



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ “ΔΗΜΗΤΡΑ”

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ & ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΛΑΦΩΝ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ 1, 41335 ΛΑΡΙΣΑ  
Τηλ. 2410 671290, Fax 2410 671321, E-mail: [secretary@ismc.gr](mailto:secretary@ismc.gr)  
Website: <http://www.ismc.gr>

**ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ  
ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ,  
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΣΜΕΥΟΜΕΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ  
ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

**ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**

**ΛΑΡΙΣΑ 2012**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

|                                                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ                                                          | ΣΕΛΙΔΑ |
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ                                                          | 3      |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ                                                       | 5      |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ                                                          | 7      |
| ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ                                                       | 9      |
| Εφαρμογή Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΣΟΔ)               | 9      |
| Μελέτη ισοζυγίου άνθρακα                                          | 11     |
| Δημιουργία γεωβάσης                                               | 13     |
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ                                         | 15     |
| Ιδιότητες των εδαφών στα οποία καλλιεργείται η βιομηχανική τομάτα | 15     |
| Δεδομένα Φυλλοδιαγνωστικής                                        | 20     |
| Νερά Άρδευσης                                                     | 22     |
| «Αποτύπωμα Άνθρακα»                                               | 25     |
| Γεωγραφική βάση δεδομένων                                         | 28     |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ                                                      | 29     |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ                                                          | 32     |
| ABSTRACT                                                          | 33     |
|                                                                   |        |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ                                                         | 34     |
| I. ΣΥΜΒΑΣΗ ΕΡΓΟΥ                                                  | 35     |
| II. ΧΑΡΤΗΣ ΠΙΛΟΤΙΚΩΝ ΑΓΡΩΝ                                        | 41     |
| III. ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΣΕΩΝ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΑΓΡΩΝ                                 | 42     |
| IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ                               | 43     |
| V. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ                                 | 66     |
| VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΝΕΡΩΝ                                  | 73     |
|                                                                   |        |
|                                                                   |        |
|                                                                   |        |
|                                                                   |        |

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στις μέρες μας η παραγωγή καλής ποιότητας γεωργικών προϊόντων με ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος, αποτελούν κατευθυντήριες αρχές που πρέπει να υιοθετεί η σύγχρονη γεωργία. Η κλιματική αλλαγή θεωρείται πλέον τεκμηριωμένη τουλάχιστο σε ό,τι αφορά τη μεταβολή ορισμένων κλιματικών χαρακτηριστικών, όπως η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, που προκαλείται από την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Η αντιμετώπιση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής επιβάλλει τη λήψη μέτρων σε όλους τους τομείς συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας, η οποία συμβάλλει σε σημαντικό ποσοστό στην εκδήλωση των σχετικών φαινομένων. Μεταξύ των συστημάτων παραγωγής που υιοθετούνται σήμερα για την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων και την προστασία της περιβαλλοντικής αειφορίας είναι και το σύστημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης (ΣΟΔ) για το οποίο το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων δημιούργησε σχετικό πρότυπο (AGRO 2-1). Επί πλέον, στην προσπάθεια ποσοτικοποίησης της περιβαλλοντικής αειφορίας άρχισαν να αναπτύσσονται διάφοροι δείκτες, οι οποίοι αναγράφονται στα παραγόμενα προϊόντα. Ένας τέτοιος δείκτης, που γίνεται ευρέως αποδεκτός, είναι το «αποτύπωμα άνθρακα», που ορίζεται ως το ποσό του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και άλλων αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) που εκλύονται στην ατμόσφαιρα σε όλη τη διάρκεια μιας δραστηριότητας ή της παραγωγής ενός προϊόντος. Η βιομηχανική τομάτα αποτελεί σημαντική γεωργική καλλιέργεια για τη χώρα μας, για την οποία οι παραγωγοί αυξάνουν το ενδιαφέρον τους για την βελτίωση των συνθηκών καλλιέργειας υιοθετώντας προοδευτικά συστήματα που προωθούνται, όπως το σύστημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης (ΣΟΔ) που ανέπτυξε ο αρμόδιος οργανισμός πιστοποίησης του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ). Επί πλέον οι προοδευτικοί παραγωγοί και φορείς που κατανοούν τη σημασία των συστημάτων αυτών, ενθαρρύνουν και υποστηρίζουν την παραγωγή τομάτας με τέτοια συστήματα που εκτός από την ποσοτική λαμβάνουν σοβαρά υπόψη και την ποιοτική πλευρά στην παραγωγή του προϊόντος παρακολουθώντας τις διεθνείς εξελίξεις.

Δεδομένων των παραπάνω, η εταιρεία Δ. ΝΟΜΙΚΟΣ ΑΒΕΕ ύστερα από σχετικές συζητήσεις, αποφάσισε να προχωρήσει στη σύναψη σχετικής σύμβασης με το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών του ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ με σκοπό την εφαρμογή καλλιεργητικών

πρακτικών από τους παραγωγούς βιομηχανικής τομάτας, με τους οποίους συνεργάζεται, που ορίζονται στο σύστημα ΣΟΔ καθώς και μία πρώτη προσπάθεια εκτίμησης του ισοζυγίου άνθρακα στην καλλιέργεια αυτή.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η εν λόγω εργασία εκπονήθηκε ύστερα από πρωτοβουλία της Εταιρείας Δ. ΝΟΜΙΚΟΣ ΑΒΕΕ, η οποία υπέγραψε σχετική σύμβαση με το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών. Με την ευκαιρία εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας προς τη διοίκηση της επιχείρησης για την ανάθεση της μελέτης στο ινστιτούτο μας.

Για την εκπόνηση της μελέτης συνεργάστηκαν οι παρακάτω εργαζόμενοι του Ινστιτούτου:

- Δρ. Δημήτριος Δημογιάννης, Αναπληρωτής Ερευνητής, ο οποίος ήταν ο επιστημονικός υπεύθυνος.
- Δρ. Χρίστος Τσαντήλας, Τακτικός Ερευνητής, Αναπληρωτής Επιστημονικός Υπεύθυνος.
- Δρ. Ιωάννης Σγούρας, Αναπληρωτής Ερευνητής, μέλος της επιστημονικής ομάδας.
- Αλέξανδρος Τσιτούρας, μέλος της επιστημονικής ομάδας.
- Δρ. Χρήστος Νούλας, μέλος της επιστημονικής ομάδας.

Επίσης συνεργάστηκε στην υλοποίηση της εργασίας το προσωπικό του Εργαστηρίου Αναλύσεως Εδαφών, αποτελούμενο από τους:

- Δρ. Μιλτιάδη Τζιουβαλέκα, Υπεύθυνος Διασφάλισης Ποιότητας του Εργαστηρίου,
- Παρασκευή Γρυπάρη,
- Αικατερίνη Δραγοΐδου,
- Κωνσταντίνα Μαντέλου,
- Ευαγγελή Μαχαίρα,
- Ευαγγελία Χατζηκύρου,
- Ελένη Πούλιου,
- Ιωάννη Τσιακάλη

καθώς και το τεχνικό προσωπικό

- Ευάγγελο Μπακογιάννη
- Κωνσταντίνο Ντοκούζη,
- Φώτιο Ντάφο και
- Σοφία Νανούλη.

Η στατιστική επεξεργασία των αναλυτικών δεδομένων έγινε από τον Δρ. Ευαγγέλου Ελευθέριο.

Όλους τους παραπάνω καθώς και όλο το υπόλοιπο προσωπικό του Ινστιτούτου που συνέβαλε στην ολοκλήρωση της μελέτης αυτής, ευχαριστούμε θερμά. Τέλος θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον κ. Αριστοτέλη Κυρίτση, Προϊστάμενο της Γεωπονικής Υπηρεσίας της Δ. ΝΟΜΙΚΟΣ ΑΒΕΕ για τη σημαντική βοήθειά του στην πραγματοποίηση της μελέτης καθώς και τους παραγωγούς που συμμετείχαν στο πρόγραμμα.

Λάρισα 15/11/2012

Δρ. Χρίστος Τσαντήλας  
Διευθυντής ΙΧΤΕΛ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλή ποιότητα και η ανταγωνιστικότητα των γεωργικών προϊόντων, καθώς και η προστασία του περιβάλλοντος, είναι οι τρεις κατευθυντήριες αρχές που πρέπει να τηρεί η σύγχρονη γεωργία. Ο σύγχρονος όρος «Ολοκληρωμένη Διαχείριση» της γεωργικής παραγωγής είναι αυτός που ενσωματώνει και επιβάλλει τους όρους που πρέπει να εφαρμόζονται για την ανάδειξη της ποιότητας και της ανταγωνιστικότητας των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων, με ταυτόχρονη μέριμνα για τον σεβασμό και την προστασία του περιβάλλοντος (κάλυψη των νομικών υποχρεώσεων που αφορούν στο περιβάλλον). Σύμφωνα με το πρότυπο AGROCERT (2008), το Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης ορίζεται ως «το σύνολο διαδικασιών και διεργασιών που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και παρέχουν τη δυνατότητα σε μια γεωργική εκμετάλλευση να σχεδιάζει και να εφαρμόζει πολιτική που συμβάλλει στην παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων και μάλιστα με σεβασμό στο περιβάλλον και στόχο στην αειφορία». Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης είναι η ελαχιστοποίηση των εισροών, κυρίως λόγω της επιστημονικής τεκμηρίωσης των εφαρμοζόμενων πρακτικών διαχείρισης. Η μείωση των εισροών μειώνει το κόστος παραγωγής και συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Η εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης πρέπει να γίνεται από ομάδες μικρών γεωργικών εκμεταλλεύσεων με τη μορφή κοινοπραξίας, ώστε να επιμερίζεται το κόστος εφαρμογής του συστήματος σε περισσότερους παραγωγούς, να αυξάνει η διαπραγματευτική ικανότητα διάθεσης των προϊόντων και να αυξάνει τα περιβαλλοντικά οφέλη. Η δε ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων πρέπει να υποστηρίζεται με αξιόπιστη σήμανση, η οποία θα αναδεικνύει την Ολοκληρωμένη Διαχείριση ως σύστημα παραγωγής, ώστε η ταυτότητα των γεωργικών προϊόντων να βελτιώνει την ανταγωνιστικότητά τους. Το σύστημα εστιάζει επίσης στην ιχνηλασιμότητα του γεωργικού προϊόντος, δηλαδή στην ικανότητα να προσδιορίζεται η θέση παραγωγής του προϊόντος και το ιστορικό της παραγωγής του, με τη βοήθεια συγκεκριμένων διαδικασιών καταγραφής και ταυτοποίησης.

Η εφαρμογή ωστόσο ενός τέτοιου οργανωμένου συστήματος παραγωγής, εκτός των άλλων, απαιτεί για κάθε αγροτεμάχιο την οργάνωση και επεξεργασία σημαντικού όγκου γεωγραφικών και αγρονομικών δεδομένων, η διαχείριση των οποίων μπορεί να υποστηριχθεί με τη χρησιμοποίηση των Γεωγραφικών Συστημάτων

Πληροφοριών (ΓΣΠ). Ποίο συγκεκριμένα αυτό μπορεί να γίνει με την ανάπτυξη μίας γεωβάσης (*Personal Geodatabase*), η οποία παρέχει την δυνατότητα της εισαγωγής, αποθήκευσης, ανάκτησης, επεξεργασίας, ανάλυσης και παραγωγής γεωχωρικών δεδομένων με σκοπό την καλύτερη εφαρμογή του ΣΟΔ.

Τελευταία, με την κλιματική αλλαγή να βρίσκεται πολύ ψηλά στην περιβαλλοντική και πολιτική ατζέντα, ο όρος «αποτύπωμα άνθρακα» (carbon footprint) ή «περιβαλλοντικό αποτύπωμα» έχει γίνει πολύ δημοφιλής και είναι σε ευρεία χρήση στη δημόσια συζήτηση για την ευθύνη και τις ενδεικνύμενες ενέργειες μετριασμού της απειλής του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα είναι σε μεγάλη ζήτηση. Γενικά, το «αποτύπωμα άνθρακα» είναι η συνολική ποσότητα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με δραστηριότητες, προϊόντα ή υπηρεσίες. Οι Wright et al. (2011) ορίζουν το «αποτύπωμα άνθρακα» ως τον προσδιορισμό της συνολικής ποσότητας των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου ενός ορισμένου πληθυσμού, συστήματος ή δραστηριότητας, λαμβανομένων υπόψη όλων των σχετικών πηγών, χώρων κατακράτησης και αποθήκευσης μέσα στα χωρικά και χρονικά όρια του συγκεκριμένου πληθυσμού, συστήματος ή δραστηριότητας. Υπολογίζεται ως ισοδύναμο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>e). Άπαξ και ένα αποτύπωμα άνθρακα είναι γνωστό, μια στρατηγική μπορεί να επινοηθεί για να το μειώσει, όπως π.χ. τεχνολογικές παρεμβάσεις, καλλίτερη διαχείριση δραστηριοτήτων και προϊόντων κ.λ.π.

Η καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας αποτελεί μια δυναμική καλλιέργεια που καταλαμβάνει σημαντική θέση στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας. Το μεγαλύτερο μέρος του παραγόμενου προϊόντος διατίθεται στην «BIOMHXANIA ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ Α.Β.Ε.Κ. Δ. ΝΟΜΙΚΟΣ», η μονάδα παραγωγής της οποίας βρίσκεται στην περιοχή Δομοκού Φθιώτιδας. Η βιομηχανία, στην προσπάθειά της να βελτιστοποιήσει τις συνθήκες για την παραγωγή ενός οικονομικού, ποιοτικού, ασφαλούς και ανταγωνιστικού προϊόντος και μέσα σε πλαίσια προστασίας του γεωργικού περιβάλλοντος, ανέθεσε στον ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ» - Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας, με την από 1-9-2011 σχετική σύμβαση (βλ. Κεφάλαιο Ι του Παραρτήματος), την εκπόνηση μελέτης διερεύνησης και βελτίωσης των συνθηκών της καλλιέργειας, όπως αυτή υλοποιείται από τις

ομάδες παραγωγών των οποίων παραλαμβάνει το προϊόν. Ειδικότερα, σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση των εδαφοϋδατικών, φυτικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων, με απώτερο στόχο τον καθορισμό των πρακτικών διαχείρισης της καλλιέργειας σύμφωνα με τους κανόνες της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης. Επίσης, ο προσδιορισμός του δεσμευόμενου από την καλλιέργεια άνθρακα στα πλαίσια προσέγγισης του ζητήματος του «περιβαλλοντικού αποτυπώματος» αυτής (βλ. Σύμβαση ανάθεσης έργου, Παράρτημα).

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Η προετοιμασία των αγρών για την υποδοχή της καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας λαμβάνει χώρα τέλος χειμώνα – αρχές άνοιξης (μέχρι τέλος Μαρτίου) και στη συνέχεια (μέχρι 15-20 Απριλίου) ακολουθεί η εγκατάσταση της καλλιέργειας. Η εγκατάσταση στην περιοχή μελέτης έγινε ως επί το πλείστον με μεταφύτευση φυταρίων τομάτας, που είχαν αναπτυχθεί σε σπορείο. Τα φυτάρια εγκαταστάθηκαν σε δίδυμες γραμμές σε αποστάσεις 40 cm επί της γραμμής και 50 cm μεταξύ των γραμμών. Η απόσταση μεταξύ των δίδυμων γραμμών είναι 100 cm. Ο αριθμός των φυτών ανά στρέμμα ανέρχονταν σε 3.200 – 3.300. Σπάνια η εγκατάσταση γίνεται με τη χρήση σπόρου απευθείας στον αγρό, σύμφωνα με την παραπάνω γραμμική διάταξη, και στη συνέχεια αραίωση των φυτών. Χρησιμοποιήθηκαν διάφορες ποικιλίες τομάτας οι πλέον συνήθεις των οποίων είναι οι H 3402, Gibson, Vulcan, Campana 262. Η βασική λίπανση του εδάφους έγινε πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας με την τεχνική της ενσωμάτωσης με άροση.

### **Εφαρμογή Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΣΟΔ)**

Για τις ανάγκες καθορισμού της βασικής λίπανσης, προσκομίσθηκαν στο εργαστήριο κατά το χρονικό διάστημα από μέσα Δεκεμβρίου 2011 μέχρι μέσα Φεβρουαρίου 2012 με ευθύνη της Γεωπονικής Υπηρεσίας της Εταιρείας, 530 εδαφικά δείγματα, κυρίως από περιοχές των νομών Λάρισας, Καρδίτσας και Φθιώτιδας (οι θέσεις δειγματοληψίας εμφανίζονται στο χάρτη που παρατίθεται στο κεφάλαιο ΙΙΙ του Παραρτήματος) και αναλύθηκαν ως προς τις παρακάτω βασικές ιδιότητες:

- **Κοκκομετρική Σύσταση.** Έγινε με τη χρήση πυκνομέτρου Βουγιούκου (Gee and Bauder, 1986)

- **pH.** Προσδιορίστηκε σε αιώρημα εδάφους σε νερό σε αναλογία 1:1 (McLean, 1982)
- **Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC).** Προσδιορίστηκε επίσης σε αιώρημα εδάφους σε νερό σε αναλογία 1:1 (Bower and Wilcox, 1965).
- **Ανθρακικά Άλατα.** Προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο του ασβεστομέτρου κατά Bernard (Allison and Moodie, 1965)
- **Οργανική Ουσία.** Προσδιορίστηκε με καύση με διχρωμικό κάλιο και πυκνό θειικό οξύ (Nelson and Sommers, 1982)
- **Ανταλλάξιμα Κατιόντα ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ).** Προσδιορίστηκαν ύστερα από επεξεργασία με διάλυμα οξικού αμμωνίου 1N (pH 7.0) (Thomas, 1982). Πρέπει να σημειωθεί ότι για τα ασβεστούχα εδάφη οι τιμές του  $Ca^{2+}$  και  $Mg^{2+}$  (και ιδίως του  $Ca^{2+}$ ) που προκύπτουν με την εν λόγω μέθοδο δεν είναι έγκυρες. Για το λόγο αυτό οι τιμές του  $Ca^{2+}$  στα ασβεστούχα εδάφη δεν εμφανίζονται.
- **Διαθέσιμος Φωσφόρος (P).** Προσδιορίστηκε κατά Olsen μετά από εκχύλιση με όξινο ανθρακικό νάτριο (Olsen and Dean, 1965). Η μέθοδος ενδείκνυται για ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη.
- **Νιτρικά ( $NO_3^-$ ).** Προσδιορίστηκαν χρωματομετρικά, ύστερα από εκχύλιση με 2 M KCl και πέρασμα του εκχυλίσματος από στήλη καδμίου (Bremner, 1965)

Τα παραπάνω αναλυτικά δεδομένα, με βάση τα οποία καθορίστηκε η βασική λίπανση για κάθε αγρό, ολοκληρώθηκαν και παραδόθηκαν σε ηλεκτρονική μορφή στην Εταιρεία μέχρι τέλος Φεβρουαρίου 2012, με δυνατότητα εκτύπωσης αυτών ανά παραγωγό.

Επιπλέον, προκειμένου να διερευνηθούν τα επίπεδα διαθεσιμότητας των ιχνοστοιχείων στα καλλιεργούμενα εδάφη έγιναν προσδιορισμοί στα εν λόγω δείγματα των διαθεσίμων μορφών των μετάλλων Fe, Cu, Zn, Mn, ύστερα από εκχύλιση με διάλυμα DTPA (Lindsay and Norvell, 1978), και B, ύστερα από εκχύλιση με ζεστό νερό (Wear, 1965). Τα δεδομένα ενσωματώθηκαν στο προηγούμενο αρχείο και δόθηκαν στην Εταιρεία περί τα μέσα Μαΐου 2012.

Εντός του Μαρτίου 2012 έγινε δειγματοληψία αρδευτικών νερών (16 δείγματα), η οποία επαναλήφθηκε εντός του Ιουνίου (συμπληρωμένη με επιπλέον 4 δειγματοληψίες), προκειμένου να μελετηθεί η ποιότητά τους κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, ιδίως για περιοχές οι οποίες έχουν αναφερθεί ως επιβαρυμένες με χρώμιο (Cr) (ευρύτερη περιοχή Αρμενίου-Κιλελέρ). Τα νερά αναλύθηκαν ως προς τις ιδιότητες: pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, κατιόντα ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), ανιόντα ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ), σκληρότητα, υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο (RCS), βαρέα μέταλλα (Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) και Fe. Με βάση τη συγκέντρωση των κατιόντων  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  υπολογίζεται η τιμή του SAR (Sodium Absorption Ratio). Στη συνέχεια, με βάση τις τιμές του SAR και αυτές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), η οποία εκφράζει την ολική συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων, έγινε η κατάταξη των νερών ως προς τον κίνδυνο αλάτωσης και τον κίνδυνο νατρίου, σύμφωνα με το σύστημα του Εργαστηρίου Αλατούχων Εδαφών των ΗΠΑ (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954). Η αξιολόγηση ως προς τις λοιπές ιδιότητες έγινε σύμφωνα με τους Hopkins et al. (2007). Για εννέα (9) θέσεις δειγματοληψίας νερών αναλύθηκαν και τα αντίστοιχα εδάφη ως προς τα βαρέα μέταλλα (Baker and Amacher, 1982).

Για να μελετηθεί η πορεία της θρεπτικής κατάστασης των φυτών, το δεύτερο 15νήμερο του Ιουνίου 2012 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων, προκειμένου να γίνουν αναλύσεις φυλλοδιαγνωστικής. Πάρθηκαν συνολικά 109 δείγματα από αντιπροσωπευτικούς αγρούς, ώστε να καλύπτεται όλη η περιοχή μελέτης, όταν τα φυτά βρίσκονταν στο μέσον της περιόδου της άνθησης (Mills and Jones, 1996). Τα δείγματα αποξηράθηκαν σε φούρνο για 72 h και σε θερμοκρασία 60 °C, λειοτριβήθηκαν και στη συνέχεια αναλύθηκαν με μεθόδους που αναφέρονται από τους Mills and Jones (1996), ως προς τα στοιχεία: άζωτο (N), φωσφόρος (P), κάλιο (K), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), σίδηρος (Fe), μαγγάνιο (Mn), ψευδάργυρος (Zn), χαλκός (Cu), βόριο (B), άνθρακας (C) και θείο (S).

### **Μελέτη ισοζυγίου άνθρακα**

Η έρευνα του θέματος του «περιβαλλοντικού αποτυπώματος» ή «αποτυπώματος άνθρακα» της καλλιέργειας έγινε με την οργάνωση σχετικού πειράματος. Συγκεκριμένα, σε δέκα (10) αγρούς που υποδείχτηκαν από την Εταιρεία,

ώστε να αντιπροσωπεύονται όλες οι περιοχές στις οποίες καλλιεργείται η βιομηχανική τομάτα και όταν ο καρπός είχε ωριμάσει και επρόκειτο να συγκομισθεί, οριοθετήθηκαν σε τρεις (3) επαναλήψεις για κάθε αγρό πειραματικά τεμάχια γνωστής επιφάνειας (συνήθως  $1,6 \times 3,0$  m ή  $4.8$  m<sup>2</sup>). Από τις επιφάνειες αυτές συγκομίσθηκε ο καρπός και προσδιορίστηκε το νωπό βάρος του. Ακολούθως ξεριζώθηκαν τα φυτά της τομάτας, διαχωρίστηκαν σε υπέργειο (στελέχη και φύλλα) και υπόγειο τμήμα (ρίζα) και ύστερα από ζύγιση αποκτήθηκε το βάρος της αντίστοιχης χλωρής βιομάζας. Στη συνέχεια, από τις τρεις κατηγορίες βιομάζας πάρθηκαν κατάλληλα δείγματα τα οποία μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και αποξηράθηκαν σε φούρνο σε θερμοκρασία  $60$  °C για  $72$  ώρες και προσδιορίστηκε το βάρος τους. Έτσι κατέστη δυνατός ο υπολογισμός του ξηρού βάρους κάθε κατηγορίας παραγόμενης βιομάζας στη μονάδα της επιφάνειας. Ακολούθως τα δείγματα αναλύθηκαν ως προς τα στοιχεία ολικού άνθρακα (C), αζώτου (N) και θείου (S) με τη χρήση Στοιχειακού Αναλυτή.

Ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα έγινε ως ακολούθως: Σε κάθε αγρό που αποτελούσε χωριστή μεταχείριση, υπολογίσθηκαν με τη χρήση κατάλληλου μοντέλου η έκλυση άνθρακα που λαμβάνει χώρα λόγω των καλλιεργητικών εργασιών. Το μοντέλο αυτό (The cool farm tool, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>) λαμβάνει υπόψη του τις παραμέτρους τοποθεσία, έκταση, έτος, το είδος καλλιέργειας, τη μέση ετήσια θερμοκρασία, τα εδαφικά χαρακτηριστικά κοκομετρική σύσταση, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εδαφική υγρασία, στράγγιση εδάφους, εδαφικό pH, τα είδη και τους τύπους των λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, τη μέθοδο και τον αριθμό εφαρμογών των λιπασμάτων, τη διαχείριση των φυτικών υπολειμμάτων, τις αλλαγές στη χρήση γης και στις καλλιεργητικές πρακτικές, την εφαρμογή κοπριάς, και τη χρησιμοποιούμενη ενέργεια ηλεκτρική ή από ορυκτά καύσιμα. Επίσης σε κάθε αγρό υπολογίσθηκε η ποσότητα άνθρακα (C) που δεσμεύθηκε στη φυτική μάζα (ρίζες και στελέχη) ως το γινόμενο της συγκέντρωσης C στην ξηρή ουσία της φυτικής μάζας επί τη συνολική ποσότητα ξηρής ουσίας.

## Δημιουργία γεωβάσης

Παράλληλα με τα παραπάνω με σειρά εργασιών λάμβανε χώρα στο εργαστήριο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του Ινστιτούτου έγινε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη της γεωβάσης, στην οποία θα περιλαμβάνονται τόσο οι θέσεις των αγροτεμαχίων όσο και όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες για κάθε ένα από αυτά. Η εν λόγω γεωβάση δημιουργήθηκε μέσω της χρήσης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ). Ένα ΓΣΠ συντίθεται από τρία μέρη, δηλαδή το υλικό, το λογισμικό και τα δεδομένα. Το υλικό και το λογισμικό έχουν ένα καθορισμένο κύκλο ζωής, επηρεάζονται στενά από τις τεχνολογικές εξελίξεις και αντικαθίστανται συχνά από νεότερα και πιο σύγχρονα προϊόντα. Από την άλλη πλευρά, τα δεδομένα αποτελούν το πλέον δαπανηρό συστατικό των ΓΣΠ, καθώς η συλλογή τους απαιτεί πολύ χρόνο και μεγάλο οικονομικό κόστος. Αναφορικά με τα υλικά για την υλοποίηση του εν λόγω έργου χρησιμοποιήθηκαν Η/Υ (Desktop, Laptop), scannerA0, Plotter και GPS υψηλής ακριβείας, όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο. Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το ArcGIS 9.2 (ESRI, 2006), η MSACCSESS και το MobileMapper Office. Αναφορικά με τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ορισμένα από αυτά προέρχονται από το εργαστήριο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του Ινστιτούτου και της Δ. ΝΟΜΙΚΟΣ ΑΒΕΕ (Vector: Αγροτεμάχια τομάτας, διοικητικά όρια, ζώνες Natura, υδρογραφικό δίκτυο, ισοϋψείς, οικισμοί, και raster, δηλ. χάρτες διανομών, ορθοφωτοχάρτες, εδαφολογικοί χάρτες, ) και τα υπόλοιπα (δηλ. εδαφολογικά δεδομένα, δεδομένα φυλλοδιαγνωστικής και δεδομένα νερών άρδευσης) αποκτήθηκαν από το τρέχον πρόγραμμα.

Τα στάδια για την ανάπτυξη της γεωβάσης και της αξιοποίησής της από τους ενδιαφερόμενους είναι τα ακόλουθα: α) *απογραφή αναγκών*, β) *εννοιολογικός και λογικός σχεδιασμός*, γ) *φυσικός σχεδιασμός*, δ) *πilotική εφαρμογή*.

### α) Απογραφή αναγκών

Στο στάδιο αυτό προσδιορίζονται οι ανάγκες και οι λειτουργίες που θα υποστηριχθούν από το ΓΣΠ. Για την εταιρεία ΝΟΜΙΚΟΣ αυτές συνοψίζονται στα εξής: i) στην δυνατότητα κατεύθυνσης των παραγωγών στην επιλογή της καταλληλότερης περιοχής για την καλλιέργεια βιομηχανικής ντομάτας, ii) στην δυνατότητα άμεσης επέμβασης κατά την διάρκεια της καλλιέργειας προς την κατεύθυνση τόσο της εκπλήρωσης των όρων του ΣΟΔ, όσο και της μείωσης του κόστους καλλιέργειας και iii) στη δημιουργία μιας άμεσης εικόνας για την γεωγραφική διασπορά της καλλιέργειας.

### *β) Εννοιολογικός και λογικός σχεδιασμός*

Στο στάδιο αυτό προσδιορίζονται τα περιεχόμενα της βάσης δεδομένων καθώς και ο τρόπος λογικής οργάνωσης των δεδομένων στην γεωβάση. Έτσι προσδιορίστηκε ότι τα αγροτεμάχια τομάτας θα αποτελέσουν τον “πυρήνα” της βάσης. Στη συνέχεια πάνω σε αυτά θα προσαρτηθούν όλες οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για εξυπηρέτηση των αναγκών.

### *γ) Φυσικός σχεδιασμός*

Τα δεδομένα που προσδιορίστηκαν στο πλαίσιο του λογικού σχεδιασμού δομούνται με τέτοιο τρόπο που να είναι σύμφωνος με τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες της γεωβάσης. Αρχικά δημιουργήθηκε ένα πολυγωνικό αρχείο μορφής (shp) με το σύνολο των αγροτεμαχίων. Ποιο συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο τους χάρτες του κτηματολογίου και καθ’ υπόδειξη του καλλιεργητή του αγροτεμαχίου έγινε ψηφιοποίηση 468 αγροτεμαχίων συνολικής έκτασης 13.766 στρ. Όπως φαίνεται και από τον σχετικό χάρτη (βλ. παράρτημα) το μεγαλύτερο μέρος των αγροτεμαχίων βρίσκονται στον Ν. Λαρίσης και ποιο συγκεκριμένα στις περιοχές των Φαρσάλων και της Χάλκης. Ένας μικρός σχετικά αριθμός αγροτεμαχίων απαντώνται στους Ν. Καρδίτσας και Μαγνησίας και τέλος ένας σημαντικός αριθμός αγροτεμαχίων βρίσκονται στον Ν. Φθιώτιδος, στην περιοχή της πρώην αποξηραμένης λίμνης Ξυνιάδος. Στην συνέχεια δημιουργήθηκε μια personal geodatabase στην οποία εισήχθησαν τα σχεδιασμένα αγροτεμάχια αλλά και το σύνολο των διαθέσιμων πινάκων με τα δεδομένα που αναφέρονται στο κάθε αγροτεμάχιο (αναλύσεις εδαφών και φύλλων, δεδομένα σποράς, δεδομένα λίπανσης και φυτοπροστασίας). Στην συνέχεια συνδέθηκε το shp των αγροτεμαχίων με το σύνολο των προαναφερόμενων πινάκων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν απαιτήθηκε η δημιουργία εργαλείων ερωτήσεων επειδή αυτά παρέχονται από το λογισμικό. Ποιο συγκεκριμένα με το εργαλείο “Make Query Table” του data management toolbox, είναι δυνατή η αξιοποίηση της γλώσσα SQL, ώστε να διατυπώνονται χωρικά και μη ερωτήματα στη βάση, λαμβάνοντας τα αντίστοιχα αποτελέσματα (Καλύβας κ.α, 2012).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Ιδιότητες των εδαφών

Τα δεδομένα της ανάλυσης των 530 εδαφικών δειγμάτων, που λήφθηκαν από τους αγρούς των παραγωγών, παρουσιάζονται στον Πίνακα IV του Παραρτήματος. Τα χαρακτηριστικά διακύμανσης των εδαφικών ιδιοτήτων, που προσδιορίστηκαν, φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 1.

Από τον Πίνακα 1 προκύπτει ότι γενικά οι εδαφικές ιδιότητες παρουσιάζουν σημαντική διακύμανση. Ιδιαίτερα υψηλοί εμφανίζονται οι συντελεστές παραλλακτικότητας για τις ιδιότητες: ανθρακικό ασβέστιο (134 %), συγκέντρωση νιτρικών (104 %), διαθέσιμος φωσφόρος (74 %) και των διαθεσίμων μορφών των μετάλλων Fe (78 %), Zn (95 %) και Mn (84 %). Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που ακολουθεί, βασίζεται στις βιβλιογραφικές πηγές Hazelton and Murphy (2007) και Marx et al. (1999), και γίνεται με σκοπό να συμβάλλει στον καθορισμό των πρακτικών διαχείρισης εδαφών και καλλιέργειας και κυρίως αυτών που σχετίζονται με λιπάνσεις.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά διακύμανσης των ιδιοτήτων των εδαφών στα οποία καλλιεργήθηκε η βιομηχανική τομάτα.

| Ιδιότητα                           | Εύρος Τιμών | Τυπική Απόκλιση | Μέσος Όρος | Συντ. Παρ. % |
|------------------------------------|-------------|-----------------|------------|--------------|
| Άμμος, %                           | 20-73       | 8,9             | 38         | 23           |
| Άργιλος, %                         | 7-63        | 9,1             | 38         | 24           |
| Ιλύς, %                            | 4-45        | 6,2             | 24         | 26           |
| pH (H <sub>2</sub> O, 1:1)         | 5,7-8,6     | 0,4             | 7,9        | 5            |
| EC, $\mu$ S/cm                     | 141-2350    | 364             | 613        | 59           |
| CaCO <sub>3</sub> , %              | 0,0-43,6    | 5,4             | 4,0        | 134          |
| Οργ. Ουσία, %                      | 0,1-4,7     | 0,5             | 1,3        | 40           |
| P Olsen, ppm                       | 1-81        | 11,1            | 15         | 74           |
| Ανταλ. K <sup>+</sup> , meq/100g   | 0,06-2,6    | 0,4             | 0,67       | 54           |
| Ανταλ. Mg <sup>++</sup> , meq/100g | 1,6-99,0    | 10,0            | 15,3       | 66           |
| Νιτρικά, ppm                       | 4,5-463,3   | 55,7            | 53,4       | 104          |
| Διαθ. Fe, ppm                      | 1,4-49,0    | 6,8             | 8,7        | 78           |
| Διαθ. Cu, ppm                      | 0,69-6,80   | 0,83            | 1,86       | 45           |
| Διαθ. Zn, ppm                      | 0,5-14,0    | 2,24            | 2,37       | 95           |
| Διαθ. Mn, ppm                      | 1,2-35,0    | 5,0             | 5,94       | 84           |
| Διαθ. B, ppm                       | 0,1-1,8     | 0,4             | 0,6        | 58           |

**Κοκκομετρική σύσταση.** Από τα δεδομένα του Πίνακα I συμπεραίνεται ότι οι κλάσεις μηχανικής σύστασης που επικρατούν είναι οι αργιλοπηλώδης (CL), αργιλώδης (C),

αμμοαργιλοπηλώδης (SCL) και αμμοαργιλώδης (SC). Επομένως, τα περισσότερα εδάφη χαρακτηρίζονται μετρίως λεπτόκοκκα έως λεπτόκοκκα και περιέχουν σημαντικό ποσοστό αργίλου. Ως γνωστό, το κλάσμα της αργίλου είναι σημαντικός παράγοντας της γονιμότητας των εδαφών, συμβάλλοντας στην αύξηση της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων και της τιμής της διαθέσιμης υγρασίας των εδαφών.

**Εδαφική Οξύτητα (pH).** Η οξύτητα του εδάφους παίζει θεμελιώδη ρόλο στη χημική και φυσική συμπεριφορά αυτού και επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών, αφού έχει σημαντική επίδραση στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Τα ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη έχουν βαθμό κορεσμού με βάσεις μεγαλύτερο του 80 %. Το άριστο εύρος pH για την ανάπτυξη της τομάτας είναι 5,5-6,8. Στην προκειμένη περίπτωση στη συντριπτική πλειοψηφία των εδαφών το pH κυμαίνεται μεταξύ 7,0-8,2 (εδάφη από ουδέτερα έως ελαφρώς αλκαλικά) και φαίνεται ότι αυτό επηρεάζεται κυρίως από την παρουσία του ανθρακικού ασβεστίου. Συμπεραίνεται επομένως ότι οι συνθήκες της εδαφικής οξύτητας δεν είναι οι άριστες για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Σημειώνεται όμως ότι η μείωση του pH πρακτικά είναι μια δύσκολη και δαπανηρή διαδικασία και για το λόγο αυτό δε συστήνεται στα εδάφη της περιοχής μελέτης.

**Ανθρακικά Άλατα.** Τα εδάφη της περιοχής μελέτης περιέχουν σχεδόν όλα ανθρακικά άλατα σε ποσοστό, εκπεφρασμένο σε ισοδύναμο ανθρακικό ασβέστιο, που ανέρχεται μέχρι 43,6 %. Όμως η μεγάλη πλειοψηφία των εδαφών παρουσιάζει περιεκτικότητα σε ανθρακικά άλατα μικρότερη του 5 %. Από τον τρόπο ανάπτυξης των φυτών και τις παρατηρούμενες αποδόσεις, ακόμη και σε σχετικά υψηλές περιεκτικότητες, δεν προκύπτει κάποια ουσιαστική αρνητική επίδραση στην καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας, αν και τα ανθρακικά ανεβάζουν το pH του εδάφους σε επίπεδα ανώτερα του επιθυμητού. Σε κάθε περίπτωση όμως η μικρή περιεκτικότητα του ανθρακικού ασβεστίου είναι επιθυμητή γιατί προστατεύει τα εδάφη από την οξίνιση. Πάντως, σε εδάφη πλούσια σε ανθρακικό ασβέστιο και για ορισμένες καλλιέργειες παρουσιάζεται το φαινόμενο της δέσμευσης των φωσφορικών και της αδρανοποίησης του σιδήρου.

**Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC).** Η ηλεκτρική αγωγιμότητα, που εκφράζει το σύνολο των υδατοδιαλυτών αλάτων στο έδαφος, στην παρούσα εργασία μετρήθηκε σε υδατικό αιώρημα 1:1 και κυμαίνεται από 141 έως 2350  $\mu\text{S}/\text{cm}$  με μ.ό. 613  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Η βιομηχανική τομάτα κατατάσσεται στις μετρίως ανθεκτικές στα άλατα καλλιέργειες και για τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο εκχύλισμα πάστας κορεσμού μέχρι 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  δεν εμφανίζει μείωση στην απόδοση. Δεδομένου ότι στην πράξη οι τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο αιώρημα 1:1 προσεγγίζουν εκείνες στην πάστα κορεσμού, συμπεραίνεται ότι η εν λόγω παράμετρος γενικά κυμαίνεται σε αποδεκτά όρια.

**Οργανική Ουσία.** Όπως συμβαίνει σε όλα γενικά τα ελληνικά γεωργικά εδάφη, η οργανική ύλη των μελετηθέντων εδαφών απαντάται σε χαμηλά ποσοστά (περί το 1 %), ως απόρροια του ξηροθερμικού ελληνικού περιβάλλοντος. Ο θεμελιώδης ρόλος της οργανικής ύλης στο έδαφος είναι διττός, επηρεάζοντας τόσο τη φυσική όσο και τη χημική συμπεριφορά αυτού. Αφενός μεν βελτιώνει όλες τις επιθυμητές λειτουργίες του εδάφους, αφετέρου δε μετριάξει τις ανεπιθύμητες. Αγρονομικές και καλλιεργητικές πρακτικές (ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος, χλωρά λίπανση, ελάχιστη καλλιέργεια, ακαλλιέργεια, αμειψισπορά κ.ά.) συνιστώνται για την αύξηση του ποσοστού της οργανικής ουσίας, αν και αυτό είναι δύσκολο να επιτευχθεί κάτω από τις υπάρχουσες κλιματικές συνθήκες. Η πλέον συνήθης κατάταξη-αξιολόγηση των επιπέδων της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι: <0,70 υπερβολικά χαμηλό, 0,70-1,0 πολύ χαμηλό, 1,0-1,70 χαμηλό, 1,70-3,00 μέτριο, 3,00-5,15 υψηλό, >5,15 % πολύ υψηλό.

**Διαθέσιμος Φωσφόρος (P-Olsen).** Η οικονομία του φωσφόρου στο έδαφος διέπεται από τις εξής συνθήκες: (1) απαντάται σε μικρές ποσότητες, (2) παρουσιάζει μικρή αφομοιωσιμότητα στα φυτά, (3) ο προστιθέμενος δια των λιπασμάτων υδατοδιαλυτός φωσφόρος δεσμεύεται από το έδαφος και (4) μεταξύ των διαφόρων μορφών του εδαφικού φωσφόρου και του φωσφόρου του εδαφικού διαλύματος υπάρχει μια ισορροπία. Η πλέον συνήθης γενική κατάταξη-αξιολόγηση των επιπέδων του αφομοιώσιμου φωσφόρου που προσδιορίζεται με τη μέθοδο Olsen είναι η εξής: χαμηλός <10, μέτριος 10-20, υψηλός 20-40 και υπερβολικός >40 ppm. Τα μελετηθέντα εδάφη φαίνεται ότι καλύπτουν όλα τα επίπεδα της προηγούμενης κατάταξης. Πάντως δεν είναι λίγα τα εδάφη που είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα στο

στοιχείο αυτό και απαιτούν φωσφορικές λιπάνσεις. Συνιστώνται τακτικές βασικές λιπάνσεις, ώστε να δημιουργούνται αποθέματα αφομοιωσίμου φωσφόρου και να αποφεύγεται η εξάντληση του εδάφους, έστω και αν αυτές δεν έχουν άμεση ανταπόκριση στην παραγωγή.

**Ανταλλάξιμο Κάλιο ( $K^+$ ).** Το κάλιο στο έδαφος, ένα από τα τρία βασικά θρεπτικά στοιχεία, κατατάσσεται σε τρεις κατηγορίες ως προς τη δυνατότητα να προσλαμβάνεται από τα φυτά: δύσκολα αφομοιώσιμο, βραδέως αφομοιώσιμο και εύκολα αφομοιώσιμο, μεταξύ των οποίων υπάρχει μια δυναμική ισορροπία. Το ανταλλάξιμο κάλιο είναι εκείνη η μορφή που χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για την εκτίμηση της διαθεσιμότητας του στοιχείου στα φυτά, σύμφωνα με την εξής συνήθως κατάταξη (σε meq/100 g εδάφους): <0,4 χαμηλό, 0,4-0,6 μέτριο, 0,6-2,0 υψηλό, >2,0 υπερβολικό. Από τα δεδομένα του σχετικού πίνακα συνάγεται ότι τα εξεταζόμενα εδάφη στην πλειοψηφία τους είναι μέτρια έως καλά εφοδιασμένα σε αφομοιώσιμο κάλιο. Μια μικρή σχετικά ομάδα εδαφών, όμως, είναι ελλειμματική και χρήζει λιπάνσεων. Σε κάθε περίπτωση συστήνονται συντηρητικές καλιούχες λιπάνσεις και για τα επαρκώς εφοδιασμένα εδάφη, δεδομένου ότι η καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας είναι μια εντατική αρδευόμενη καλλιέργεια και το στοιχείο Κάλιο παίζει βασικό ρόλο τόσο στην απόδοση όσο και στην ποιότητα των παραγόμενων καρπών.

**Ανταλλάξιμα κατιόντα Ασβέστιο και Μαγνήσιο ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ).** Δεδομένου ότι τα εξεταζόμενα εδάφη σχεδόν στο σύνολό τους είναι ασβεστούχα, τα αποτελέσματα που αναφέρονται στις δύο αυτές παραμέτρους, τα οποία αποκτήθηκαν με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου, η οποία δεν είναι κατάλληλη για ασβεστούχα εδάφη, δεν είναι έγκυρα (ιδίως αυτά του  $Ca^{2+}$  τα οποία και δεν εμφανίζονται). Είναι βέβαιο όμως ότι εδάφη περιέχοντα ελεύθερα ανθρακικά έχουν σημαντικές ποσότητες υδατοδιαλυτών και ανταλλάξιμων μορφών των εν λόγω δύο στοιχείων και άρα δεν αναμένονται ελλείψεις των στοιχείων αυτών. Σε αυτά τα εδάφη ο βαθμός κορεσμού με τις δύο αυτές βάσεις υπερβαίνει το 80 %.

**Νιτρικά ( $NO_3^-$ ).** Το άζωτο στο έδαφος είναι ένα ευμετάβολο στοιχείο. Ορισμένες μορφές αυτού, όπως τα νιτρικά ανιόντα είναι ευδιάλυτες ή πτητικές και απομακρύνονται εύκολα από το εδαφικό σύστημα. Τα φυτά προσλαμβάνουν το

άζωτο κυρίως υπό τη νιτρική ( $\text{NO}_3^-$ ) μορφή και δευτερευόντως υπό την αμμωνιακή ( $\text{NH}_4^+$ ). Δεδομένων του γεγονότος ότι τα πλείστα των ελληνικών εδαφών είναι πτωχά σε άζωτο, αφενός, και των απρόβλεπτων μεταβολών αυτού με το χρόνο, αφετέρου, οι τακτικές λιπάνσεις είναι απαραίτητες. Έτσι, η αξιολόγηση των δεδομένων της ανάλυσης των νιτρικών αποκτά ενδεικτικό μόνο χαρακτήρα. Αναφέρεται ότι για εδάφη με περιεκτικότητα νιτρικών (σε ppm) 0-15 η αντίδραση των φυτών σε αζωτούχο λίπανση είναι βεβαία, 15-30 είναι πιθανή και >30 δεν αναμένεται. Τα δεδομένα του Πίνακα IV δείχνουν ότι, κατά το χρόνο τη δειγματοληψίας, τα περισσότερα εδάφη της περιοχής μελέτης ήταν μέτρια μέχρι πολύ καλά εφοδιασμένα με νιτρικό άζωτο. Επειδή τα εδάφη είναι αλκαλικά συνιστάται η χρήση λιπασμάτων αμμωνιακών μορφών, τα οποία πρέπει να ενσωματώνονται για να περιορίζονται οι απώλειες στην ατμόσφαιρα με τη μορφή αμμωνίας.

**Μεταλλικά Ιχνοστοιχεία (Fe, Cu, Zn, Mn).** Ελλείψεις μεταλλικών ιχνοστοιχείων είναι γενικά ασυνήθεις. Η διαθεσιμότητά τους στα φυτά είναι εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το pH του εδάφους. Ως ένας γενικός οδηγός, ως προς τα επίπεδα του pH, στα οποία η διαλυτότητα και η διαθεσιμότητα περιορίζεται, θεωρείται ο εξής: για το σίδηρο σε  $\text{pH} < 7,5$  και για τα χαλκό, ψευδάργυρο και μαγγάνιο σε  $\text{pH} < 4,5$  και  $> 8$ . Τιμές μικροστοιχείων, που εκχυλίζονται με τη μέθοδο DTPA, για το σίδηρο πάνω από 4 ppm, για το χαλκό πάνω από 0,6 ppm, για τον ψευδάργυρο πάνω από 1,0 ppm και για το μαγγάνιο πάνω από 1,5 ppm θεωρούνται επαρκείς. Σύμφωνα με την κατάταξη αυτή, σημαντική ομάδα των εδαφών της περιοχής μελέτης (Πίνακας IV) εμφανίζονται ελλειμματικά σε σίδηρο και ψευδάργυρο, ενώ δεν φαίνεται να υπάρχει πρόβλημα ανεπάρκειας για τον χαλκό και το μαγγάνιο. Πάντως η διάγνωση της έλλειψης αφομοιωσίμου σιδήρου σήμερα βασίζεται κυρίως στην παρατήρηση των συμπτωμάτων τροφοπενίας των φυτών και όχι τόσο στην εδαφική ή ανάλυση των φυτών. Για εφαρμογές σιδήρου σε αλκαλικά εδάφη πρέπει να χρησιμοποιούνται χηλικές μορφές. Όσον αφορά στον ψευδάργυρο, η τομάτα κατατάσσεται στα μετρίως ευαίσθητα φυτά στην τροφοπενία ψευδαργύρου. Επειδή ο ψευδάργυρος μετακινείται ελάχιστα στο έδαφος, η επιφανειακή λίπανση δεν είναι αποτελεσματική. Συνιστάται η ενσωμάτωση του λιπάσματος με αναμόχλευση του επιφανειακού εδάφους.

**Βόριο (B).** Η αφομοιωσιμότητα του εδαφικού βορίου εξαρτάται από την κοκκομετρική σύσταση, την εδαφική οξύτητα και την υγρασία. Η οργανική ουσία

είναι η κυριότερη πηγή αφομοιώσιμου βορίου. Τα όρια μεταξύ των επιπέδων ανεπάρκειας και τοξικότητας του στοιχείου στο εδαφικό διάλυμα είναι στενά. Επομένως, η προσθήκη του στοιχείου στο έδαφος πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή. Ωστόσο η τομάτα κατατάσσεται στις μέτρια ανθεκτικές στην τοξικότητα βορίου καλλιέργειες. Τα επίπεδα του εκχυλιζόμενου με ζεστό νερό βορίου (σε ppm) αξιολογούνται ως εξής: <0,5 χαμηλά, 0,5-2 μέτρια και >2 υψηλά. Συνεπώς τα μελετούμενα εδάφη (Πίνακας IV) θεωρούνται πτωχά έως μέτρια εφοδιασμένα σε αφομοιώσιμες μορφές του στοιχείου. Το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο λίπασμα βορίου είναι ο βόρακας. Η εφαρμογή μπορεί να γίνει και με ψεκασμό των φύλλων, όμως προτιμάται η λίπανση του εδάφους γιατί είναι αποτελεσματική για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Το στοιχείο πρέπει να εφαρμόζεται ομοιόμορφα και να αναμιγνύεται πολύ καλά με το έδαφος.

#### **Δεδομένα Φυλλοδιαγνωστικής**

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των 109 φυτικών δειγμάτων εμφανίζονται στον Πίνακα V του Παραρτήματος, ενώ τα χαρακτηριστικά διακύμανσης αυτών στον παρακάτω Πίνακα 2.

Παρατηρείται ότι μεγαλύτερη διακύμανση παρουσιάζουν οι ολικές μορφές των μετάλλων, με συντελεστές παραλλακτικότητας για το σίδηρο 51, το μαγγάνιο 52, τον ψευδάργυρο 87 και τον χαλκό 83 %, ενώ ηπιότερη φαίνεται η διακύμανση των λοιπών ιδιοτήτων. Σύμφωνα με τους Mills and Jones (1996) τα επίπεδα επάρκειας των μακροστοιχείων και μικροστοιχείων στα φύλλα της βιομηχανικής τομάτας, κατά το χρονικό στάδιο που έγινε η δειγματοληψία, κυμαίνονται όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 3.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά διακύμανσης δεδομένων φυλλοδιαγνωστικής

| Ιδιότητα        | Εύρος Διακύμανσης | Standard Deviation | Μέσος Όρος | Συντελεστής Παραλλακτικότητας (%) |
|-----------------|-------------------|--------------------|------------|-----------------------------------|
| Ολικό N (%)     | 2,02-5,74         | 0,68               | 3,46       | 20                                |
| Ολικός P (%)    | 0,15-0,41         | 0,058              | 0,25       | 24                                |
| Ολικό K (%)     | 0,16-3,34         | 0,61               | 2,01       | 30                                |
| Ολικό Ca (%)    | 1,66-7,63         | 1,04               | 4,79       | 22                                |
| Ολικό Mg (%)    | 0,69-4,46         | 0,62               | 1,68       | 37                                |
| Ολικός Fe (ppm) | 148-1.335         | 212,04             | 414,2      | 51                                |
| Ολικό Mn (ppm)  | 26-331            | 69,93              | 135,7      | 52                                |
| Ολικός Zn (ppm) | 20-907            | 143,08             | 165,3      | 87                                |
| Ολικός Cu (ppm) | 12-186            | 33,61              | 40,7       | 83                                |
| Ολικό B (ppm)   | 29-108            | 15,2               | 58,46      | 26                                |
| Ολικό S (%)     | 0,12-1,06         | 0,18               | 0,37       | 49                                |

Πίνακας 3: Επίπεδα επάρκειας των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της βιομηχανικής τομάτας (Mills and Jones, 1996)

| Μακροστοιχεία (%) |           | Μικροστοιχεία (ppm) |        |
|-------------------|-----------|---------------------|--------|
| N                 | 4,00-6,00 | Fe                  | 40-300 |
| P                 | 0,25-0,80 | Mn                  | 40-500 |
| K                 | 2,50-5,00 | Zn                  | 20-50  |
| Ca                | 1,00-3,00 | Cu                  | 5-20   |
| Mg                | 0,40-0,90 | B                   | 25-75  |
| S                 | 0,30-1,20 |                     |        |

Συνδυάζοντας τα επίπεδα του Πίνακα 3 με τα δεδομένα της φυλλοδιαγνωστικής (Πίνακας V) προκύπτει ότι τα πρωτεύοντα μακροστοιχεία N, P, K και το S απαντούν στα φύλλα της τομάτας σε επίπεδα επάρκειας ή ελαφρώς μικρότερα, ενώ τα δευτερεύοντα στοιχεία Ca και Mg σε επίπεδα μεγαλύτερα αυτών της επάρκειας. Όσον αφορά στα ιχνοστοιχεία, ο Fe απαντά σε συγκεντρώσεις επάρκειας ή μεγαλύτερες, τα Mn και B σε συγκεντρώσεις επάρκειας και τα Zn και Cu σε συγκεντρώσεις υπερεπάρκειας.

Συμπερασματικά, από την προηγηθείσα αξιολόγηση προκύπτει ότι η θρεπτική κατάσταση των φυτών κρίνεται ως ικανοποιητική. Ασχέτως αυτού όμως, οι λιπάνσεις των εδαφών με μακροστοιχεία πρέπει να είναι τακτικές, ώστε να αποκτώνται ή να διατηρούνται τα επίπεδα επάρκειας, ενώ δεν φαίνεται να απαιτούνται λιπάνσεις με μικροστοιχεία, ανεξάρτητα από τυχόν ενδείξεις που προκύπτουν από την αξιολόγηση των εδαφικών αναλύσεων. Ειδικά για τα ιχνοστοιχεία, η συγκέντρωση αυτών στο έδαφος πρέπει να εξετάζεται με προσοχή, ιδιαίτερα για εκείνα για τα οποία το εύρος μεταξύ των τροφοπενιών και τοξικών συγκεντρώσεων είναι μικρό (βόριο). Η στοιχειοθέτηση της τροφοπενίας ενός ιχνοστοιχείου και η πρόταση αντίστοιχης λίπανσης απαιτεί συνδυασμό παρατήρησης συμπτωμάτων στα φυτά και στην ανάλυση του εδάφους και των φύλλων.

### **Νερά Άρδευσης**

Η αξιολόγηση, ως προς τις επιμέρους ιδιότητες, των νερών άρδευσης και αντίστοιχων εδαφών που αναλύθηκαν (Πίνακας του VI του Παραρτήματος) έχει ως εξής:

**Οξύτητα (pH).** Όλες οι τιμές pH είναι εντός του κανονικού εύρους (6,5-8,4) και για τις δύο δειγματοληψίες.

**Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC).** Από τις τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας εκτιμάται ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών. Από τα 16 δείγματα της πρώτης δειγματοληψίας τα 13 χαρακτηρίζονται ως μετρίου (κατηγορία C2) και τα υπόλοιπα 3 ως μέτρια υψηλού (κατηγορία C3) κινδύνου αλάτωσης. Τα νερά της κατηγορίας C2 μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς κίνδυνο για την άρδευση της τομάτας που θεωρείται φυτό μέτρια ανθεκτικό στα άλατα σε εδάφη μέσης μέχρι ταχείας υδατοδιαπερατότητας. Τα νερά της κατηγορίας C3 πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή και συνεχή παρακολούθηση. Η εξασφάλιση καλής στράγγισης και επαρκούς έκπλυσης των εδαφών είναι απαραίτητη. Παρόμοια είναι τα δεδομένα και για τα δείγματα της δεύτερης δειγματοληψίας.

**Ανιόντα-Κατιόντα.** Από τα κατιόντα ιδιαίτερη σημασία έχουν τα  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  από τα οποία προκύπτουν οι τιμές του SAR (Sodium Absorption Ratio) που αποτελεί κριτήριο για την εκτίμηση του κινδύνου νατρίου. Και για τις δύο δειγματοληψίες οι

τιμές του SAR κατατάσσουν τα νερά στην κατηγορία αλκαλίωσης S1 (χαμηλός κίνδυνος νατρίου) εκτός από μία περίπτωση που υπάγεται στην κατηγορία S2 (μέσος κίνδυνος νατρίου). Συνδυάζοντας τις κατηγορίες αλάτωσης και αλκαλίωσης προκύπτει η τελική κατηγορία ταξινόμησης των νερών, που για την πλειοψηφία των δειγμάτων είναι η C2-S1 (μέσος κίνδυνος αλάτωσης-μικρός κίνδυνος αλκαλίωσης). Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τον κίνδυνο νατρίου είναι το υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο (RSC, Residual Sodium Carbonate), το οποίο είναι το άθροισμα των ανθρακικών και δισανθρακικών μείον το άθροισμα των δισθενών κατιόντων ασβεστίου και μαγνησίου. Αυξανόμενου του RSC αυξάνεται ο κίνδυνος του νατρίου. Τιμές  $RSC < 1.25$ , όπως συμβαίνει στην πλειοψηφία των δειγμάτων που αναλύθηκαν, είναι οι επιθυμητές.

**Ιδιαίτερα Θρεπτικά.** Τα θρεπτικά στοιχεία N, P, K, S, Cl και B εξετάζονται στα νερά άρδευσης αφενός μεν από την άποψη του εφοδιασμού του εδάφους με αυτά και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, εάν απαντούν σε σημαντικές συγκεντρώσεις, όταν καθορίζονται οι λιπάνσεις (κυρίως τα N, P και K), αφετέρου δε από την άποψη του κινδύνου πρόκλησης τοξικότητας στα φυτά όταν υπερβαίνουν κάποιες κρίσιμες συγκεντρώσεις (ισχύει κυρίως για τα στοιχεία τα Cl και B). Ειδικότερα για το άζωτο, όταν αυτό βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό άρδευσης ( $> 10 \text{ ppm NO}_3\text{-N}$  ή  $45 \text{ ppm NO}_3^-$ ), πρέπει να υπολογίζεται η συνολική ποσότητα που θα προστεθεί στην καλλιέργεια μέσω της άρδευσης και να μειώνεται ανάλογα η ποσότητα αζωτούχου ανόργανου λιπάσματος στην προτεινόμενη λίπανση, για να αποφεύγεται η υπερβολική ανάπτυξη της βλάστησης και να ελαχιστοποιείται η έκπλυση νιτρικών στον υπόγειο ορίζοντα. Υψηλές συγκεντρώσεις χλωρίου μπορεί να βλάψουν ορισμένα φυτά. Η τομάτα θεωρείται μέτρια ευαίσθητη στην τοξικότητα χλωρίου και αντέχει σε συγκεντρώσεις μέχρι  $140 \text{ ppm}$ , ενώ είναι ανθεκτική στο βόριο, αντέχοντας σε συγκεντρώσεις μέχρι  $6 \text{ ppm}$ .

**Σκληρότητα.** Η σκληρότητα εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε κατιόντα κυρίως του  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$ . Τα ανθρακικά και όξινα ανθρακικά άλατα των δύο αυτών στοιχείων αποτελούν την παροδική σκληρότητα, ενώ τα χλωριούχα, νιτρικά, θειικά, φωσφορικά, πυριτικά και χουμικά αποτελούν τη μόνιμη σκληρότητα του νερού. Το άθροισμα της παροδικής και μόνιμης σκληρότητας του νερού μας δίνει την ολική σκληρότητα αυτού. Τα νερά που αναλύθηκαν έχουν σκληρότητα συνήθως στο εύρος

15-30 °d (γερμανικούς βαθμούς) περίπου και χαρακτηρίζονται ως μέτρια σκληρά ή σκληρά. Η σκληρότητα στα νερά άρδευσης αξιολογείται ως προς το ενδεχόμενο να έχει βλαπτική επίδραση στη δομή του εδάφους. «Μαλακό» νερό (υψηλής περιεκτικότητας σε Na<sup>+</sup>) δημιουργεί «σκληρό» έδαφος. Αντίθετα, «σκληρό» νερό (υψηλής περιεκτικότητας σε Ca<sup>2+</sup> και Mg<sup>2+</sup>) δημιουργεί «μαλακό» έδαφος. Ως «μαλακό» μπορεί να χαρακτηριστεί το νερό με αριθμό 1 (Πίνακας VI του Παραρτήματος), το οποίο εμφανίζεται επιβαρυνμένο και ως προς τις άλλες ιδιότητες.

**Βαρέα Μέταλλα.** Σύμφωνα με τον FAO (Ayers and Westcot, 1976), οι επιτρεπόμενες μέγιστες συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων και του σιδήρου στα νερά άρδευσης είναι οι εμφανιζόμενες στον παρακάτω Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Προτεινόμενες μέγιστες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και σιδήρου στα νερά άρδευσης

| Στοιχείο    | Για νερά χρησιμοποιούμενα συνεχώς σε όλους τους τύπους εδαφών (ppm) | Για χρήση μέχρι 20 έτη σε λεπτόκοκκα εδάφη με pH 6 έως 8,5 (ppm) |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Κάδμιο      | 0,01                                                                | 0,05                                                             |
| Χρώμιο      | 0,1                                                                 | 1,0                                                              |
| Χαλκός      | 0,2                                                                 | 5,0                                                              |
| Μόλυβδος    | 5,0                                                                 | 10,0                                                             |
| Μαγγάνιο    | 0,2                                                                 | 10,0                                                             |
| Νικέλιο     | 0,2                                                                 | 2,0                                                              |
| Ψευδάργυρος | 2,0                                                                 | 10,0                                                             |
| Σίδηρος     | 5,0                                                                 | 20,0                                                             |

Η σύγκριση των τιμών αυτών με τις τιμές του Πίνακα VI του Παραρτήματος οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα αναλυθέντα δείγματα νερών δεν παρουσιάζουν επιβάρυνση σε βαρέα μέταλλα και σίδηρο και μπορούν να χρησιμοποιούνται για άρδευση χωρίς κίνδυνο, εφόσον διατηρούν αυτές τις ιδιότητες. Η τιμή σε χρώμιο του δείγματος 1 (περιοχή Αχίλλειου) κατά την πρώτη δειγματοληψία (0,09 ppm) προσεγγίζει την αντίστοιχη οριακή τιμή (0,1 ppm), αλλά είναι πολύ μικρότερη κατά τη δεύτερη δειγματοληψία (0,018 ppm).

**Βαρέα Μέταλλα Εδαφών.** Συγκρίνοντας τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα εδάφη (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007)

με τις τιμές που βρέθηκαν στα εδάφη της περιοχής μελέτης (Πίν. 5) φαίνεται ότι σε όλες

Πίνακας 5. Τιμές συγκεντρώσεων βάσης ορισμένων βαρέων μετάλλων στα εδάφη (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007)

| Στοιχείο    | Ανώτερες επιτρεπόμενες τιμές βαρέων μετάλλων στα εδάφη, ppm | Μέσες τιμές βαρέων μετάλλων στα εδάφη της περιοχής μελέτης |
|-------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Κάδμιο      | 1-5                                                         | <0.10                                                      |
| Χαλκός      | 20-50                                                       | 33.3                                                       |
| Νικέλιο     | 20-60                                                       | 127.2                                                      |
| Μόλυβδος    | 20-300                                                      | 6                                                          |
| Ψευδάργυρος | 100-300                                                     | 93.8                                                       |
| Χρώμιο      | 50-200                                                      | 98.8                                                       |

εκτός του Ni, η συγκέντρωση του οποίου υπερβαίνει αισθητά τις ανώτερες επιτρεπόμενες τιμές (127.2 ppm έναντι 20-60 ppm αντίστοιχα), όλα τα άλλα μελετηθέντα βαρέα μέταλλα έχουν συγκεντρώσεις μικρότερες των ανώτερων επιτρεπόμενων. Σε ό,τι αφορά το στοιχείο Ni αναφέρεται ότι σε πάρα πολλές περιπτώσεις η συγκέντρωση του εμφανίζεται αυξημένη (αδημοσίευτα δεδομένα του IXTEL). Το θέμα αυτό χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

#### «Αποτύπωμα Άνθρακα»

Στον Πίνακα 6 φαίνεται η συνολική απόδοση της καλλιέργειας (συνολικό βάρος καρπών εμπορεύσιμων και μη) καθώς και οι ποσότητες άνθρακα που συσσωρεύτηκαν στη βιομάζα των φυτών. Από τα δεδομένα του Πίνακα 6 φαίνεται ότι οι αποδόσεις των καλλιεργειών ποικίλουν σημαντικά μεταξύ των πιλοτικών αγρών, γεγονός που δεν μπορεί να αποδοθεί σε μεμονωμένους παράγοντες, όπως η ποικιλία της καλλιέργειας ή συγκεκριμένες εδαφικές ιδιότητες, αλλά σε συνδυασμό αυτών και η διερεύνηση του θέματος αυτού υπερβαίνει τους στόχους αυτής της εργασίας. Επίσης από τα δεδομένα του Πίν. 6 προκύπτει ότι η ποσότητα άνθρακα που δεσμεύεται στις ρίζες είναι κατά πολύ μικρότερες σε σύγκριση με την αντίστοιχη ποσότητα άνθρακα που δεσμεύεται στα στελέχη (29.9 – 69.4 και 287 – 697 kg ισοδύναμου CO<sub>2</sub>/στρ. αντίστοιχα). Οι ποσότητες άνθρακα που εκλύονται στην ατμόσφαιρα λόγω των διαχειριστικών πρακτικών κυμάνθηκε ευρέως, ήτοι από 426 έως 732 kg ισοδύναμου CO<sub>2</sub>/στρ. Υπάρχει επομένως μεγάλο περιθώριο μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> με

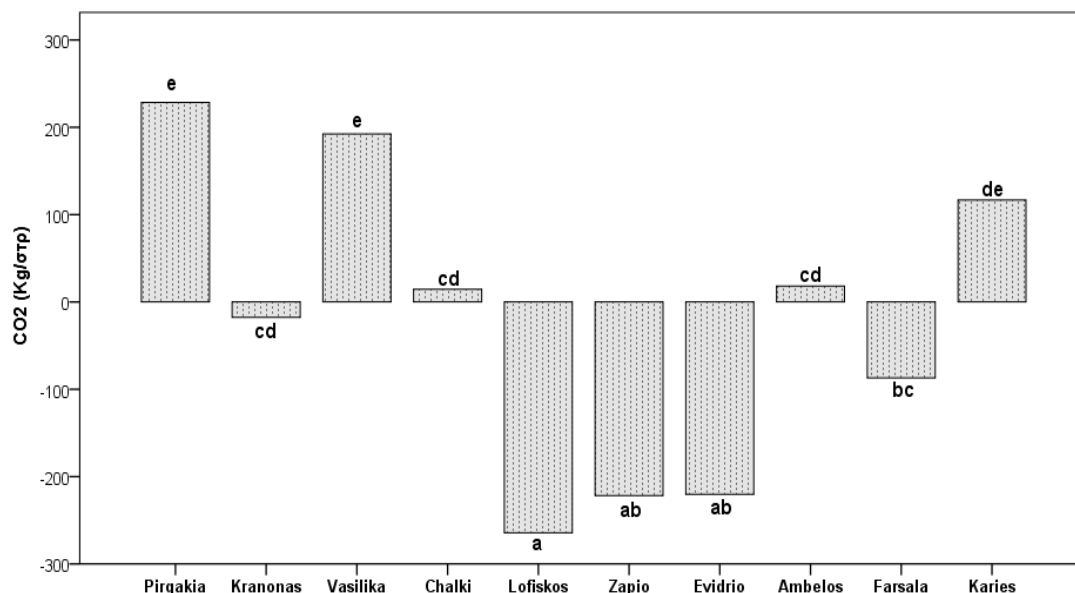
βελτίωση των διαχειριστικών πρακτικών και αυτό πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο σοβαρής διερεύνησης για την επίτευξη του στόχου αυτού. Εάν τέλος συγκρίνουμε τις ποσότητες άνθρακα που εκλύονται στην ατμόσφαιρα λόγω των διαχειριστικών πρακτικών με τις συνολικές ποσότητες άνθρακα που «δεσμεύονται» στα φυτικά μέρη της καλλιέργειας (ρίζες και στελέχη), προκύπτει το «αποτύπωμα άνθρακα», δηλαδή το ισοζύγιο άνθρακα μεταξύ του εκλυόμενου και δεσμευόμενου άνθρακα από την καλλιέργεια. Από τα δεδομένα του Πίν. 6 και το Σχ. 2 φαίνεται ότι το ισοζύγιο μεταξύ των ποσοτήτων C που δεσμεύονται στη βιομάζα των φυτών τομάτας κυμαίνεται ευρέως, ήτοι από -221.7 έως +228.5 kg CO<sub>2</sub>/στρ. Οι αρνητικές τιμές του Πίν. 6, δείχνουν ότι στις περιπτώσεις των αγρών αυτών η ποσότητα C που εκλύεται στην ατμόσφαιρα λόγω των καλλιεργητικών πρακτικών είναι μικρότερη του C που «δεσμεύεται» από την ατμόσφαιρα για την παραγωγή της βιομάζας των φυτών τομάτας (ρίζες και στελέχη). Αυτό σημαίνει ότι με κατάλληλη διαχείριση της φυτικής μάζας μέσω της οποίας θα δεσμεύονταν σταθερά ο C στο έδαφος, θα μπορούσε να αφαιρεθεί αντίστοιχη ποσότητα C από την ατμόσφαιρα και επομένως να υπάρξει θετική επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όπως και στην περίπτωση της απόδοσης έτσι και στις παραμέτρους που σχετίζονται με τη δέσμευση ή έκλυση CO<sub>2</sub>, οι παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο είναι πολλοί και η δράση τους σύνθετη. Η ποικιλία, οι εδαφικές ιδιότητες και οι καλλιεργητικές πρακτικές φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο. Παρά ταύτα τα ευρήματα αυτά καταδεικνύουν τη σημασία της διερεύνησης του αποτυπώματος C στην κατεύθυνση της αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Πίνακας 6. Απόδοση των καλλιεργειών, ισοδύναμο και αποτύπωμα άνθρακα

| Έδαφος | Τοποθεσία         | Ποικιλία   | Απόδοση*,<br>kg/στρ. | Ισοδύναμο<br>CO <sub>2</sub> ριζών,<br>kg/στρ. | Ισοδύναμο CO <sub>2</sub><br>στελεχών,<br>kg/στρ. | Ισοδύναμο CO <sub>2</sub> ,<br>διαχειριστικών<br>πρακτικών kg/στρ. | Αποτύπωμα<br>άνθρακα kg<br>CO <sub>2</sub> /στρ. |
|--------|-------------------|------------|----------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| E1     | Πυργάκια          | Campels262 | 11a**                | 33.3 ab                                        | 286.4a                                            | 548                                                                | 228.5 e                                          |
| E2     | Κρανώνας          | A.F.915    | 15.6c                | 49.0abcd                                       | 475.5b                                            | 507                                                                | -17.6cd                                          |
| E3     | Κ. Βασιλικά       | H3402      | 16.3c                | 29.9 a                                         | 510.0 bc                                          | 732                                                                | 192.5 e                                          |
| E4     | Χάλκη             | H3402      | 14.6bc               | 51.0 bcde                                      | 606.9bcd                                          | 673                                                                | 14.6 cd                                          |
| E5     | Λοφίσκος          | Gades      | 14.3bc               | 42.7abc                                        | 647.2cd                                           | 426                                                                | -264,2a                                          |
| E6     | Ζάμπειο           | H3402      | 15.3c                | 52.7 bcde                                      | 697.9d                                            | 529                                                                | -221.7ab                                         |
| E7     | Μ. Ευίδριο        | A.F.915    | 11.3a                | 64.01de                                        | 686.6d                                            | 533                                                                | -220.3 ab                                        |
| E8     | Άμπελος Κ.        | H3402      | 14.3bc               | 53.5 cde                                       | 603.4 bcd                                         | 675                                                                | 18.1 cd                                          |
| E9     | Φάρσαλα           | H3402      | 13.6ab               | 57.4 cde                                       | 668.2cd                                           | 639                                                                | -86.9 bc                                         |
| E10    | Καρυές<br>Δομοκού | Gibson     | 12ab                 | 69.4 e                                         | 445.0ab                                           | 631                                                                | 116.6 de                                         |

\*αναφέρεται στη συνολική απόδοση, ήτοι εμπορεύσιμου και μη καρπού.

\*\*αριθμοί στις ίδιες στήλες με διαφορετικά γράμματα, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο πιθανότητας  $P < 0.05$ .



Σχήμα 1. Ισοζύγιο μεταξύ άνθρακα που εκλύεται από τις γεωργικές πρακτικές και «δεσμεύεται» στη φυτική μάζα της καλλιέργειας της τομάτας (στήλες με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο πιθανότητας  $P < 0.05$ )

### Γεωγραφική βάση δεδομένων

Με την ολοκλήρωση του σχεδιασμού της γεωβάσης τα δεδομένα μετατρέπονται σε χρήσιμη πληροφορία και καθίσταται δυνατή η παρουσίαση αυτών σε χάρτες. Αυτό επιτρέπει το γρήγορο και επαναλαμβανόμενο αναλυτικό έλεγχο, μέσω του οποίου παρέχεται η δυνατότητα στην εταιρεία, να κατευθύνει τους παραγωγούς. Επιπλέον, η γεωβάση αποτελεί ένα εργαλείο στην προσπάθεια υλοποίησης του ΣΟΔ επειδή παρέχει τη δυνατότητα σε μια γεωργική εκμετάλλευση να σχεδιάζει και να εφαρμόζει πολιτική που συμβάλει στην παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων και μάλιστα με σεβασμό στο περιβάλλον και στόχο την αειφορία (AGROCERT, 2008).

Εκτός των παραπάνω άλλα οφέλη της εν λόγω γεωβάσης είναι:

- Ο εμπλουτισμός και η συνεχής χρησιμοποίησής.
- Η συμβατότητα με άλλα λογισμικά όπως π.χ το accesses.

- Η απλότητα και ευκολία χρησιμοποίησης και από μη εξειδικευμένο προσωπικό.
- Η ταχεία και με πολύ μικρό κόστος εξαγωγή αποτελεσμάτων σε σύγκριση με τις κλασικές μεθόδους.

Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στην δυνατότητα που παρέχεται, μέσω της γεωβάσης για την ιχνηλασιμότητα του γεωργικού προϊόντος. Η ανάγκη αυτή που αποτέλεσε μια από τις κύριες αφορμές δημιουργίας της γεωβάσης είναι μεγάλης σημασίας σύμφωνα με το ΣΟΔ (AGROCERT, 2008).

Με βάση τα παραπάνω καθίσταται δυνατή η αξιοποίηση των υπαρχόντων εδαφολογικών δεδομένων βελτιώνοντας έτσι την δυνατότητα καλύτερης καθοδήγησης των καλλιεργητών προς την κατεύθυνση της βέλτιστης επιλογής αγρού για καλλιέργεια βιομηχανικής ντομάτας.

Από την έως τώρα ανάπτυξη της γεωβάσης μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αυτή καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες για τις οποίες σχεδιάστηκε. Δυνατότητες βελτίωσης σαφώς υπάρχουν κάτι το οποίο άλλωστε είναι και απαραίτητο λόγω της συνεχούς μεταβολής των δεδομένων αλλά και των απαιτήσεων του ΣΟΔ.

### **Διάχυση αποτελεσμάτων**

Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω, ανακοινώθηκαν ύστερα από τη σύμφωνη γνώμη της εταιρείας, στο 14<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο της Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρείας, που έλαβε χώρα στη Θεσσαλονίκη στις 1-2 Νοεμβρίου 2012 μέσω των εργασιών με τίτλους:

- **«ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ»** από τους Χ. Τσαντήλα, Δ. Δημογιάννης, Α. Κυρίτση, και Ε. Ευαγγέλου και
- **«Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ»** από τους Α. Τσιτούρα, Δ. Δημογιάννη, Χ. Νούλα, Α. Κυρίτσης, Ι. Σγούρα, Μ. Τζιουβαλέκα, Π. Ράπτη, Π. Γρυπάρη, Π. Δραγοΐδου, Κ. Μαντέλου, Ε. Μαχαίρα, Ε. Χατζηκύρου, Ε. Ευαγγέλου και Χ. Τσαντήλα.

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται οι περιλήψεις των ανακοινώσεων.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- AGROCERT, 2008. AGRO 2-1. Διαχείριση Αγροτικού Περιβάλλοντος – Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης στη Γεωργική Παραγωγή. Μέρος 1: Προδιαγραφή. Οργανισμός Πιστοποίησης & Επίβλεψης Γεωργικών Προϊόντων (ΟΠΕΓΕΠ), ΥΑΑ&Τ.
- Allison, L. E., and Moodie, C. D. (1965). Carbonates. In *Methods of Soil Analysis* (C. A. Black et al., eds.), Part 2, Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, pp. 1389-1396.
- Ayers, R. S., and Westcot D. W. (1976). Water Quality for Agriculture. Irrigation and drainage paper 29, FAO. Rome.
- Baker, D. E., and Amacher M. C. (1982). Nickel, Copper, Zinc, and Cadmium. In *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page et al., eds.), Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Second Edition, Agronomy 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 323-336.
- Bower, C. A., and Wilcox, L. V. (1965). Soluble salts. In *Methods of Soil Chemical Analysis* (C. A. Black et al., eds.), Part 2, Agronomy 9, ASA, Inc., Madison, Wis., pp. 933-951.
- Bremner, J. M. (1965). Inorganic forms of nitrogen. In *Methods of Soil Chemical Analysis* (C. A. Black et al., eds.), Part 2, Agronomy 9, ASA, Inc., Madison, Wis., pp. 1179-1237.
- ESRI, (2006), ArcGIS 9 – Using ArcGIS Desktop, ESRI, California.
- Gee, G. W., and Bauder, J. W. (1986). Particle-size analysis. In *Methods of Soil Analysis* (A. Klute, ed.), 2nd ed., Part 1, Agronomy 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 383-411.
- Hazelton, P., and Murphy, B. (2007). Interpreting Soil Test Results. Pam Hazelton and NSW Department of Natural Resources. CSIRO PUBLISHING, Collinwood Victoria, AUSTRALIA, pp. 1-66.
- Hopkins, B. G., Horneck D. A., Stevens R. G., Ellsworth J. W., and Sullivan D. M. (2007). Managing Irrigation Water Quality. A Pacific Northwest Extension publication., PNW-597 E. Oregon State Univ., Univ. of Idaho, Washington State Univ., pp. 24.

- Καλύβας, Δ., Χ. Κολοβός, Γ. Οικονόμου, Μ. Δαμανάκης 2012. «Ανάπτυξη γεωβάσης δεδομένων εξάπλωσης των αγρωστοδών στον ελλαδικό χώρο». 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Αθήνα 17-18 Μαΐου 2012, Πρακτικά σε CD.
- Kabata-Pendias, A. and A.B. Mukherjee. 2007. Trace Elements from Soil to Human. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Lindsay, W. L., and Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- Marx, E. S., Hart, J., and Stevens, R. G., (1999). Soil Test Interpretation Guide. Oregon State University Extension Service, EC 1478. USA. pp. 7.
- McLean, E. (1982). Soil pH and lime requirement. In *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, eds.), Part 2, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 199-224.
- Mills, H. A., and Jones, J. B. (1996). Plant Analysis Handbook II: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide. Micro Macro Publishing, Inc., USA.
- Nelson, D. W., and Sommers, L. E. (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter. In *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, eds.), Part 2, 2nd ed., Agronomy 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 539-579.
- Olsen, S. R., and Dean, L. A. (1965). Phosphorus. In *Methods of Soil Chemical Analysis* (C. A. Black et al., eds.), Part 2, Agronomy 9, ASA, Inc., Madison, Wis., pp. 1035-1049.
- U. S. Salinity Laboratory Staff, (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook No. 60, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Thomas, G. W. (1982). Exchangeable cations. In *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, eds.), Part 2, 2nd ed., Agronomy 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 159-165.
- Wear, J. I. (1965). Boron. In *Methods of Soil Chemical Analysis* (C. A. Black et al., eds.), Part 2, Agronomy 9, ASA, Inc., Madison, Wis., pp. 1059-1063.
- Wright, L., Kemp S., and Williams I. (2011). Carbon footprinting: towards a universally accepted definition. *Carbon Management* 2(1): 61-72.

ΦΕΚ 641/Β/7-08-1991. Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για τη χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων. Υπουργική Απόφαση 80568/4225/91.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα έκθεση παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μελέτης, η οποία εκπονήθηκε για λογαριασμό της Εταιρείας Δ. ΝΟΜΙΚΟΣ ΑΒΕΚ, σε υλοποίηση σχετικής σύμβασης έργου με αντικείμενα τη διερεύνηση και την αξιολόγηση των εδαφικών και φυτικών παραμέτρων με στόχο τον καθορισμό των πρακτικών διαχείρισης της καλλιέργειας βιομηχανικής ντομάτας για λογαριασμό ομάδων παραγωγών και την πιστοποίησή της ως καλλιέργειας ολοκληρωμένης διαχείρισης καθώς και τον προσδιορισμό του δεσμευόμενου άνθρακα από την καλλιέργεια για τον προσδιορισμό του αποτυπώματος άνθρακα. Σε 530 εδαφικά δείγματα προερχόμενα από ίσο αριθμό 110 περίπου κτημάτων, προσδιορίστηκαν οι εδαφικές παράμετροι που καθορίζουν τη γονιμότητα των εδαφών με βάση τις οποίες καθορίζεται η λίπανση της καλλιέργειας σύμφωνα με το σύστημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης (ΣΟΔ). Σε ανάλογο αριθμό δειγμάτων φύλλων έγινε προσδιορισμός της συγκέντρωσης των θρεπτικών για τη διερεύνηση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών με στόχο τη διόρθωση της λιπαντικής αγωγής σύμφωνα με το ΣΟΔ. Επί πλέον σε δέκα πιλοτικά κτήματα με πειραματική διάταξη πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων έγινε σχολαστική εφαρμογή του ΣΟΔ, δειγματοληψίες εδαφών και φύλλων και προσδιορίστηκαν η απόδοση της καλλιέργειας, οι παράμετροι που καθορίζουν τη γονιμότητα των εδαφών, τη θρεπτική κατάσταση των φυτών και τη δέσμευση άνθρακα από την ατμόσφαιρα μέσω της καλλιέργειας της τομάτας. Επίσης με τη χρήση κατάλληλου μοντέλου προσδιορίστηκε η ποσότητα άνθρακα που εκλύθηκε στην ατμόσφαιρα από ορισμένο αριθμό αγρών και υπολογίστηκε το αποτύπωμα άνθρακα για την καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας. Τα αποτελέσματα της εργασίας ήταν η υποστήριξη του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης της καλλιέργειας, η απόκτηση πραγματικών δεδομένων για την επίδραση της καλλιέργειας στο περιβάλλον μέσω των αερίων του θερμοκηπίου και της δυνατότητας μέσω της υιοθέτησης των κατάλληλων γεωργικών πρακτικών μείωσης της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

## **ABSTRACT**

The present report presents the results of a study that was conducted on behalf of the D. NOMIKOS ABEK in the frame of a respective contract, aiming at the investigation and evaluation of the soil and plant parameters to determine the agricultural practices of industrial tomato cultivation for farmers groups and their certification as integrated management cultivation as well as the determination of the carbon absorbed by the tomato crop to determine the carbon footprint. In about 600 soil samples selected from equal number of farms, the soil fertility parameters were determined according to which the fertilization is scheduled in the frame of the integrated management system (IMS). In a proportional number of plant samples the nutrient concentration indicating the nutritional status of the plants was determined aiming at the correction of fertilization according to the IMS rules. Furthermore, in ten pilot farms in an experimental design complete randomized blocks the IMS rules were carefully applied, soil and plant samples were selected and analyzed for the properties related to soil fertility and nutritional status of the plants respectively as well as for the parameters related to carbon absorption from the atmosphere by the plants. In addition, by using an appropriate model, the carbon footprint was calculated for tomato crop. The results of this study were the support of the IMS in tomato crop, the obtaining of real data on the influence of tomato cultivation on the environment through the greenhouse gases and the possibility to reduce environmental impact through the adoption of appropriate agricultural practices.