10 cm και στη συνέχεια στα ίδια πειραματικά τεμάχια έγινε σπορά αραβόσιτου και βαμβακιού (φωτογραφία 1). Το πείραμα περιελάμβανε επιπλέον μάρτυρες (τεμάχια δίχως ενσωματούμενη φυτική μάζα) με ζιζάνια (ασκάλιστα) και δίχως ζιζάνια (σκαλισμένα). Πριν την εγκατάσταση των αρωματικών φυτών, ολόκληρος ο πειραματικός αγρός λιπάνθηκε με 5 m^3 ανά στρέμμα κοπριάς βοοειδών, η εφαρμογή ενσωματώθηκε σε βάθος 5-6 cm και αυτή η βασική λίπανση κάλυψε όλες τις επεμβάσεις. Άλλη λίπανση (επιφανειακή) δεν πραγματοποιήθηκε, για να περιοριστούν κατά το δυνατόν οι παράγοντες που επιδρούν στις φυσικο-χημικο-βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Το τρίτο δεκαήμερο του Αυγούστου 2006, από κάθε πειραματικό τεμάχιο ελήφθη ένα εδαφικό δείγμα βάθους 5 cm. Το βάθος αυτό ανταποκρίνεται σε στρώμα ευνοϊκό για την ανάπτυξη της μικροβιακής βιομάζας [7], [8]. Οι ιδιότητες του εδάφους του πειράματος κατά την εποχή της δειγματοληψίας, καταγράφονται στον πίνακα 1.

Στα εδαφικά δείγματα έγιναν οι παρακάτω εργαστηριακοί προσδιορισμοί [9]:

- Ο οργανικός άνθρακας μετρήθηκε μετά από χημική οξείδωσή του με N $K_2Cr_2O_7$ και τιτλοδότηση της περίσσειας του $K_2Cr_2O_7$ με 0,5 N $FeSO_4$.
- Οι περιεχόμενες αμμωνιακές και νιτρικές μορφές εκχυλίστηκαν σε αναλογία 1:10 με διάλυμα N $CaCl_2$ και προσδιορίστηκαν με απόσταξη παρουσία MgO και κράματος Dewarda, αντίστοιχα.

Φωτογραφία 1. Άποψη πειραματικών τεμαχίων αραβοσίτου και βαμβακιού στο αγρόκτημα του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου (Φωτο-Αυγούστου 2006).

Πίνακας 1. Ιδιότητες του εδάφους σε βάθος 5 cm (ασκάλιστος μάρτυρας)

Υφή	L (πηλώδες)
Οργανική Ουσία (%)	2,6
pH	8,63
$CaCO_3$ (%)	5,2
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα dS/m, (1έδαφος:5 H_2O)	0,27
ΙΑΚ, cmol/kg	37,4
Na –εναλλακτικό, cmol/kg	0,43
N-ολικό %	0,18
P –Olsen, μg/g	14,2
K –εναλλακτικό, μg/g	101,7

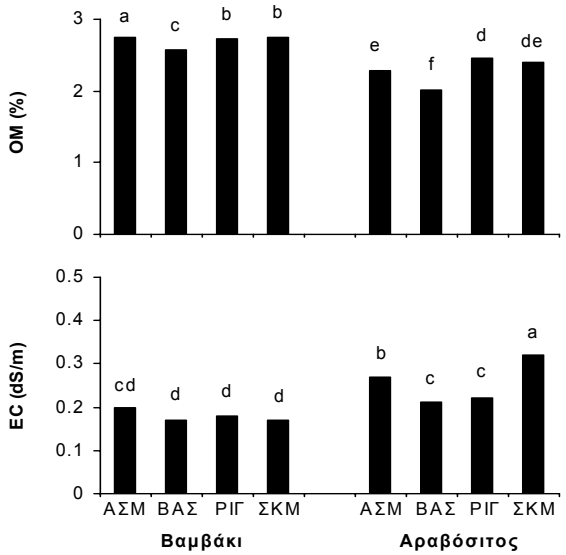
- Ο αφομοιώσιμος φώσφορος μετρήθηκε με τη μέθοδο Olsen (εκχύλιση με 0,5 N $NaHCO_3$).
- Οι αφομοιώσιμες μορφές καλίου εκχυλίστηκαν με N CH_3COONH_4 και μετρήθηκαν στο φλογοφωτόμετρο.
- Οι αφομοιώσιμες μορφές μετάλλων (Mn, Zn, Cu) εκχυλίστηκαν με DTPA και μετρήθηκαν με ατομική απορρόφηση.

Για την έρευνα της επίδρασης της ρίγανης και του βασιλικού στην εδαφική μικροχλωρίδα, μικρή ποσότητα εδάφους (0,01 g) διασκορπίστηκε σε τριβλία PDA που επωάστηκαν για δύο ημέρες σε 25 ^oC στο σκοτάδι και κάθε μεταχείριση είχε 8 επαναλήψεις [10]. Σε κάθε τριβλίο μετρήθηκε ο αριθμός των βακτηριακών αποικιών.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 4 ομάδες, όπου τα ενσωματούμενα αρωματικά φυτά αποτελούσαν τα κύρια τεμάχια, ενώ οι καλλιέργειες

του αραβόσιτου και του βαμβακιού τα υποτεμάχια. Επιπλέον, ορθόγωνες συγκρίσεις χρησιμοποιήθηκαν για να βρεθεί η επίδραση των δύο φυτικών ειδών (ρίγανης και βασιλικού) στις εδαφικές ιδιότητες, σε σύγκριση με τους δύο μάρτυρες (σκαλισμένος και ασκάλιστος). Η ανάλυση και η παρουσίαση των δεδομένων έγινε με τα προγράμματα MSTAT και EXCEL, αντίστοιχα.

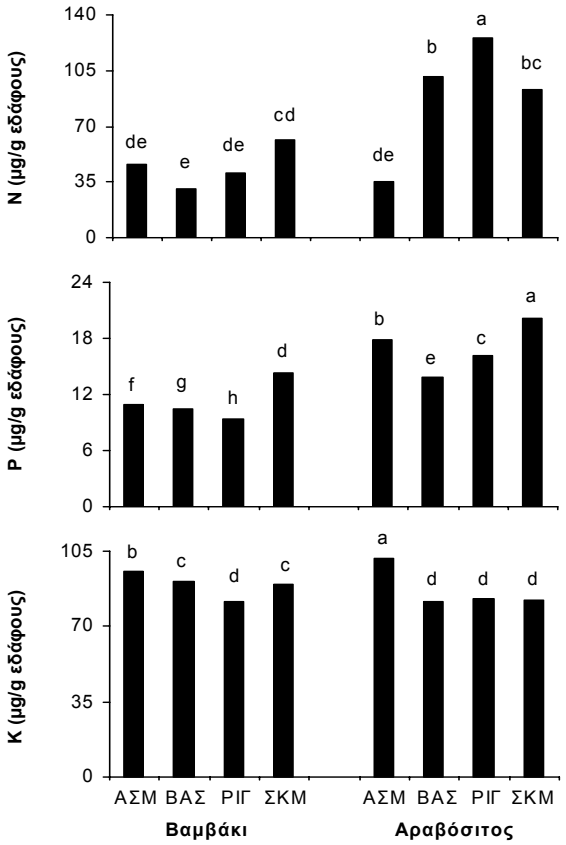
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



ΑΣΜ: ασκάλιστος μάρτυρας, ΒΑΣ: βασιλικός, ΡΙΓ: ρίγανη, ΣΚΜ: σκαλισμένος μάρτυρας. Σε κάθε σχήμα, στήλες με το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικώς σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Σχήμα 1. Περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία (OM) και αντίστοιχη ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του εκχυλίσματος στο νερό (1 έδαφος:5 H_2O).

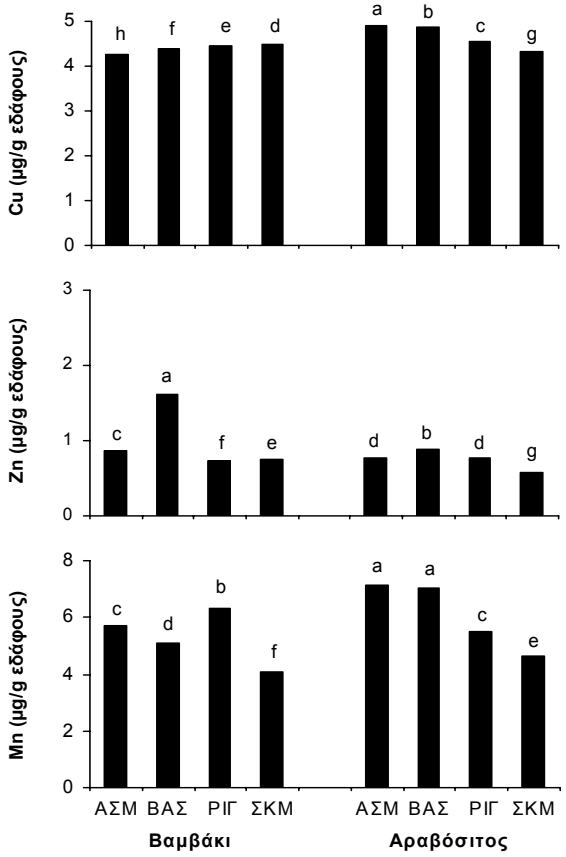
Και στις δύο καλλιέργειες (αραβόσιτου και βαμβακιού), βρέθηκε μειωμένη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία παρουσία βασιλικού σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις της κάθε καλλιέργειας (Σχήμα 1). Στην καλλιέργεια αραβόσιτου παρατηρείται μειωμένη αλατότητα στις επεμβάσεις με ρίγανη και βασιλικό σε σύγκριση με τις σκαλισμένες και ασκάλιστες επεμβάσεις. Επίσης μικρότερη αλατότητα παρατηρείται στην καλλιέργεια βαμβακιού και στις επεμβάσεις βασιλικού, ρίγανης και σκαλισμένου μάρτυρα σε σύγκριση με τον ασκάλιστο αλλά αυτή η μείωση είναι ασθενέστερη σε σύγκριση με την παρατηρηθείσα στο πείραμα του αραβόσιτου (Σχήμα 1).



ΑΣΜ: ασκάλιστος μάρτυρας, ΒΑΣ: βασιλικός, ΡΙΓ: ρίγανη, ΣΚΜ: σκαλισμένος μάρτυρας.

Σχήμα 2. Περιεκτικότητες των εδαφικών δειγμάτων σε ανόργανο άζωτο (νιτρικό + αμμωνιακό), σε αφομοιώσιμο φωσφόρο και σε αφομοιώσιμο κάλι.

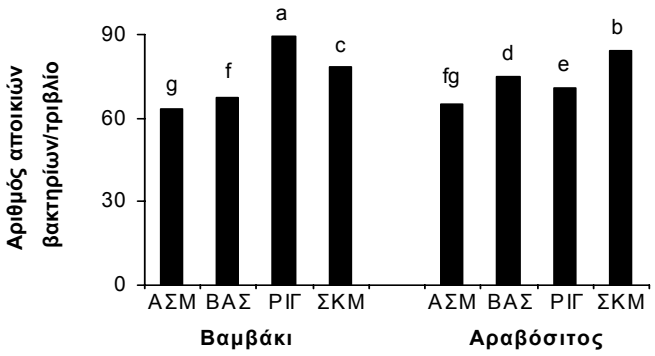
Στην καλλιέργεια του βαμβακιού στα τεμάχια με ενσωμάτωση ρίγανης και βασιλικού παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας σε ανόργανο άζωτο, σε σύγκριση με τους μάρτυρες (Σχήμα 2). Αντίθετα, στην καλλιέργεια του αραβόσιτου στις αντίστοιχες επεμβάσεις η περιεκτικότητα σε ανόργανο άζωτο αυξήθηκε. Όσον αφορά τις αφομοιώσιμες μορφές Ρ και Κ και στις δύο καλλιέργειες, βρέθηκαν μειωμένες στις επεμβάσεις όπου έγινε ενσωμάτωση των δύο αρωματικών φυτών. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση αφομοιώσιμου Ρ παρατηρήθηκε στους σκαλισμένους μάρτυρες, ενώ η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αφομοιώσιμο-Κ, παρατηρήθηκε στους ασκάλιστους μάρτυρες (Σχήμα 2).



Σχήμα 3. Περιεκτικότητες των εδαφικών δειγμάτων σε αφομοιώσιμες μορφές μετάλλων (Cu, Zn & Mn). ΑΣΜ: ασκάλιστος μάρτυρας, ΒΑΣ: βασιλικός, ΡΙΓ: ρίγανη, ΣΚΜ: σκαλισμένος μάρτυρας.

Η αφομοιώσιμη μορφή Cu βρέθηκε αυξημένη στον ασκάλιστο μάρτυρα της καλλιέργειας αραβοσίτου και μειωμένη στον σκαλισμένο μάρτυρα. Το αντίθετο διαπιστώθηκε στο βαμβάκι. Ο αφομοιώσιμος Zn βρέθηκε αυξημένος στις επεμβάσεις με ενσωμάτωση βασιλικού και στις δύο καλλιέργειες. Το αφομοιώσιμο Mn βρέθηκε μειωμένο στον σκαλισμένο μάρτυρα και στις δύο καλλιέργειες (Σχήμα 3).

Τέλος, σε εδάφη από τους ασκάλιστους μάρτυρες και των δύο καλλιεργούμενων φυτών μετρήθηκε η μικρότερη ανάπτυξη βακτηρίων ενώ στα δείγματα από τεμάχια όπου ενσωματώθηκε φυτική μάζα βασιλικού διαπιστώθηκε μικρότερη ανάπτυξη των αποικιών βακτηρίων, σε σύγκριση με τον σκαλισμένο μάρτυρα, και στις δύο καλλιέργειες (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Ανάπτυξη αποικιών βακτηρίων στα εδαφικά δείγματα προερχόμενα από τα αντίστοιχες επεμβάσεις. ΑΣΜ: ασκάλιστος μάρτυρας, ΒΑΣ: βασιλικός, ΡΙΓ: ρίγανη, ΣΚΜ: σκαλισμένος μάρτυρας.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΗ

Σε προηγηθέντα πειράματα *in vitro*, σε σταθερές και ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος, και σε κλιμακούμενες δοσολογίες αρωματικών φυτικών ιστών στο έδαφος, διαπιστώθηκε ότι παρουσία φυλλικών ιστών ρίγανης επιβραδύνεται η αποδόμηση των οργανικών λιπασμάτων, παρουσία του βασιλικού επιταχύνεται, οι δε παρατηρηθείσες μεταβολές στις βιο-φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους συνδέονται στενά μ' αυτά τα φαινόμενα [4], [5], [6]. Στο παρόν πείραμα αγρού επιβεβαιώνεται η μειωμένη παρουσία οργανικής ουσίας παρουσία βασιλικού, όμως η παραλλακτικότητα των κλιματικών παραμέτρων, η εφαρμογή καλλιεργητικών παρεμβάσεων και ο δεσπόζων ρόλος της ριζόσφαιρας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, πιθανόν επισκίασαν τις αντίστοιχες συνέπειες που παρατηρήθηκαν στα πειράματα *in vitro* με εφαρμογή ρίγανης.

Σε εδαφικά δείγματα προερχόμενα από τους ασκάλιστους μάρτυρες και των δύο καλλιεργούμενων φυτών παρατηρήθηκε η μικρότερη ανάπτυξη βακτηρίων, γεγονός που απαιτεί ιδιαίτερη καλλιεργητική αξιολόγηση. Τα βακτήρια του εδάφους μπορεί να είναι φυτοπαθογόνα οπότε ο περιορισμός τους είναι αναγκαίος ή ωφέλιμα οπότε ο περιορισμός της χρήσιμης δράσης τους δεν είναι επιδιωκόμενος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ
Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτήθηκε από την Ε.Ε. και το ΥΠ.Ε.Π.Θ. στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Gravanis F.T., Vagelas I.K, Paraschi D, & V. Palamiotou. (2004). Effect of essential oils on soilborne tomato pathogens. [Abstarct] *The BCPC Seminars: Crop Science and Technology, Glasgow, Scotland, UK.* ISSN: 0955-1506, ISBN: 1-901396-63-0.
2. Χουλιαράς Ν., 1994. Η επίδραση της εφαρμογής οργανικών υλικών στη γονιμότητα του εδάφους. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συν. Ελλην. Εδαφ. Εταιρείας, Α΄ τόμος, 383-399,* Θεσσαλονίκη.
3. Chouliaras N., J.C. Vedy, C. Tsadilas, 1998. Speciation of phosphate, Fe, Zn, Mn Cu and their availability in soils amended with sewage sludge. Proceedings of the 16th *World Congress Soil Science*, *Symposium 6*, *1-8 p.,* Montpellier,

4. Gravanis F.T., N. Chouliaras, I.K. Vagelas, N. Gougoulias, P. Sabani, E. Wogiatzi, 2005. The effect of oregano (*Origanum vulgare*) as an alternative soil-borne pathogen control agent, on soil organic matter biodegradation and other soil chemical properties. *Crop Science & Technology, Congress Proceedings,* Vol:1, P2A-11, 105-108.
5. Chouliaras N., F. T. Gravanis, I.Vasilakoglou, N. Gougoulias, I. Vagelas, T. Kapotis, E. Wogiatzi, 2007. The effect of basil on soil organic matter biodegradation and other soil chemical properties (in press, DOI: 10.1002/jsfsa. 2907).
6. Χουλιαράς Ν., Φ. Γραβάνης, Ι. Βασιλάκογλου, Ν. Γκουγκουλιάς, Ι. Βαγγέλας, Χ. Δροσινός & Ε. Βογιατζή, 2007. Η αποδόμηση φυλλικών ιστών ρίγανης και βασιλικού στο έδαφος. *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συμπόσιου «Πράσινη Χημεία & Βιώσιμη Ανάπτυξη», 8-10 Μαρτίου, Πανεπιστήμιο Πατρών, 8 σελ.*
7. Zaman M., K.C. Kameron, H.J. Di, K.Inubushi, 2002. Changes in mineral N, microbial biomass and enzyme activities in different soil depths after surface applications on dairy shed effluent and chemical fertilizer. *Nutrient Cycling in Agroecosystems , Volume 63, Numbers 2-3, pp. 275-290.*
8. Venzke Filho S.P., B.J. Feigl, M.C. Piccolo, L.Vante, M.S. Neto, C.C. Cerri, 2004. Root Systems and Soil Microbial Biomass under No-Tillage System. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) v.61, n.5, p.529-537.*
9. Page A.L., R.H. Miller & D.R. Keeney, 1982. *Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical & Microbiological properties.* Agronomy (9), ASSSA, Mad. Wisc. USA. 1159 pp.
10. Gravanis F.T., S. Xifilidou, D. Karadimos, N. Efstathiou, 2001. Effect of essential oils on soilborne tomato pathogens. *Phytopathol. Mediterr., 40, 203.*

(122)

Η ΕΠΟΧΙΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ (BioP), ΣΕ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΜΕ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ - ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ

Σιήμης Α. και Παυλάτου –Βε Α.
Εργαστήριο Εδαφολογίας, Γεωπονική Σχολή ΑΠΘ e-mail: ave@agro.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Προσδιορίσθηκε η ετήσια διακύμανση του βιοδιαθέσιμου φωσφόρου, BioP, σε αμπελώνες με δύο συστήματα καλλιέργειας, οργανικής (OR) και συμβατικής (CR). Ο BioP υπολογίστηκε σαν το άθροισμα του ανόργανου Pi, του οργανικού Po και μικροβιακού Pm φωσφόρου. Ο BioP στη (OR) κυμαίνονταν από 30-40 mg/Kg εδ. P ενώ στη (CR) από 80-120 mg/Kg εδ. P. Στην (OR) η συμμετοχή των Pm και Po στον BioP ήταν περίπου 50%, στη (CR) ο Po και Pm συμμετείχαν κατά 40% τον χειμώνα και την άνοιξη ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ο Po κατά 30%. Η ανοργανοποίηση του P στην (OR) κυμαινόταν από 10-25 mg/Kg εδ. P και στη (CR) από 10-50 mg/Kg εδ. P με ελάχιστη τιμή να παρατηρείται για την (OR) τον χειμώνα ενώ για τη (CR) το φθινόπωρο.

THE SEASONAL VARIATION OF BIO AVAILABLE PHOSPHORUS (BIOP), IN VINEYARDS IN TWO FARMING SYSTEMS - ORGANIC AND CONVENTIONAL

Shimis A. and Pavlatou-Ve A.
Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki
e-mail: ave@agro.auth.gr

ABSTRACT

The seasonal variation of bioavailable phosphorus, BioP, was determined in vineyards in two farming systems, organic (OR) and conventional (CR). BioP was calculated as the sum of the inorganic Pi, organic Po and microbial Pm phosphorus after incubation. In the organic system (OR), the BioP varied between 30 and 40 mg/Kg εδ. while in the conventional system (CR), it fluctuated between 80 and 120 mg/Kg soil. In the (OR), the participation of Pm and Po in the BioP was almost 50%, while in the (CR), the participation of Pm was 40% in the winter and spring period and for Po was 30% for the summer and winter. In the (OR), the mineralization of P ranged between 10 and 25 mg/Kg soil, while in the (CR) it varied between 10 and 50 mg/Kg soil with observed minimum rate for the (OR), during winter while for the CR in the autumn.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καθιερωμένη μέθοδος γεωργικής παραγωγής (συμβατική γεωργία) χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες χημικών λιπασμάτων στοχεύοντας σε μεγαλύτερες αποδόσεις. Η μακρόχρονη όμως εφαρμογή της σε πολλές περιπτώσεις έχει δημιουργήσει προβλήματα και περιβαλλοντικά αδιέξοδα, στοιχεία τα οποία επιβάλλουν την ανάγκη για στροφή σε εναλλακτικές μορφές καλλιέργειας όπως η βιολογική γεωργία. Η χρήση εναλλακτικών μορφών καλλιέργειας έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ρύπανσης του εδάφους και των υπόγειων νερών, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και μικρότερη αλλά ταυτόχρονα ορθολογικότερη χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων.

Η λίπανση των καλλιεργειών με φωσφόρο (P) είναι αναγκαία αφού αποτελεί ένα από τα κύρια θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. Οι μοναδικές πηγές P του εδάφους είναι τα φωσφορικά ορυκτά και η οργανική ουσία του εδάφους. Η ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας από τους μικροοργανισμούς του εδάφους συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου στο έδαφος, η οποία εξαρτάται από το είδος της οργανικής ουσίας καθώς και από το ρυθμό ανοργανοποίησής της [5]. Η μικροβιακή βιομάζα του εδάφους είναι και η ίδια μια σπουδαία πηγή διαθέσιμου φωσφόρου [4]. Στην συμβατική γεωργία, ο διαθέσιμος φωσφόρος εκτιμάται με την μέθοδο Olsen, η οποία όμως έχει διαπιστωθεί ότι δεν εκτιμά ικανοποιητικά τον διαθέσιμο P στην βιολογική καλλιέργεια καθώς η συμμετοχή του Pm και Po στο διαθέσιμο P είναι μεγάλη και η μη γνώση τους υποεκτιμά τον διαθέσιμο P [7].

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να περιγραφεί η εποχιακή διακύμανση του BioP σε αμπελώνες και να συγκριθεί με δύο συστήματα καλλιέργειας, οργανικής-συμβατικής, και να βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά τον ολικά διαθέσιμο P (Pi, Pm και Po).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Επιφανειακά δείγματα εδάφους συλλέχτηκαν τον Μάρτιο, αναγνωριστική δειγματοληψία, και τους μήνες, Απρίλιο (AC,AO), Αύγουστο (KC,KO), Οκτώβριο (ΦC,ΦO) και Δεκέμβριο (XC,XO) από γειτονικούς αμπελώνες στη περιοχή της N. Μεσήμβριας του Νομού Θεσσαλονίκης, που καλλιεργούνται με δύο συστήματα καλλιέργειας οργανικής (OR) και συμβατικής (CR).

Τα εδαφικά δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο, όπου ακολουθούσε αεροξήρανση και κοσκίνισμα με κόσκινο 2mm. Στη λεπτή γη προσδιορίσθηκαν, (αναγνωριστική δειγματοληψία), τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους σύμφωνα με το USDA Agr. Handbook No 60 (1954) (Πιν. 1). Στις άλλες δειγματοληψίες προσδιοριστήκαν, ο ανόργανος φωσφόρος Pi, ο ολικός φωσφόρος Pt, ο μικροβιακός Pm, και ο βιοδιαθέσιμος φωσφόρος BioP. Ο προσδιορισμός του βιοδιαθέσιμου φωσφόρου (BioP), του ανόργανου φωσφόρου (Pi), ολικού φωσφόρου (Pt) και μικροβιακού (Pm), έγιναν όπως προτείνουν οι Thien και Myers (1992). Για κάθε προσδιορισμό έγιναν τρείς επαναλήψεις

Πίνακας 1. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των εδαφών

	pH (1:2)H_2O	$CaCO_3$ %	Οργ.ουσ %	ΙΑΚ me/100g	NO_3^- mg/Kg.	N %	P mg/Kg	EC μS/cm
OR	8,17	0,84	0,779	19,8	22,2	0,07	26,3	785
CR	4,81	0	1,494	20,1	100,6	0,132	113,6	2710

Πίνακας 2. Οι τιμές, των Pt_{pre}, Po_{pre}, Pi_{pre} στα αρχικά εδαφικά δείγματα, Pt, Po, Pi μετά την επώαση στα εδαφικά δείγματα και Pm, Pimm, Pmin BioPo και BioP, σε P mg/Kg εδ. του συμβατικού (CR) και του οργανικού (OR) αμπελώνα κατά τη διάρκεια του έτους

	ΑΡΧΙΚΑ			**ΕΠΩΑΣΗ**							
	$P_{t\ pre}$	**Pi_{pre}**	**Po_{pre}**	**P_t**	**Pi**	**Po**	**P_m**	**P_{imm}**	**P_{min}**	**Bio Po**	**Bio P**
ΧC	138,79	71,13a	67,66b	109,30	74,05	35,25	16,22	-2,92	51,47	54,39	125,52
AC	128,67	72,82a	55,85ab	18,73	57,58	21,33	20,21	15,24	41,54	26,31	99,13
KC	113,96	78,39b	35,57a	78,92	73,18	36,29	0	5,21	26,04	20,83	99,22
ΦC	125,83	74,50ab	51,33b	23,04	68,55	13,44	0,71	5,95	14,15	8,20	82,70
ΧO	26,65	19,13a	6,99abc	109,47	20,79	0	11,44	-1,12	9,38	10,51	30,18
AO	33,52	23,96a	9,56b	22,92	12,66	10,38	10,23	11,30	20,61	9,31	33,27
KO	32,39	26,53b	5,86ac	81,99	19,75	3,17	17,08	6,78	20,25	13,47	40,00
ΦO	32,08	25,00a	7,08a	24,07	17,03	7,04	14,00	7,98	21,04	13,07	38,07

a, b, c Δηλώνουν στατιστικές διαφορές σε επίπεδο $P < 0,05$
Ίδια γράμματα δηλώνουν μη στατιστικές διαφορές.

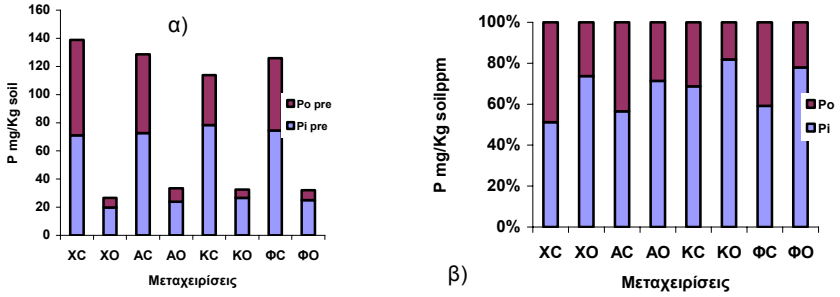
Για τον προσδιορισμό Pm, Pimm, Pmin, BioP και BioPo, τα εδαφικά δείγματα επωάστηκαν για 7 ημέρες σε θερμοκρασία 35^0C για να αυξηθεί η μικροβιακή δραστηριότητα και να επιταχυνθούν οι διαδικασίες δημιουργίας των βιολογικών διαθέσιμων μορφών P [12].

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με το κριτήριο ANOVA single factor (One Way) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον Πιν.2 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των μορφών P σε mg/Kg εδ. (Pt_{pre}, Pi_{pre}, Po_{pre} (πριν από την επώαση), Pi, Po, Pm, Pimm, Pmin, BioP και BioPo) που προσδιορίστηκαν τόσο για την συμβατική καλλιέργεια (CR) όσο και για την οργανική καλλιέργεια (OR).

Στον Πιν. 2 φαίνεται ότι η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου (Pt_{pre}) ήταν υψηλότερη στη συμβατική καλλιέργεια (CR) από ότι στη οργανική καλλιέργεια (OR). Αυτό αναμένετε γιατί οι συμβατικοί αμπελώνες είχαν δεχτεί ανόργανο λίπανση κατά τη διάρκεια του έτους.

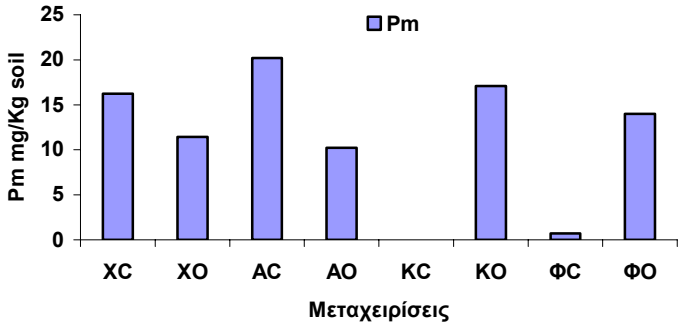


Σχήμα 1. α) Οι αρχικές τιμές σε mg/Kg εδ. P του Po και Pi στα εδάφη των αμπελώνων κατά διάρκεια του έτους. β) το ποσοστό του Po και Pi επί της ολικής τιμής του Pt των εδαφών στους (CR) και (OR) αμπελώνες κατά διάρκεια του έτους.

Στο Σχ. 1(α) και στον Πιν. 2 η συγκέντρωση του ανόργανου Pi_{pre} (P-Olsen) ήταν υψηλότερη στον (CR) αμπελώνα από ότι στονς (OR) και κυμαίνονταν από 71.13-78,39 και 19.67-26,53 mg/Kg εδ. P αντίστοιχα. Στον (CR) και στον (OR) η μεταβολή του κατά τη διάρκεια του έτους ήταν μικρή με σημαντική όμως αύξηση το καλοκαίρι. Οι μέγιστες τιμές του Pi_{pre}, των (CR) και (OR), παρουσιάσθηκαν το καλοκαίρι ενώ οι μικρότερες το χειμώνα. Οι τιμές της συγκέντρωσης του Pi_{pre} τόσο στη (CR) όσο και στην (OR) κάλυπταν τις ανάγκες των αμπελιών κατά τη διάρκεια του έτους [6].

Η συγκέντρωση του οργανικού φωσφόρου Po_{pre} ήταν υψηλότερη στη (CR) από ότι στη (OR), 35,57-67,66 και 5,86-9,56 mg/Kg εδ. P αντίστοιχα. Αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα των [2] και [3] που βρήκαν ότι σε (CR) ο ρυθμός αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας ήταν μικρότερος από ότι στη (OR).

Στο (CR) η μέγιστη τιμή του Po_{pre} 67,66 mg/Kg εδ. P παρουσιάσθηκε το χειμώνα και η μικρότερη 35,57 mg/Kg εδ. P το καλοκαίρι, η συμμετοχή του Po_{pre} στη ολική τιμή του Pt ήταν αρκετά υψηλή Σχ.1 (β) και κυμαίνονταν από 30-50%. Στην (OR) ο Po_{pre} κυμαίνονταν από 5,86-9,56 mg/Kg εδ. P με μέγιστη τιμή 9,56 mg/Kg εδ. P την άνοιξη και μικρότερη τιμή 5,86 mg/Kg εδ. P το καλοκαίρι. Το ίδιο βρήκαν και οι [11] και οι [9], η δε συμμετοχή του Po_{pre} στο Pt κυμαίνονταν από 20-30%.

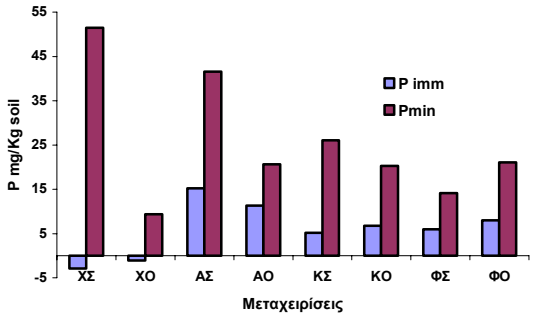


Σχήμα 2. Η συγκέντρωση του μικροβιακού Pm σε mg/Kg εδ. στα δύο συστήματα καλλιέργειας (CR) και (OR) κατά τη διάρκεια του έτους.

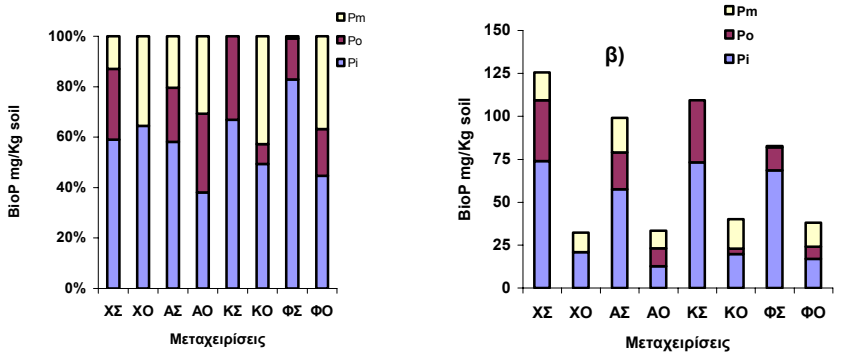
Η συγκέντρωση του μικροβιακού Pm, Σχ. 2, κατά τη διάρκεια του έτους κυμαινόταν από 0-20,21 και 10,71-17,08 mg/Kg εδ. P στον (CR) και (OR) αντίστοιχα. Στον (CR) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινόπωρου η τιμή του Pm είναι σχεδόν μηδενική ενώ το χειμώνα και την άνοιξη περίπου 20 mg/Kg εδ. P. Στον (OR) παραμένει σχεδόν σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους περίπου 13 mg/Kg εδ. P, γιατί οι εδαφικές συνθήκες, φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, παραμένουν καλές σε όλη τη διάρκεια του χρόνου για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών [10].

Η ακινητοποίηση του P, [12], Σχ. 3, και στα δύο συστήματα καλλιέργειας είχε την ίδια διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους και ήταν μικρότερη από την ανοργανοποίηση. Παρατηρήθηκε μηδενική ακινητοποίηση (αρνητικές τιμές) κατά τη διάρκεια του χειμώνα και αυτό φαίνεται να οφείλεται στο μικρή δράση των μικροοργανισμών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Οι μεγαλύτερες τιμές ακινητοποίησης περίπου 12 mg/Kg εδ. P παρουσιάστηκαν την άνοιξη και για τα δύο συστήματα καλλιέργειας. Αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα του [1] ότι δηλαδή η αζωτούχος λίπανση σε μη ψυχανθή αυξάνει την ακινητοποίηση του P.

Η ανοργανοποίηση του P, [12], Σχ. 3, ήταν μεγαλύτερη στον (CR) και κυμαίνονταν από 15-50 mg/Kg εδ. P από ότι στο (OR) που κυμαίνονταν από 10-20 mg/Kg εδ. P. Στο (CR) η μεγαλύτερη τιμή της παρουσιάστηκε το χειμώνα και η μικρότερη το φθινόπωρο. Στο (OR) η ανοργανοποίηση του φωσφόρου φαίνεται ότι ήταν σταθερή κατά τη βλαστική περίοδο περίπου 20 mg/Kg εδ. P, με σημαντική ελάττωση το χειμώνα (9,4 mg/Kg εδ. P). Αυτό συμφωνεί με τον Pm που παραμένει σταθερός σε όλη τη διάρκεια του έτους. Η μεγαλύτερη ανοργανοποίηση P παρατηρείται κατά τη διάρκεια της εποχιακής ανάπτυξης των φυτών με ταυτόχρονη αύξηση του Pi [8]. Στην μελέτη αυτή φαίνεται να συμβαίνει αυτό μόνο στο (OR) την άνοιξη και το καλοκαίρι που είναι η βλαστική-παραγωγική περίοδος της αμπέλου [6].

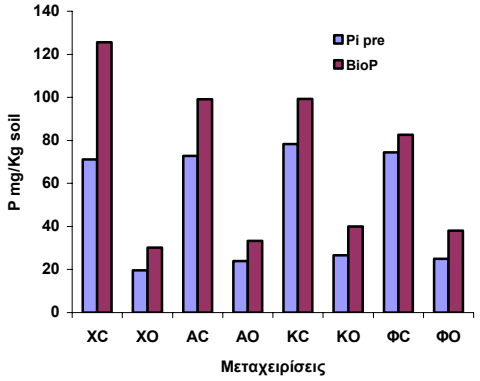


Σχήμα 3. Η ανοργανοποίηση και η ακινητοποίηση P σε mg/Kg εδ., στα δύο συστήματα καλλιέργειας (CR) και (OR) κατά τη διάρκεια του έτους.



Σχήμα 4. α) το ποσοστό του Po, Pm και Pi επί της ολικής τιμής του BioP των εδαφών στους (CR) και (OR) αμπελώνες κατά διάρκεια του έτους. β) η συγκέντρωση του BioP στους (CR) και (OR) αμπελώνες κατά διάρκεια του έτους.

Από το Σχ. 4(β) φαίνεται ο BioP ότι ήταν μεγαλύτερος στον (CR) και κυμαίνονταν από 82,7-125,52 mg/Kg εδ. P από ότι στο (OR) που κυμαίνονταν από 30,18-40,00 mg/Kg εδ. P. Στον (CR), η μέγιστη τιμή του BioP παρατηρήθηκε το χειμώνα ενώ φαίνεται να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους. Η συμμετοχή του Pi, στην συγκέντρωση του BioP, ήταν περίπου 60-80%, του Po 20% και του Pm 0-20% Σχ. 4(α). Την άνοιξη και το χειμώνα στο (CR) και τα τρία αυτά κλάσματα συμμετέχουν στον BioP, ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο μονό ο Pi, και ο Po. Στο (OR), ο BioP φαίνεται ότι δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους Σχ. 4(β). Και τα τρία κλάσματα Pi, Po, και Pm, συμμετείχαν εξίσου στον BioP το φθινόπωρο, την άνοιξη και το καλοκαίρι ενώ το χειμώνα μόνο ο Pm.



Σχήμα 5. Ο βιοδιαθέσιμος P και ο ανόργανος (διαθέσιμος) P σε mg/Kg εδ., στα δύο συστήματα καλλιέργειας (CR) και (OR) κατά τη διάρκεια του έτους.

Από τον Πιν. 2 και το Σχ. 5 φαίνεται ότι ο ανόργανος (διαθέσιμος P) είναι μικρότερος από τον ΒιοP και στις δύο καλλιέργειες. Η διάφορα τους στο (OR) ήταν ίδια κατά τη διάρκεια του έτους, περίπου 15 mg/Kg εδ. P ενώ στον (CR) η διάφορα τους δεν είναι σταθερή και κυμαίνεται από 10-50 mg/Kg εδ. P.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στον (CR) ο Po συμμετείχε στον ολικό φωσφόρο με 30-50%, η ανοργανοποίηση του ήταν μεγαλύτερη το χειμώνα και μικρότερη το φθινόπωρο. Ο μικροβιακός φωσφόρος κυμαινόταν από 0-20 mg/Kg εδ. P κατά τη διάρκεια του έτους. Η μέγιστη τιμή του ΒιοP παρατηρήθηκε το χειμώνα ενώ φαίνεται να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους. Η συμμετοχή του Pi στον ΒιοP ήταν περίπου 60-80%, του Po 20-30% και του Pm 0-20%, Σχ. 4(α). Την άνοιξη και το χειμώνα και τα τρία αυτά κλάσματα συμμετέχουν στον ΒιοP ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο μονό ο Pi και ο Po.

Στην (OR) ο Po συμμετείχε στον ολικό φωσφόρο με 20-30%, η ανοργανοποίηση του ήταν σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους, περίπου 20 mg/Kg εδ. P, με εξαίρεση τον χειμώνα που κυμαινόταν στα 9,4 mg/Kg εδ. P. Ο ΒιοP ήταν περίπου 35 mg/Kg εδ. P και δεν μεταβάλλεται σημαντικά κατά τη διάρκεια του έτους ενώ τα τρία κλάσματα Pi, Po και Pm, συμμετέχουν εξίσου στον ΒιοP με 50% και μόνο το χειμώνα η συμμετοχή του Po ήταν μηδενική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Dalal, R.C., 1977. Soil organic phosphorus. Adv. Agron 29: 85-117
2. Jarecki, M. K., and R. Lal. 2003. Crop management for soil carbon sequestration. Crit. Rev. in Plant Sciences 22: 471-502.
3. Jiao, Y., J. K. Whalen, and W. H. Hendershot. 2006. No-tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in a sandy-loam soil. Geoderma 134: 24-33.
4. Kwabiah, A. B., N. C. Stoskopf, C. A. Palm, and R. P. Voroney. 2003*α*. Soil P availability as affected by the chemical composition of plant materials: implications for P-limiting agriculture in tropical Africa. Agric. Ecosyst. Environ. 100: 53-61.
5. Mafongoya, P. L., P. Barak, and J. D. Reed. 2000. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. Biol Fertil Soils 30: 298-305.

6. Νικολάου, Ν. Α. 2001. Θέματα και τεχνικές καλλιέργειας της αμπέλου. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ.
7. Παυλάτου-Βε Αθηνά και Ελένη Κιοσέ-Καμπασακάλη, 2004. Η δυναμική του
8. Φωσφόρου σε δύο συστήματα καλλιέργειας- οργανική και συμβατική- με διαφορετικές αμειψισπορές. Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Βόλος σελ. 61-70
9. Perrott KW, Sarathchandra SU, Dow BW (1992) Seasonal and fertilizer effects on the organic cycle and microbial biomass in a hill country soil under pasture. Aust J Soil Res 30: 383-394
10. Scott T. J., Condron M. L. 2003. Dynamics and availability of phosphorus in the rhizosphere of a temperate silvopastoral system. Biol Fertil Soils 39:65-73
11. Stockdale E. A., M. A. Shepherd, S. Fortune, and S. P. Cuttle. 2002. Soil fertility in organic farming systems- fundamentally different? Soil Use and Management 18: 301-308.
12. Tate KR, Speir TW, Ross DJ, Parfitt RL, Whale KN, Cowling JC (1991). Temporal variations in some plant and soil P pools in two pasture soils of widely different P fertility status. Plant and Soil 132: 219-232.
13. Thien S. J. and Myers R. 1992. Determination of bioavailabable phosphorus in soil Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 56(3): 814-818.

(123)

Η ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΝΑΝ ΟΡΥΖΩΝΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ

Αλαμάνου Μ.[1], Παυλάτου-Βε Α.[1], Ασκονίτης Β.[2], Λίτσκας Β.[2] και Αντωνόπουλος Β.[2]

[1]Εργαστήριο Εδαφολογίας, Γεωπονικής Σχολής ΑΠΘ, e-mail: ave@agro.auth.gr
[2]Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, Γεωπονικής Σχολής ΑΠΘ e-mail: vasanton@agro.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η μικροβιακή δραστηριότητα (όξινη και αλκαλική φωσφατάση) σε ένα εδαφικό προφίλ ενός ορυζώνα στην περιοχή της Σίνδου–Χαλάστρας. Στο επιφανειακό στρώμα (0-25cm) οι συγκεντρώσεις των φωσφατασών ήταν μεγαλύτερες από ότι στα βαθύτερα στρώματα. Παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσής τους στο επιφανειακό στρώμα μετά την κατάκλιση του αγρού με νερό, ενώ δεν επηρεάστηκε η συγκέντρωσή τους στα βαθύτερα στρώματα. Οι συγκεντρώσεις των φωσφατασών είχαν στενή σχέση με το pH του εδάφους, τον διαθέσιμο Olsen–P, την οργανική ουσία του εδάφους, τον ανόργανο P, αλλά δεν είχαν σχέση με τον οργανικό P.

VARIATION OF MICROBIAL ACTIVITY IN A PADDY FIELD DURING CULTIVATION

Alamanou M.[1], Pavlatou – Ve A.[1], Aschonitis V.[2], Litskas V.[2] and Antonopoulos V.[2]

[1]Laboratory of Soil Science, Aristotle University of Thessaloniki, Sch. of Agriculture, e-mail: ave@agro.auth.gr
[2]Laboratory of Hydraulics, Aristotle University of Thessaloniki, Sch. of Agriculture, e-mail: vasanton@agro.auth.gr

ABSTRACT

This study examines the variation of microbial activity (acid and alkaline phosphatase) in a paddy field, in a profile of 100cm, during cultivation. The study area is located in the prefecture of Thessaloniki (Sindos–Halastra). The concentrations of phosphatases in the topsoil (25cm) were greater than in the subsoil. Reduction of the concentrations of phosphatases was observed in the topsoil after lie with water, while their concentration was not effected in the subsoil. Phosphatase's concentration was closely related to soil pH, Olsen–P, soil organic matter, inorganic P, but was not related to organic P.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κύριες πηγές φωσφόρου στο έδαφος είναι τα ανόργανα αδιάλυτα φωσφορικά πετρώματα και η οργανική ουσία. Στον κύκλο του P στο έδαφος σπουδαίο ρόλο παίζουν διάφορες βιολογικές και γεωχημικές διαδικασίες [2]. Ο διαθέσιμος για τα φυτά P είναι υδατοδιαλυτός και προέρχεται από τη διάλυση των ανόργανων συμπλόκων του P στο έδαφος και από την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Εάν η συγκέντρωση του διαθέσιμου P είναι μεγάλη, τότε ένα μέρος του θα προσληφθεί από τα φυτά, αλλά ένα μεγάλο μέρος του θα απομακρυνθεί είτε με τη διήθηση είτε με την απορροή στα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Μάλιστα οι Graetz και Nair (1995) βρήκαν ότι περίπου το 80% του ολικού P του A ορίζοντα διηθήθηκε ή απομακρύνθηκε με απορροή σε εδάφη της Αμερικής. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις του P που συσσωρεύονται σε νερά είτε ρυπαίνουν το περιβάλλον είτε είναι υπεύθυνες για την δημιουργία του αυτοτροφισμού [7].

Οι φωσφατάσες είναι το κλειδί της ανοργανοποίησης του Po από την οργανική ουσία, δηλαδή τη μετατροπή του Po μέσω υδρόλυσης σε διαθέσιμο P. Ταξινομούνται σε όξινες και αλκαλικές φωσφατάσες γιατί δρουν σε διαφορετικά pH [8]. Οι φωσφατάσες τα τελευταία χρόνια έχουν μελετηθεί πολύ, αλλά δεν υπάρχουν πληροφορίες για τη σχέση τους με τον διαθέσιμο P (labile P) [12].

Μια καλλιέργεια του Ελλαδικού χώρου που απαιτεί μεγάλα ποσά νερού τα οποία ή διηθούνται ή απορρέουν, είναι η καλλιέργεια του ρυζιού. Η καλλιέργεια του ρυζιού στην Ελλάδα γίνεται κυρίως στην Β. Ελλάδα (Θεσσαλονίκη, Σέρρες και Ημαθία) ενώ τα τελευταία χρόνια έχει διαδοθεί και στην Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Πιερία, Πέλλα και Ξάνθη. Στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, οι εκτάσεις που καλύπτουν οι ορυζώνες κυμαίνονται μεταξύ 120-195 km^2. Η λίπανση του ρυζιού παρουσιάζει ιδιαιτερότητα λόγω της συνεχούς κατάκλισης του ορυζώνα με νερό, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την έκπλυση των θρεπτικών και τη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών. Επιπλέον έκπλυση θρεπτικών υφίσταται και λόγω της συχνής ανανέωσης του νερού.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετηθεί η μικροβιακή δραστηριότητα, οι φωσφατάσες, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του ρυζιού.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η υπό μελέτη περιοχή βρίσκεται στην πεδιάδα στο Δέλτα του Αξίου ποταμού κοντά στη Χαλάστρα. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε για το χρονικό διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου ενός ορυζώνα (Μάιος 2006 – Ιανουάριος 2007).

Για τη μελέτη αυτή έγιναν 9 δειγματοληψίες (1=16/5/2006, 2=14/6/2006, 3=6/7/2006, 4=27/7/2006, 5=21/8/2006, 6=13/9/2006, 7=27/10/2006, 8=12/11/2006, 9=2/1/2007), σε 4 βάθη ενός εδαφικού προφίλ 100cm (0-25cm, 25-50cm, 50-75cm, 75-100cm). Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν οι εξής : το pH του εδάφους, η οργανική ουσία του εδάφους, ο διαθέσιμος Olsen–P, ο ανόργανος Pi, ο ολικός Pt, ο οργανικός Po και οι φωσφατάσες.

Προσδιορισμός του ολικού Pt, του ανόργανου Pi και του οργανικού Po έγινε όπως προτείνουν οι Thien και Myers (1992). Ο προσδιορισμός των φωσφατασών (όξινες και αλκαλικές), έγινε όπως προτείνει ο Tabatabai, (1994). Ο διαθέσιμος P προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Olsen [6].

Η δειγματοληψία No 1 θα θεωρείται σαν μάρτυρας γιατί μετά από αυτή άρχισε η καλλιεργητική περίοδος του ρυζιού. Στις δειγματοληψίες No 2, 3, 4 και 5 ο αγρός είχε κατακλυστεί με νερό, στη No 6, 7 και 8 το νερό απομακρύνθηκε για να γίνει ο θερισμός και μεταξύ No 8 και 9 έγινε η απομάκρυνση της καλαμιάς του ρυζιού με καύση.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον Πίν. 2 παρουσιάζονται: η ημερομηνία δειγματοληψίας, το βάθος δειγματοληψίας, οι φωσφατάσες (όξινες και αλκαλικές), το pH, ο διαθέσιμος κατά Olsen-P, ο οργανικός P και η οργανική ουσία. Για λόγους έλλειψης χώρου δεν δημοσιεύονται ο ολικός Pt (Pt=Po+Pi) και ο ανόργανος Pi.

Από το Πιν. 2 και το Σχ.1 φαίνεται ότι στο επιφανειακό στρώμα (0-25 cm) η συγκέντρωση των φωσφατασών ήταν μεγαλύτερη από ότι στα βαθύτερα στρώματα. Αυτό αναμενόταν γιατί στο επιφανειακό στρώμα υπάρχει περισσότερη μικροβιακή δράση. Ακόμη φαίνεται ότι υπερτερούν οι αλκαλικές φωσφατάσες. Αυτό ήταν αναμενόμενο γιατί το pH του εδάφους ήταν ελαφρώς αλκαλικό. Στον μάρτυρα η όξινη και αλκαλική φωσφατάση είχαν τιμές 19,76 και 21,93 PN μg/g εδ αντίστοιχα, ενώ η οργανική ουσία ήταν 0,73% και ο Olsen-P ήταν 30,13 ppm. Στις δειγματοληψίες No 2, 3, 4 και 5 παρατηρήθηκε αύξηση των φωσφατασών. Η όξινη φωσφατάση αυξήθηκε από 19,76 σε 21,51-24,68 και η αλκαλική από 21,93 σε 23,97-27,85 PN μg/g εδ. Αυτό οφειλόταν στην αύξηση της οργανικής ουσίας [1], που από 0,73 έγινε 1.38-2,35%. Η αύξησή της οφειλόταν στην αργή αποσύνθεσή της λόγω του αναγωγικού περιβάλλοντος που δημιουργήθηκε με την κατάκλιση του αγρού με νερό. Από τον Πιν. 2 φαίνεται ότι στις αντίστοιχες δειγματοληψίες παρατηρήθηκε ελάττωση του Po, από 8,8 σε 1,07-7,93 ppm P, με ταυτόχρονη αύξηση του Olsen-P από 30,13 σε 27,5-50,1 ppm P . Ένα μέρος της αύξησης του Olsen-P οφειλόταν στην ανοργανοποίηση του Po από τις φωσφατάσες, και ένα άλλο μέρος στη βασική λίπανση που έλαβε ο αγρός στις 18/6/2006 με τη μορφή 20-10-0. Η αύξηση του Olsen-P, λόγω εφαρμογής λιπάσματος σε κατακλιζόμενα, καλλιεργούμενα με ρύζι εδάφη, έχει μελετηθεί από τους Wang κ.ά. (2001). Στις δειγματοληψίες No 6, 7 και 8 παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση των φωσφατασών, από 21,51-24,68 σε 25,98-33,97 και από 23,97-27,85 σε 28,97-35,35 PN μg/g εδ για τις όξινες και αλκαλικές αντίστοιχα. Η αύξηση αυτή προήλθε από τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών, λόγω μη κατάκλισης των εδαφών με νερό. Αποτέλεσμα ήταν η ελάττωση της οργανικής ουσίας από 2,83% σε 1,81 %, και του οργανικού P από 20,14 σε 4,76 ppm P, με ταυτόχρονη αύξηση του Olsen-P, από 27,52-50,1 σε 40,39-57,44 ppm P. Στην δειγματοληψία No 9, μετά από καύση του αχύρου του ρυζιού, παρατηρήθηκε μείωση των φωσφατασών, από 33,97 σε 24,10 και 35,35 σε 26.05 PN μg/g εδ για τις όξινες και αλκαλικές αντίστοιχα, μείωση της οργανικής ουσίας από 1,81 σε 1,54%, μείωση του Po από 4,76 σε 2,96 ppm P και του Olsen-P από 50,72 σε 48,19 ppm P.

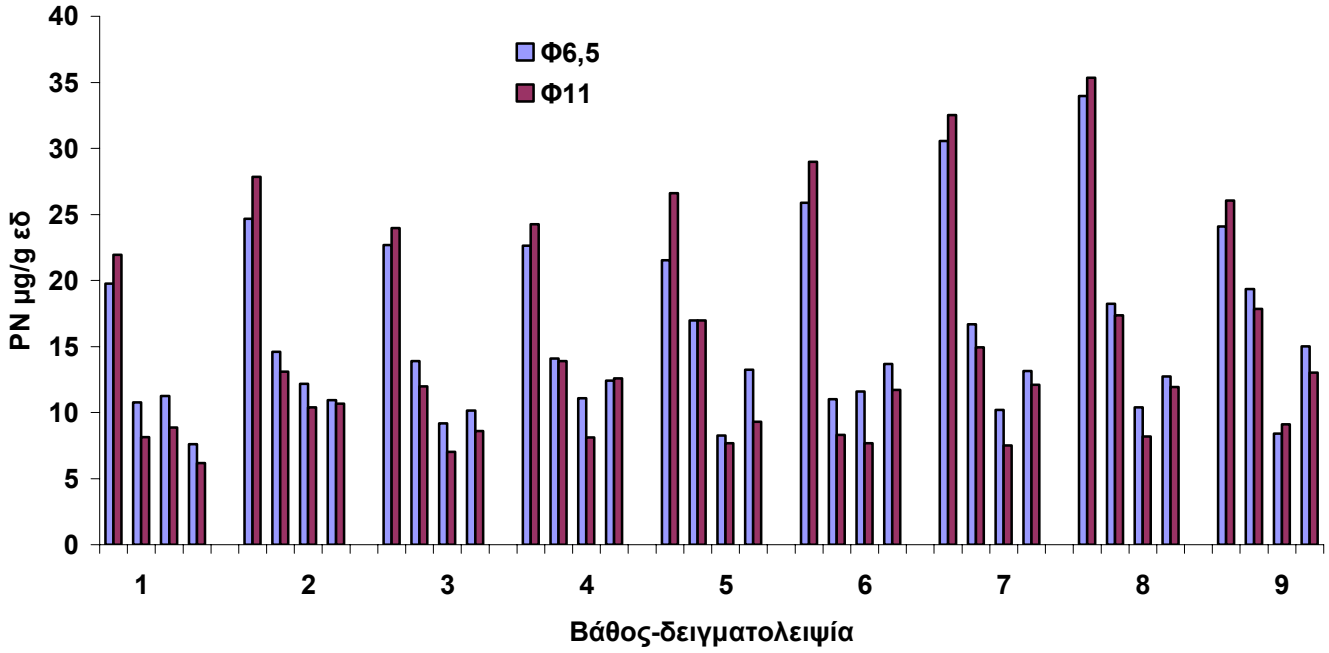
Τα βαθύτερα στρώματα (25-100 cm) του εδαφικού προφίλ φαίνεται από τον Πιν. 2 ότι περιέχουν οργανική ουσία. Η ύπαρξή της πιθανόν να οφειλόταν στη διήθηση των διαλυμένων οργανικών κολλοειδών με αποτέλεσμα η συγκέντρωση του Po να είναι υψηλή. Αυτή η οργανική ουσία ανοργανοποιήθηκε με την βοήθεια των φωσφατασών.

Πιν.2 Το βάθος του εδαφικού προφίλ σε cm, οι συγκεντρώσεις των φωσφατασών σε PN μg/γεδ , το pH, ο κατά Olsen-P σε ppm, ο Po σε ppm και η οργανική ουσία σε % των στρώσεων του εδαφικού προφίλ

Ημ.	Βάθος	Φ 6,5	Φ 11	pH	Olsen-P	Po	Ο.Ο	Ημερ.	Φ 6,5	Φ 11	pH	Olsen-P	Po	Ο.Ο
Δειγ.	cm	---PN μg/γεδ--			----------ppm--------		%	Δειγ.	---PN μg/γεδ--			--------ppm-------		%
	0-25	19,76	21,93	7 ,5	30,13	8,80	0,73		25,98	28,97	7,6	57,44	20,14	2,83
1	25-50	10,76	8,14	8,0	15,89	5,82	0,33	6	11,01	8,30	8,0	16,68	9,76	0,84
	50-75	11,26	8,85	8,0	21,79	2,99	0,21		11,60	7,68	8,0	18,90	12,03	0,94
	75-100	7,60	6,18	8,0	21,25	3,60	0,06		13,68	11,72	7,9	25,62	10,72	0,6
	0-25	24,68	27,85	7,5	40,39	1,07	1,87		30,55	32,51	7,3	40,39	8,54	1,92
2	25-50	14,60	13,10	8,1	18,61	0,98	1,27	7	16,68	14,93	8,0	19,88	2,80	0,86
	50-75	12,18	10,39	8,1	23,63	1,52	1,11		10,18	7,516	8,2	16,47	1,12	0,63
	75-100	10,93	10,68	8,1	21,57	0,30	1,15		13,14	12,10	8,1	23,81	2,57	0,38
	0-25	22,68	23,97	7,7	37,84	7,93	1,38		33,97	35,35	7,4	50,72	4,76	1,81
3	25-50	13,89	11,97	8,0	20,18	0,22	0,81	8	18,22	17,35	7,9	24,01	3,83	0,7
	50-75	9,183	7,01	8,3	18,56	0,22	0,52		10,39	8,18	8,2	16,21	4,17	0,16
	75-100	10,14	8,60	8,1	24,17	0,01	0,99		12,72	11,93	8,2	24,94	6,16	0,29
	0-25	22,64	24,26	7,5	27,52	4,20	2,29		24,10	26,05	7,5	48,19	2,96	1,54
4	25-50	14,10	13,89	7,9	21,69	5,37	1,37	9	19,35	17,85	8,1	26,70	8,12	0,72
	50-75	11,10	8,10	8,1	19,00	2,59	0,6		8,39	9,10	8,2	17,50	6,73	0,1
	75-100	12,43	12,6	7,9	23,60	2,99	0,92		15,01	13,01	8,3	26,96	10,58	0,32
	0-25	21,51	26,6	7,3	50,10	3,06	2,35							
5	25-50	16,97	16,97	7,7	32,07	17,79	1,78							
	50-75	8,266	7,68	8,0	19,78	7,93	0,62							
	75-100	13,23	9,30	7,9	27,01	9,52	1,04							

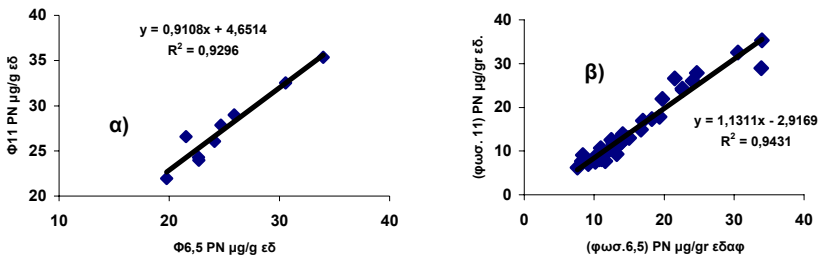
1=16/5/2006, 2=14/6/2006, 3=6/7/2006, 4=27/7/2006, 5=21/8/2006, 6=13/9/2006, 7=27/10/2006, 8=12/11/2006, 9=2/1/2007

Σχ 1. Οι συγκεντρώσεις των φωσφατασών, όξινες και αλκαλικές, σε όλες τις δειγματοληψίες και σε όλες τις στρώσεις



1=16/5/2006, 2=14/6/2006, 3=6/7/2006, 4=27/7/2006, 5=21/8/2006, 6=13/9/2006, 7=27/10/2006, 8=12/11/2006, 9=2/1/2007

Από τον Πιν. 2 και το Σχ.1 η συγκέντρωση των φωσφατασών δεν μεταβάλλονταν ή μεταβάλλονταν ελάχιστα με τις δειγματοληψίες. Φαίνεται ότι η κατάκλιση του εδάφους με νερό ή όχι και η καύση του άχυρου δεν επηρέασαν τις συγκεντρώσεις των φωσφατασών. Υπερτερούσαν όμως οι όξινες φωσφατάσες αν και το pH του εδάφους ήταν ελαφρώς αλκαλικό. Οι όξινες φωσφατάσες στο έδαφος κατά τους Tarafdar και Marschner (1994) παράγονται αποκλειστικά άμεσα από τις ρίζες των φυτών, ενώ οι George κ.ά. (2002) προσθέτουν ότι παράγονται και έμμεσα από την διέγερση της μικροβιακής μάζας (βακτηρίων, μυκήτων, ζυμών και πρωτόζωων), ενώ οι αλκαλικές παράγονται αποκλειστικά από βακτήρια, μύκητες και γαιοσκώληκες. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις των όξινων φωσφατασών στα βαθύτερα στρώματα, πιθανόν να οφειλόταν στη δράση των αναερόβιων μικροοργανισμών π.χ. ζύμες. Ο Olsen-P ήταν σε υψηλά επίπεδα σε όλες τις δειγματοληψίες. Αυτό συνέβαινε γιατί μέρος του Olsen-P καθώς και οργανικά κολλοειδή που ανοργανοποιούντο σε διαθέσιμο P από το επιφανειακό στρώμα διηθούντο [5, 12] και λόγω της ανοργανοποίησης του Po των στρώσεων.



Σχ.2 α) Ευθύγραμμη συσχέτιση των φωσφατασών του επιφανειακού στρώματος μεταξύ τους, β) Ευθύγραμμη συσχέτιση των φωσφατασών όλων των στρωμάτων μεταξύ τους

Στον Πιν. 3 παρουσιάζονται όλοι οι συντελεστές προσδιορισμού μεταξύ των φωσφατασών και άλλων εδαφικών παραγόντων. Από τον Πιν. 3 και το Σχ. 2 φαίνεται ότι υπήρχε στενή σχέση μεταξύ των φωσφατασών τόσο στο επιφανειακό στρώμα (r=0.964***) όσο και στο σύνολο τους (r=0.9711***). Η αύξηση της όξινης φωσφατάσης με παράλληλη αύξηση της αλκαλικής πιθανόν να οφειλόταν στο είδος των μικροοργανισμών που έμμεσα παράγουν όξινες φωσφατάσες σε συνεργασία με το ριζικό σύστημα του ρυζιού [3].

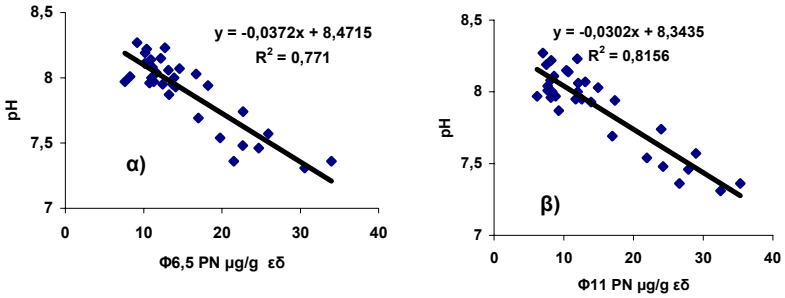
Πιν. 3 Συντελεστών προσδιορισμού των φωσφατασών με εδαφικούς παράγοντες.

	Φ11	pH	Ο.Ουσ.	Olsen-P	Pt	Po	Pi
Φ6,5	0.971***	-0.878***	0.753***	0.888***	0.766***	0.233	0.826***
Φ11		-0.903***	0.784***	0.890***	0.677***	0.213	0.808***
Olsen-P							0.844***

***P< 0.001, **P<0.01, *P< 0.05

Από το Σχ. 3 και Πιν. 3 φαίνεται ότι η όξινη και αλκαλική φωσφατάση είχαν αρνητική σχέση με το pH (r=-0.878*** και r=-0.903*** για την όξινη και αλκαλική φωσφατάση αντίστοιχα). Από το Σχ. 3 (α και β) φαίνεται ότι συγκεντρώσεις των φωσφατασών γύρω στα 10 PN μg/g εδ για όλες τις μετρήσεις και όλα τα βάθη

παρουσίαζαν την μεγαλύτερη συχνότητα σε pH 7,8 - 8,2. Αυτό επιβεβαιώνει την θεωρία των George κ.ά.. 2002, ότι δηλ. οι όξινες φωσφατάσεις στο έδαφος δεν παράγονται μόνο άμεσα από τις ρίζες των φυτών, αλλά και έμμεσα από την διέγερση της μικροβιακής μάζας, ανεξαρτήτου pH, πιθανότατα με συνεργασία του ριζικού συστήματος του ρυζιού, ενώ οι αλκαλικές παράγονται μόνο από τους μικροοργανισμούς.



Σχ.3 α) Ευθύγραμμη συσχέτιση των όξινων φωσφατασών με το pH των εδαφικών στρώσεων, β) Ευθύγραμμη συσχέτιση των αλκαλικών φωσφατασών με το pH των εδαφικών στρώσεων

Από τον Πιν. 3 φαίνεται ότι οι φωσφατάσες συνδέονται στενά, με τη οργανική ουσία του εδάφους (r=0,753*** και r=0,784*** για την όξινη και αλκαλική φωσφατάση αντίστοιχα), τον διαθέσιμο Olsen-P (r=0,888*** και r=0,890*** για την όξινη και αλκαλική φωσφατάση αντίστοιχα) και τον ανόργανο P (r=0,766*** και r=0,6676*** για την όξινη και αλκαλική φωσφατάση αντίστοιχα) αλλά δεν συνδέονται με τον Po. Ακόμη βρέθηκε ότι ένα μεγάλο μέρος (περίπου 80%) του Pi ήταν Olsen-P.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Appiah,M.P., Thomas, R.L., 1982. Inositol phosphatise and organic phosphorus contents and phosphatise activity of some Canadian and Ghanaian soils. Canadian Journal of Soil Sience 62, 31-38.
2. Cross, A.F., Schlesinger, W.H., 1995. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. Geoderma64, 197-214.
3. George, T.S., Gregory, P.J., Wood, M., Read, D., Buresh, R.J., 2002. Phosphatase activity and organic acids in the rhizosphere of potential agroforestry species and maize. Soil Biology and Biochemistry 34, 1487-1494.
4. Graetz, D.A., Nair, V.D., 1995. Fate of phosphorus in Florida Spodosols contaminated with cattle manure. Ecological Engineering 5, 163-181.
5. Koopmans, G.F., Chardon, W.J., and McDowell, R.W., 2007. Phosphorus Movement and Speciation in a Sandy Soil Profile after Long – Term Animal Manure Applications. J. Environ. Qual. 36: 305-315.
6. Olsen, S.R., and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. pp 301-312. In A.L. Page et al (eds). Methods of soil analysis Part 2. ASA, Madison, Wisconsin, USA.
7. Sharpley, A.N., Robinson, J.S., Smith, S.J., 1995. Bioavailable phosphorus dynamics in agricultural soils amd effects on water quality. Geoderma. 67, 1-5.

8. Tabatabai, M.A., 1994. Soil enzymes. In: Methods of Soil Analysis, Part 2, Microbiological and Biochemical Properties – SSSA Book Series, No.5. Soil Science of America, Madison, WI, USA 1994 pp. 775-859, Chapter 37.
9. Tarafdar, J.C., Marschner, H., 1994. Phosphatase activity in the rhizosphere and hyphosphere of VA mycorrhizal wheat supplied with inorganic and organic phosphorus. Soil Biology and Biochemistry 26, 387-395.
10. Thien S. J. and Myers R. 1992. Determination of bioavailabable phosphorus in soil SSSAJ 56(3): 814-818.
11. Wang Ke, Zhijian Zhang, Yinmei Zhu, Guanghuo Wang, Danchao Shi, Peter Christie, 2001. Surface water phosphorus dynamics in rice field receiving fertiliser and manure phosphorus. Chemosphere 42, 209-214.
12. Yu, S., He, Z.L., Stoffella, P.J., Calvert, D.V., Yang, X.E., Banks, D.J., Baligar, V.C., 2006. Surface runoff phosphorus (P) loss in relation to phosphatase activity and soil P fractions in Florida sandy soils under citrus production. Soil Biology and Biochemistry 38, 619-628.

(156)

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΤΑΣΗ ΠΡΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ALFISOL ΚΑΙ VERTISOL

Κ. Π. Παναγιωτόπουλος και Γ. Τσολάκη
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Εργαστήριο Εδαφολογίας, 541 24 Θεσσαλονίκη, kpp@agro.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη του ρόλου ορισμένων ιδιοτήτων και της υγρασίας στη συμπιεστότητα και στην τάση προσυμπίεσης εδαφών Alfisol και Vertisol. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι γενικά, η συμπιεστότητα αυξανόταν με αύξηση της περιεκτικότητας των εδαφών σε άργιλο ή με μείωση της φαινομενικής πυκνότητας. Επίσης, βρέθηκε θετική σχέση μεταξύ της τάσης προσυμπίεσης και της περιεκτικότητας των εδαφών σε άργιλο ή της φαινομενικής πυκνότητας. Όμως, καθοριστικός παράγων επηρεασμού της συμπιεστότητας και της τάσης προσυμπίεσης ήταν η εδαφική υγρασία.

THE INFLUENCE OF WATER CONTENT ON COMPRESSIBILITY AND PRE-COMPRESSION STRESS OF ALFISOL AND VERTISOL

K. P. Panayiotopoulos and G. Tsolaki
Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Laboratory of Soil Science, 541 24 Thessaloniki, Greece, kpp@agro.auth.gr

ABSTRACT

This work aims at evaluating compressibility and pre-compression stress which determine mechanical behavior of agricultural soils under given conditions.

The results showed that generally, compressibility was increased with increasing clay content or decreasing bulk density. It was also found a positive relationship between pre-compression stress and clay content or bulk density. However, water content was the dominant factor affecting both compressibility and pre-compression stress.

1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η συμπύκνωση των γεωργικών εδαφών έχει αρνητικές επιδράσεις σε εδαφικές ιδιότητες (ικανότητα συγκράτησης νερού, κίνηση νερού και αέρα και θερμικές ιδιότητες), στη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους και στο ρυθμό ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών. Η πρόληψη της συμπύκνωσης δεν είναι ίσως δυνατή χωρίς προηγούμενη μελέτη των μεταβολών της συμπιεστότητας και της τάσης προσυμπίεσης με την υγρασία. Με τον όρο συμπιεστότητα εννοείται η ευκολία με την οποία ένα έδαφος μπορεί να συμπυκνωθεί και ποσοτικά υπολογίζεται ως η κλίση της καμπύλης λογάριθμος τάσης συμπίεσης- φαινομενική πυκνότητα [1].

Αν το έδαφος δεν έχει δεχτεί παλαιότερα κάποια τάση συμπίεσης τότε η σχέση του λογαρίθμου της τάσης και της φαινομενικής πυκνότητας είναι γραμμική [2]. Όταν όμως το έδαφος είναι ήδη ως ένα βαθμό συμπυκνωμένο, τότε η προηγούμενη σχέση παριστάνεται με μία καμπύλη μη σταθερής κλίσης. Το σημείο στο οποίο η κλίση μεταβάλλεται απότομα αντιστοιχεί στην τάση προσυμπίεσης. Δηλαδή, η τάση προσυμπίεσης είναι η μέγιστη τάση που μπορεί να δεχτεί ένα έδαφος χωρίς η παραμόρφωσή του να γίνει πλαστική και μη αναστρέψιμη [3].

Ενώ σε διεθνές επίπεδο η έρευνα που αφορά τη συμπιεστότητα και την τάση προσυμπίεσης έχει προχωρήσει σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό, στην Ελλάδα δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου δεδομένα που να αφορούν αυτές τις δύο παραμέτρους της συμπύκνωσης των γεωργικών εδαφών. Έτσι, σκοπός αυτής της εργασίας ήταν ο προσδιορισμός της συμπιεστότητας και της τάσης προσυμπίεσης και η μελέτη των μεταβολών τους με την υγρασία.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την επίτευξη του στόχου αυτής της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν αδιατάρακτα εδαφικά δείγματα που λήφθηκαν με τη βοήθεια κυλίνδρων από ανοξείδωτο χάλυβα ύψους 4,1 και διαμέτρου 5,6 cm. Τα αδιατάρακτα δείγματα πάρθηκαν από την Κερασιά Θεσσαλονίκης (Alfisol) και τη Γαλάτιστα (Alfisol) και τον Άγιο Παύλο Χαλκιδικής (Vertisol) και από βάθη 0 – 5 και 30 – 35 cm. Σε διαταραγμένα εδαφικά δείγματα που λήφθηκαν από τα ίδια σημεία, μετά από αεροξήρανση, λεοτρίβηση και κοσκίνισμα (2 mm) προσδιορίστηκαν ορισμένες βασικές φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών (Πίνακας 1) [4, 5].

Από τη βάση κάθε αδιατάρακτου δείγματος αφαιρέθηκε μια ποσότητα εδάφους πάχους 2-3 mm και στη θέση του προστέθηκε μίγμα γύψου / νερού σε αναλογία 6 / 5. Η γύψος μετά τη στερεοποίησή της αποτελούσε μια σταθερή βάση συγκράτησης του δείγματος μέσα στο μεταλλικό κύλινδρο αλλά ταυτόχρονα επέτρεπε την κίνηση νερού.

Τα δείγματα κορέσθηκαν σε κενό με διάλυμα 0,005 M $CaSO_4.2H_2O$ για να παρεμποδιστεί η διασπορά της αργίλου και αφέθηκαν για διαστήματα από 12 ώρες μέχρι και 19 ημέρες. Μετά από αυτή την εξισορρόπηση η υγρασία τους κάλυπτε σχεδόν όλο το εύρος από περίπου τον κορεσμό μέχρι την αεροξήρανση.

Μετά την επίτευξη της επιθυμητής υγρασίας τα δείγματα συμπιεζόταν, με τη μέθοδο της μονοαξονικής φόρτισης, προοδευτικά με τάσεις συμπίεσης από 0 μέχρι και τουλάχιστον 1000 kPa και με ρυθμό παραμόρφωσης 1,52 mm min^{-1}. Για τη συμπίεση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε η συσκευή δοκιμής συμπίεσης της Wykeham Farrance Ltd (UK). Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης ήταν δυνατή η καταγραφή και αποθήκευση σε Η/Υ της τάσης συμπίεσης και της παραμόρφωσης (=μείωσης του ύψους) του δείγματος σε προεπιλεγμένα χρονικά διαστήματα. Από κάθε έδαφος και βάθος χρησιμοποιήθηκαν περισσότερα από 20 δείγματα διαφορετικής υγρασίας.

Για τον υπολογισμό της τάσης προσυμπίεσης και της συμπιεστότητας των εδαφικών δειγμάτων διαφορετικής υγρασίας, έγιναν διαγράμματα τάσης – παραμόρφωσης και υπολογίστηκαν οι εξισώσεις που περιγράφουν το ευθύγραμμο τμήμα της καμπύλης. Στις εξισώσεις συμμεταβολής (της μορφής y=a+bx), ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν η τάση συμπίεσης που εφαρμόστηκε στα εδαφικά δείγματα ενώ η παραμόρφωση που υπέστησαν τα δείγματα αποτελούσε την εξαρτημένη μεταβλητή. Η συμπιεστότητα υπολογίστηκε ως η κλίση αυτών των καμπυλών. Η τάση προσυμπίεσης υπολογίστηκε από τις ίδιες εξισώσεις και για παραμόρφωση ίση με 0,025 mm/mm αρχικού ύψους του δείγματος [6].

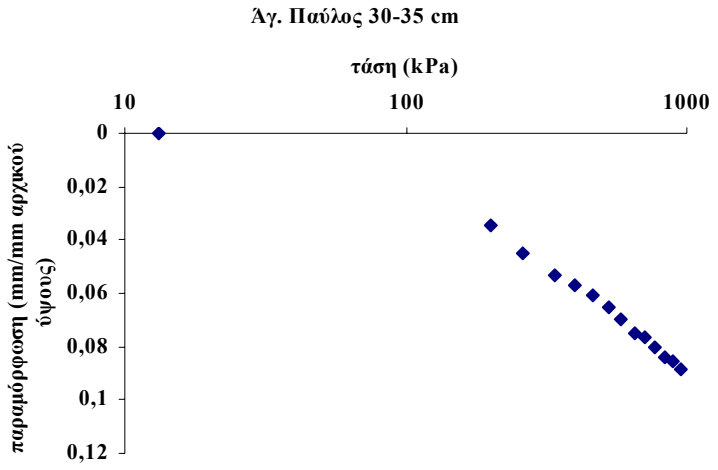
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 1 αξίζει να σημειωθεί η πολύ μικρή περιεκτικότητα σε άργιλο του εδάφους της Γαλάτιστας και η αυξημένη περιεκτικότητα του εδάφους του Αγ. Παύλου σε σμεκτίτη. Στο Σχήμα 1 δίνεται γραφικά η σχέση τάσης συμπίεσης και παραμόρφωσης ενδεικτικά για ένα δείγμα.

Πίνακας 1. Ορισμένες βασικές φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών που χρησιμοποιήθηκαν

Έδαφος	Αγ. Παύλος		Γαλάτιστα		Κερασιά	
Βάθος, cm	0-5	30-35	0-5	30-35	0-5	30-35
Άμμος (%)	44,1	43,7	68,5	63,9	58,5	50,5
Ιλύς (%)	26,2	21,7	19,1	21,8	17,8	15,9
Άργιλος (%)	29,7	34,6	12,4	14,3	23,7	33,6
Κοκκομετρική σύσταση	αργιλοπηλώδες		αμμοπηλώδες		αμμοαργιλοπηλώδες	
Φαινομενική πυκνότητα (Mg m^{-3})	1,20	1,40	1,43	1,37	1,27	1,44
pH	7,75	7,93	5,17	6,4	6,5	7,38
$CaCO_3$ (%)	0,40	0,35	-	-	-	-
Οργανική ουσία (%)	2,68	1,88	1,61	1,47	3,63	1,34
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (mS/cm)	0,72	0,49	0,31	0,18	0,97	0,32
Ορυκτολογική σύσταση αργίλου, %						
Ιλλίτης	≈ 20		≈ 80		≈ 70	
Σμεκτίτης	≈ 50		-		≈ 20	
Καολινίτης	≈ 20		≈ 10		≈ 10	
Βερμικουλίτης	≈ 10		≈ 10		-	

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συμπιεστότητα διαφέρει μεταξύ των εδαφών αλλά και των βαθών του ίδιου εδάφους. Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι η μέση συμπιεστότητα των επιφανειακών δειγμάτων ήταν μεγαλύτερη στο έδαφος του Αγ. Παύλου (= 0,0734



Σχήμα 1: Τυπικό διάγραμμα τάσης συμπίεσης – παραμόρφωσης (έδαφος Αγ. Παύλου, βάθος 30-35 cm, αρχική υγρασία 0,074 g/g).

kPa^{-1}), ακολουθούσε το έδαφος της Κερασιάς (= 0,0704 kPa^{-1}) και είχε μικρότερη τιμή στο έδαφος της Γαλάτιστας(= 0,054 kPa^{-1}). Δηλαδή, η μέση συμπιεστότητα βρέθηκε να αυξάνει με την περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο και να μειώνεται με την αύξηση της φαινομενικής πυκνότητας (Πίνακας 1).

Τα δεδομένα συμπιεστότητας και υγρασίας για όλα τα εδάφη και βάθη που χρησιμοποιήθηκαν φαίνεται να προσαρμόζονται καλύτερα σε εξισώσεις συμμεταβολής παραβολικής μορφής ($y=a+bx+cx^2$). Αυτό σημαίνει ότι η συμπιεστότητα, αυξάνει με την αύξηση της υγρασίας μέχρι κάποιο όριο και μετά μειώνεται (Σχήμα 2).

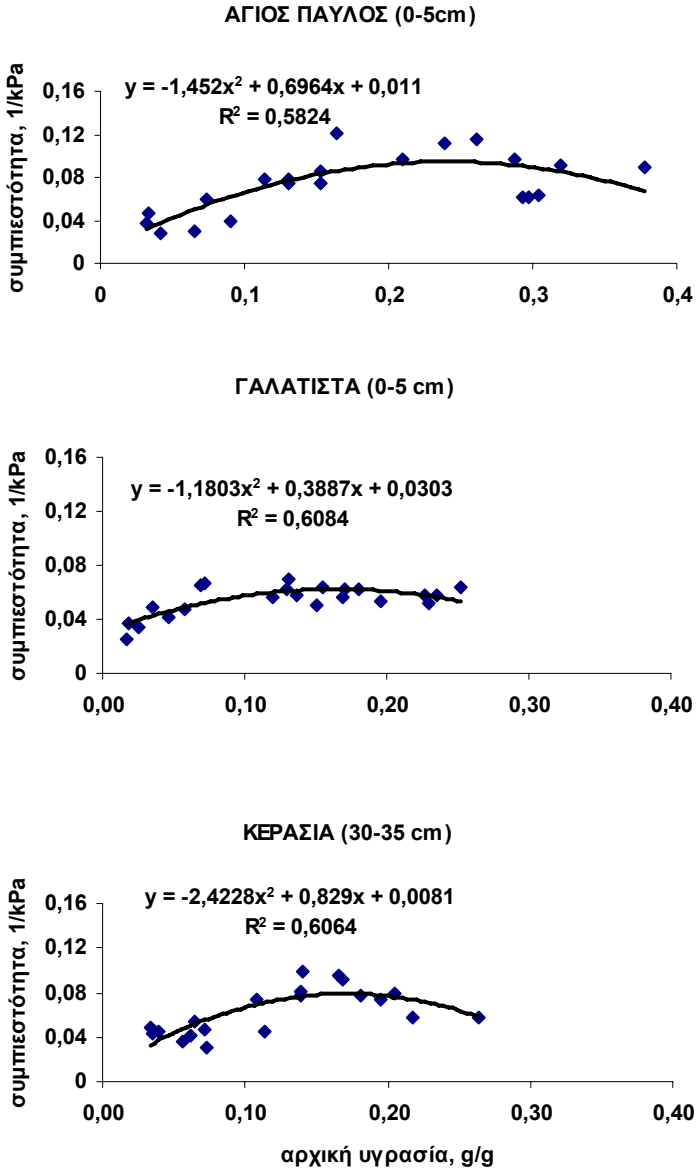
Η κατ' αρχήν μη αναμενόμενη αυτή σχέση συμπιεστότητας – υγρασίας μπορεί να αποδοθεί στους ακόλουθους λόγους:

α) όταν το νερό, που είναι ασυμπίεστο, καλύπτει σημαντικό ποσοστό του πορώδους διαστήματος, συγκρατείται ισχυρά μέσα στους πόρους, οι οποίοι λόγω συμπύκνωσης έχουν μικρότερη ακτίνα, και δεν απομακρύνεται. Επομένως, η μείωση του όγκου των δειγμάτων, και φυσικά του όγκου των πόρων, γίνεται δυσκολότερα δηλαδή και η συμπιεστότητα μειώνεται

β) οι απωστικές δυνάμεις μεταξύ τεμαχιδίων αργίλου που αυξάνουν προοδευτικά κατά τη σταδιακή προσέγγιση των τεμαχιδίων λόγω συμπύκνωσης, αντιστέκονται στην περαιτέρω προσέγγιση

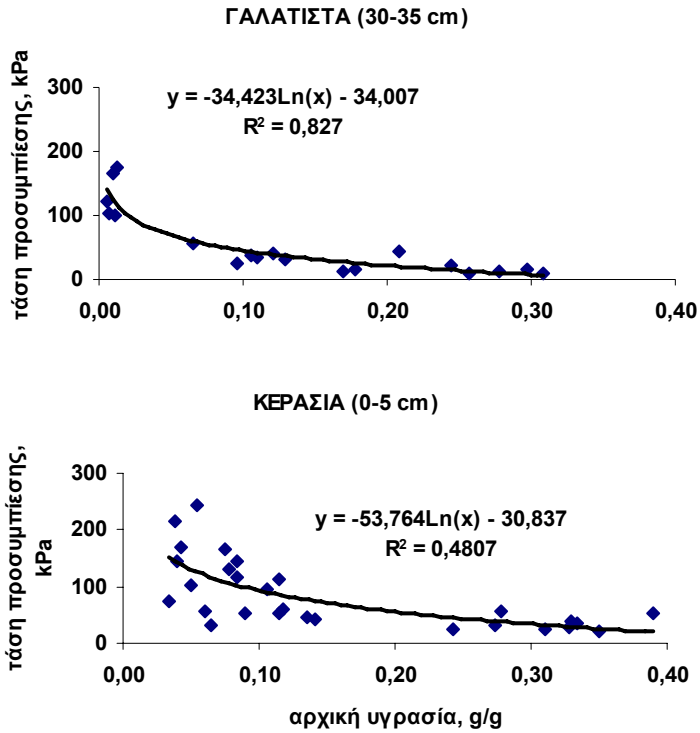
γ) είναι φυσικό, οι ανωτέρω λόγοι (α) και (β) να εμφανίζονται σε εντονότερο βαθμό όταν αυξάνει η φαινομενική πυκνότητα, η περιεκτικότητα των εδαφών σε άργιλο και όταν υπάρχει αυξημένη παρουσία ορυκτών με εκτατό κρυσταλλικό πλέγμα.

Όσον αφορά την τάση προσυμπίεσης, συγκρίσεις των ίδιων βαθών έδειξαν ότι στο επιφανειακό στρώμα (0 – 5 cm) δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0,05$) της τάσης προσυμπίεσης μεταξύ των τριών εδαφών. Αντίθετα για το βάθος 30 – 35 cm, οι διαφορές μεταξύ του εδάφους της Γαλάτιστας (54,44 kPa) και καθενός από τα άλλα δύο εδάφη (Άγιος Παύλος = 108,99 kPa και Κερασιά = 97,88 kPa) ήταν στατιστικά σημαντικές ($p<0,05$). Δηλαδή, η μέση τάση προσυμπίεσης, όπως αναφέρθηκε και για τη μέση συμπιεστότητα, αυξάνει με την περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο και μειώνεται με τη φαινομενική πυκνότητα.



Σχήμα 2. Σχέση συμπιεστότητας-αρχικής εδαφικής υγρασίας

Οι μεταβολές της τάσης προσυμπίεσης με την υγρασία, για δύο βάθη των εδαφών που μελετήθηκαν δίνονται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Σχέση τάσης προσυμπίεσης και υγρασίας σε διαφορετικά βάθη δύο εδαφών.

Από το Σχήμα 3 φαίνεται ότι, η σχέση τάσης προσυμπίεσης – υγρασίας είναι λογαριθμικής μορφής. Από καθαρά θεωρητική-φυσική άποψη, η τάση προσυμπίεσης αναμένεται να μειώνεται λογαριθμικά όταν αυξάνει η αρχική υγρασία των εδαφικών δειγμάτων. Αυτό πρέπει να συμβαίνει καθώς ο ρόλος του νερού σε αυτή την περίπτωση οφείλεται στις ελκτικές δυνάμεις (μύζηση) που αναπτύσσονται μεταξύ των στερεών τεμαχιδίων και οι οποίες αντιστέκονται στην παραμόρφωση του εδάφους κατά τη συμπίεση. Παρόμοια σχέση τάσης προσυμπίεσης και εδαφικής υγρασίας έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές [2].

Σε εδάφη υψηλής περιεκτικότητας σε άργιλο στην οποία επικρατούν ορυκτά εκτατού κρυσταλλικού πλέγματος, μεταβολές της υγρασίας έχουν ως αποτέλεσμα μεταβολές της πίεσης διόγκωσης και της φαινομενικής πυκνότητας. Επομένως, σε τέτοια εδάφη η υγρασία εκτός από άμεση έχει και έμμεση επίδραση στην τάση προσυμπίεσης και στη συμπιεστότητα.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα ευρήματα αυτής της εργασίας συνοψίζονται στα ακόλουθα συμπεράσματα:

1) το έδαφος της Γαλάτιστας είχε τη μικρότερη συμπιεστότητα από τα εδάφη της Κερασιάς και του Αγ. Παύλου. Επίσης, μικρότερη συμπιεστότητα βρέθηκε στα υποεπιφανειακά σε σύγκριση με τα επιφανειακά δείγματα όλων των εδαφών

2) η συμπιεστότητα αυξανόταν μέχρι μια οριακή τιμή υγρασίας και μετά ακολουθούσε πτωτική πορεία. Αυτή η οριακή τιμή υγρασίας φαίνεται να εξαρτάται από την περιεκτικότητα των εδαφών σε άργιλο και την ορυκτολογία της αργίλου

3) η τάση προσυμπίεσης αυξανόταν κατά τη σειρά Γαλάτιστα < Κερασιά < Άγιος Παύλος
4) σε κάθε περίπτωση η τάση προσυμπίεσης μειωνόταν με την αύξηση της υγρασίας. Η σχέση τάση προσυμπίεσης-υγρασία φαίνεται να καθορίζεται από την κοκκομετρική σύσταση των εδαφών και την ορυκτολογία της αργίλου
5) η περιεκτικότητα σε άργιλο και η ορυκτολογική σύσταση της αργίλου φαίνεται να παίζουν καθοριστικό στη μηχανική συμπεριφορά των εδαφών.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Παναγιωτόπουλος, Κ.Π., 2006. *Γεωργική Εδαφομηχανική*, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ, σελ. 89-92.
2. Mosaddeghi, M.R., Hemmat, A., Hajabbasi, M.A., Alexandrou, A., 2003. Pre-compression stress and its relation with the physical and mechanical properties of a structurally unstable soil in central Iran. *Soil and Tillage Research* 70, 53-64.
3. Horn R., Lebert M., 1994. Soil compactibility and compressibility. In: Soane B. D., van Ouwerkerk C., *Soil Compaction in crop production*, Elsevier, Amsterdam, 45-69.
4. Sparks, D.L. *et al*. (eds) 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
5. Campbell, G.S. *et al.* (eds) 2002. Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
6. Arvidsson, J. and Keller, T., 2004. Soil precompression stress. I. A survey of Swedish arable soils. Soil and Tillage Research 77, 85-95.