

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 329
Ημερομηνία: 4-10-10

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής Και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Θέμα: «ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΕΛΑΙΩΝΑ ΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΦΥΛΛΙΑΣ»**

ΠΑΥΛΟΥ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΦΟΥΝΤΑΣ

ΒΟΛΟΣ 2010



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9124/1
Ημερ. Εισ.: 15-11-2010
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2010
ΠΑΥ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών που εντάσσονται στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας σε σπρωμένα ελιάς για την κατασκευή χαρτών τάσης για τη χωρική και τη χρονική παραλλακτικότητα της παραγωγής ελαιόλαδου. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται αποτελέσματα από την ανάλυση της χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας παραγωγής σε έναν ελαιώνα στους Γαργαλιάνους της Μεσσηνίας. Έγινε χαρτογράφηση παραγωγής και ορισμένων βασικών στοιχείων και χαρακτηριστικών του εδάφους όπως το pH, η οργανική του ουσία, το περιεχόμενο βόριο, το περιεχόμενο κάλιο και ο περιεχόμενος φώσφορος για τα τρία έτη. Στην συνέχεια δημιουργήθηκαν χάρτες χρονικής παραλλακτικότητας που δείχνουν τη διαφορά στην παραγωγή και στα διάφορα εδαφικά χαρακτηριστικά σε κάθε σημείο του αγρού από έτος σε έτος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παραγωγή ελαιών της ποικιλίας στα 3 έτη ήταν 10 t/ha, 7 t/ha και 9 t/ha αντίστοιχα. Το μέρος του αγρού όπου γίνεται έλεγχος των ζιζανίων με μηχανική κατεργασία του εδάφους περιέχει περισσότερο βόριο (B) και λιγότερη οργανική ουσία, ενώ τα στοιχεία κάλιο (K) και φώσφορος (P) είναι κατανομημένα καλύτερα στο χώρο. Τέλος το pH του αγρού κυμαίνεται μεταξύ 6-8 το οποίο είναι και το ιδανικό για μια καλή παραγωγή.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή μου, κύριο Σπυρίδων Φουντά, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την πολύτιμη βοήθειά του και την καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της διατριβής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κύριο Θεοφάνη Γέμτο, Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τον κύριο Γεώργιο Νάνο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη βοήθεια τους στην υλοποίηση της πτυχιακής μου.

Τον κύριο Παναγιώτη Παγάνη, παραγωγό, για την αρωγή του και την εργασία του για την χαρτογράφηση της παραγωγής και τον κύριο Νίκο Γιαννόπουλο για τη συλλογή των δεδομένων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με βοήθησαν σε ολόκληρη τη διάρκεια των σπουδών μου.

- Ετήσιος βλαστικός κύκλος της ελιάς
- Πολλαπλασιασμός-Συλλογή
- Παραγωγή ελιάς
 - i. Παγκόσμιο επίπεδο
 - ii. Παραγωγή στην Ελλάδα

1.3 Αντικειμενικοί στόχοι της έρευνας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Πειραματικός αγρός

3.2 Ποικιλία ελιάς

3.3 Χαρτογράφηση παραγωγής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

B. Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Στοιχεία για την επιτραπέζια ελιά εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (σε 1.000 τόνους)

Πίνακας 1.2 Στοιχεία για την παραγωγή λαδιού εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (σε 1.000 τόνους)

Πίνακας 1.3 Στοιχεία για την επιτραπέζια ελιά στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε 1.000 τόνους)

Πίνακας 1.4 Στοιχεία για την παραγωγή λαδιού στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε 1.000 τόνους)

Πίνακας 1.5 Στοιχεία για την εξέλιξη της επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα

Πίνακας 1.6 Στοιχεία για την εξέλιξη της ελαιοποιήσιμης ελιάς στην Ελλάδα

Πίνακας 4.1. Μέσοι όροι, ελάχιστα, μέγιστα και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) της παραγωγής στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Πίνακας 4.2. Μέσοι όροι και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) των εδαφολογικών στοιχείων του εδάφους στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για το έτος 2007

Πίνακας 4.3. Μέσοι όροι και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) των εδαφολογικών στοιχείων του εδάφους στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για το έτος 2008

Πίνακας 4.4. Μέσοι όροι και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) των εδαφολογικών στοιχείων του εδάφους στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για το έτος 2009

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4.1. Χάρτες παραγωγής της Κορωνέικης ποικιλίας α) για το 2007, β) για το 2008, γ) για το 2009 και δ) χάρτης τάσης για τα τρία έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.2. Χάρτες ποσοστών βορίου (B) για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του βορίου (B) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.3. Χάρτες ποσοστών καλίου (K) για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του καλίου (K) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.4. Χάρτες ποσοστών φωσφόρου (P) για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του φωσφόρου (P) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.5. Χάρτες ποσοστών του pH για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του pH για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.6. Χάρτες ποσοστών της Οργανικής Ουσίας για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης της Οργ.Ουσίας για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.7. Ιστογράμματα παραγωγής α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009

Εικόνα 4.8. Ιστόγραμμα παραγωγής για τα έτη 2007,2008 και 2009

Εικόνα 4.9. Ιστόγραμμα ποσότητας βορίου (B) α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.10. Ιστογράμματα ποσότητας καλίου (K) α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.11. Ιστογράμματα ποσότητας φωσφόρου (P) α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.12. Ιστογράμματα για το pH του εδάφους α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Εικόνα 4.13. Ιστογράμματα ποσότητας της Οργανικής Ουσίας α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η παραγωγή γεωργικών προϊόντων μέχρι το 1950 ήταν ανεπαρκής για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών της γης. Κατά την περίοδο 1950-1970 αυξήθηκε σημαντικά λόγω της δημιουργίας βελτιωμένων ποικιλιών ή υβριδίων και της ανάπτυξης περισσότερων μηχανικών μέσων, λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Από το 1970 και μετά άρχισε η περίοδος της υπερεπάρκειας σε γεωργικά προϊόντα, η οποία ήταν αποτέλεσμα: α) της βελτίωσης της γνώσης των συμβούλων παραγωγής γεωργικών προϊόντων (γεωπόνων) και των γεωργών, β) της καλλιέργειας αποδοτικότερων ποικιλιών ή υβριδίων, γ) της πλήρους εκμηχάνισης της γεωργίας και δ) της χρήσης περισσότερων και υψηλότερης τεχνολογίας μηχανικών μέσων, λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Oerke *et al.*, 1994).

Επιπλέον με βάση τις υπάρχουσες καλλιεργητικές τεχνικές και με τη χρήση μεγάλων μηχανημάτων, οι καλλιέργειες διαχειρίζονται με ομοιόμορφο τρόπο σ' όλη την έκταση του αγρού, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι διαφοροποιήσεις στη γονιμότητα του εδάφους, στην εξάπλωση των ζιζανίων και στην ύπαρξη ασθενειών. Αυτό οδηγεί είτε σε μεγαλύτερη είτε σε μικρότερη δοσολογία λιπασμάτων, σπόρων, νερού και φυτοφαρμάκων με άμεση συνέπεια τη μη επίτευξη της βέλτιστης σοδειάς στα διάφορα τμήματα της καλλιεργούμενης έκτασης. Επομένως η υπερβολική χρήση εισροών πάντα συνεπάγεται σπατάλη, ενώ μικρότερη χρήση των απαιτούμενων εισροών οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή. Επιπροσθέτως συμβάλει στην παρουσία υπολειμμάτων στα γεωργικά προϊόντα, στο έδαφος και στα νερά με συνέπεια την ρύπανση του περιβάλλοντος και των υπογείων υδάτων. Επίσης συμβάλει

στην ανάπτυξη ανθεκτικών εχθρών (εντόμων, μυκήτων, ζιζανίων), στην διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας και στην αύξηση του κόστους παραγωγής.

Τα προβλήματα αυτά, σε συνδυασμό ειδικότερα με την ανησυχία σε σχέση με τα περιβαλλοντικά ζητήματα στη δεκαετία του '80, ανέπτυξαν την έννοια της αειφόρου ανάπτυξης που περιλαμβάνει μια δυναμική διαδικασία βοηθάει όλους τους ανθρώπους να κατανοήσουν τις δυνατότητές τους και να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής τους με τρόπους που ταυτόχρονα να προστατεύουν και να ενισχύουν τα συστήματα υποστήριξης της ζωής στη Γη. Στα πλαίσια της αειφορικής γεωργίας όπου όλες οι καλλιεργητικές παρεμβάσεις έχουν ως γνώμονα τη μη διατάραξη των αποθεμάτων των φυσικών πόρων και τη μη ρύπανση του περιβάλλοντος, η Γεωργία Ακριβείας προσδοκά να συμβάλει στη λύση αυτών των προβλημάτων με στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης των εισροών ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες του κάθε τμήματος του αγρού.

Η Γεωργία Ακριβείας έχει ως στόχο την καταγραφή των επιμέρους διαφοροποιήσεων που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας και την αξιοποίηση των διαφοροποιήσεων με σκοπό τη χρησιμοποίηση σε κάθε τμήμα του αγρού της προσφορότερης δοσολογίας λιπασμάτων, σπόρων, νερού και φυτοφαρμάκων και γενικότερα καλλιεργητικών φροντίδων. Επομένως, έχει ως στόχο την καλύτερη διαχείριση των εισροών στη γεωργία, με απώτερο σκοπό την αύξηση της απόδοσης. Είναι μια νέα προσέγγιση η οποία χρησιμοποιώντας ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες και ενσωματώνοντας καινούργιες τεχνικές δημιουργεί ένα σημαντικό όπλο στην υπηρεσία του γεωργού επιχειρηματία (Φουντάς, 2000).

1.2 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

1.2.1 Γεωργία Ακριβείας

Οι άνθρωποι που ασχολούνται σήμερα με την γεωργία βασίζονται στους μέσους όρους -με δεδομένα που είναι συχνά σποραδικά- και στα φυσικά χαρακτηριστικά, ώστε να λάβουν αποφάσεις διαχείρισης των αγροτεμαχίων. Η γονιμότητα του εδάφους καθορίζεται συνθέτοντας τους εδαφολογικούς πυρήνες σε ένα ενιαίο δείγμα με σκοπό να περιγράψει καλύτερα τις συνθήκες που υπάρχουν μέσα σε ένα αγροτεμάχιο. Η διαχείριση του αγροτεμαχίου, σε ότι αφορά στην παραγωγή ή στις προσβολές από παράσιτα, γίνεται σε μερικές θέσεις μέσα στο αγροτεμάχιο και οι παρατηρήσεις συχνά είναι περισσότερο ποιοτικές παρά ποσοτικές. Ως επί το πλείστον, ολόκληρα τα αγροτεμάχια έχουν θεωρηθεί ως βασικές μονάδες γεωργικής παραγωγής και η διαχείρισή τους αφορά το μέσο όρο της παραγωγής ή, στην περίπτωση της προσβολής από παράσιτα, γίνεται εντατική καταπολέμηση έτσι ώστε να υπερνικηθεί η μεταβλητότητα μέσα σε όλο το αγροτεμάχιο. Σε αυτό συντελεί και η αύξηση του μεγέθους των αγροτεμαχίων που έχει μειώσει τη δυνατότητα του αγρότη να διαχειριστεί αποτελεσματικά τη μεταβλητότητα.

Επιπλέον λόγοι οικονομικοί, περιβαλλοντικοί καθώς και λόγοι ασφάλειας των τροφίμων προτάσσουν ένα νέο τρόπο διαχείρισης των αγροκτημάτων που να καταγράφει και να αποτυπώνει όσο το δυνατόν καλύτερα τη μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών του εδάφους και της καλλιέργειας τόσο χωρικά όσο και χρονικά (Αμπατζίδης, κ.α., 2007).

Εδώ και δεκαετίες, οι φορείς διαχείρισης της γεωργίας έχουν εκμεταλλευθεί τις νέες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων αυτών που παρέχουν πληροφορίες, οι οποίες επέτρεψαν την καλύτερη διαχείριση, την λήψη πιο

σωστών αποφάσεων και βελτίωσαν την αποδοτικότητα της αγροτικής παραγωγής. Η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στη γεωργία επέτρεψε τη μέτρηση της χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας των παραμέτρων της παραγωγής και του εδάφους και έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας (Φουντάς και Γέμτος, 2008).

Γεωργία Ακριβείας (Precision Agriculture, Precision Farming, Site Specific Farming) ονομάζεται η μέθοδος γεωργικής πρακτικής, που χρησιμοποιεί πληροφορίες με σαφήνεια προσδιορισμένων ως προς το χώρο ή και το χρόνο, προκειμένου να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα των εισροών ή και να ελαχιστοποιήσει τις βλαβερές τους συνέπειες (Καρυδάς και Συλλαίος, 2000).

Ενώ η παραδοσιακή γεωργική διαχείριση αντιμετωπίζει τα αγροτεμάχια ως ομοιόμορφα (βασισμένη σε μέσους όρους) και αγνοεί την εγγενή ή επίκτητη ως προς το χώρο και το χρόνο παραλλακτικότητά τους (spatial and temporal variability), στην καρδιά της Γεωργίας Ακριβείας βρίσκεται η διαχείριση αυτής ακριβώς της παραλλακτικότητας. Ειδικότερα, διακρίνονται τρεις μορφές παραλλακτικότητας: η χωρική, η χρονική και η προβλεπτική. Η χωρική παραλλακτικότητα γίνεται αντιληπτή ως μεταβολή των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των καλλιεργειών και του εδάφους, με την αλλαγή θέσης μέσα στο αγροτεμάχιο. Η χρονική παραλλακτικότητα γίνεται αντιληπτή ως μεταβολή τους με το χρόνο. Η προβλεπτική παραλλακτικότητα γίνεται αντιληπτή ως μεταβολή στο χώρο, της διαφοράς μεταξύ προβλεπόμενων και πραγματικών τιμών αποδόσεων. Η Γεωργία Ακριβείας παρέχει το πλαίσιο μέσα στο οποίο οι διαχειριστές των καλλιεργειών μπορούν με μεγάλη ακρίβεια να

κατανοήσουν και στη συνέχεια να ελέγξουν αυτά που συμβαίνουν μέσα στο αγροτεμάχιο (Blackmore, 1994).

Η Γεωργία Ακριβείας αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο η γεωργική έρευνα μπορεί να εξελιχθεί. Η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων από δεδομένα όσον αφορά στα αγροκτήματα θα επιτρέψει το δυναμικό πειραματισμό που θα μπορούσε να εκτοπίσει τη χρήση των παραδοσιακών ελεγχόμενων πειραμάτων. Οι τεχνολογίες που παρέχουν πληροφορίες μπορούν να παράγουν ποσοτικά δεδομένα που θα συμπληρώσουν τα ποιοτικά σε ολόκληρο το αγρόκτημα.

Η Γεωργία Ακριβείας απαιτεί μια συστηματική προσέγγιση για την πειραματική έρευνα. Εν προκειμένω, η γεωργία ακριβείας είναι παρόμοια με την εφαρμογή των βασικών συστημάτων, τη βιώσιμη γεωργία και τις στρατηγικές αντιμετώπισης των παρασίτων που βασίζονται στην οικολογική προσέγγιση. Αυτό που καθιστά τη Γεωργία Ακριβείας διαφορετική είναι η δυνατότητα που δίνει να συλλεχθούν τα δεδομένα από πρακτικές παραγωγής που εφαρμόζονται στα αγροτεμάχια και στα αποτελέσματα που επιτυγχάνουν.

Η Γεωργία Ακριβείας είναι σήμερα μια δημοφιλής μέθοδος παραγωγής που εφαρμόζεται σε ολόκληρη την Ευρώπη και μπορεί να οριστεί ως μια γεωργική προσέγγιση που έχει ως σκοπό να βελτιστοποιήσει τη γεωργική παραγωγή μέσω της χρήσης των ουσιαστικών πληροφοριών της καλλιέργειας, της προηγμένης τεχνολογίας και των βελτιωμένων πρακτικών διαχείρισης. Μια πραγματικά περιεκτική προσέγγιση στη Γεωργία Ακριβείας πρέπει να καλύπτει όλες τις φάσεις παραγωγής, από το σχεδιασμό μέχρι τη μετασυλλεκτική μεταχείριση. Οι πληροφορίες, η τεχνολογία, και η διαχείριση συνδυάζονται σε ένα σύστημα παραγωγής που στόχο έχει την αύξηση της

αποδοτικότητας της παραγωγής, τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, την αποδοτικότερη χρήση χημικών ουσιών και νερού, τη διατήρηση της ενέργειας και την προστασία του εδάφους και των υπογείων υδάτων.

Η Γεωργία Ακριβείας χρησιμοποιεί διάφορες τεχνολογίες όπως είναι το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (Global Positioning System), τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (Geographical Information Systems), οι αισθητήρες μέτρησης της παραγωγής (yield monitors), η εφαρμογή εισροών με μεταβλητό ρυθμό (Variable Rate Technology), η τηλεπισκόπηση (Remote Sensing) κ.α. (Καρυδάς και Συλλαίος, 2000).

Η εφαρμογή ενός συστήματος Γεωργίας Ακριβείας περιλαμβάνει τέσσερις φάσεις (Καρυδάς και Συλλαίος, 2000):

- **Συλλογή πληροφορίας:** Το βασικότερο είδος πληροφορίας, όσον αφορά στη Γεωργία Ακριβείας, είναι οι χωρικές συντεταγμένες. Είναι η πληροφορία που πρέπει να συνοδεύει τις περισσότερες από τις άλλες μορφές πληροφορίας (χαρτογράφηση αποδόσεων, εφαρμογή εισροών, κ.λπ.), προκειμένου αυτές να αποκτούν γεωγραφικά χαρακτηριστικά. Η πρώτη χρονικά πληροφορία που λαμβάνεται είναι οι αποδόσεις των προηγούμενων ετών. Η παραλλακτικότητα των αποδόσεων αυτών, καθώς και η σοβαρότητά της, αποτυπώνονται στους χάρτες παραγωγής, οι οποίοι όμως δεν μπορούν να προσδιορίσουν τα αίτια αυτής της παραλλακτικότητας. Για τη διάγνωση των αιτίων της παραλλακτικότητας και περαιτέρω διερεύνηση χρησιμοποιούνται η Τηλεπισκόπηση και οι Μετρήσεις Πεδίου.
- **Διαχείριση πληροφορίας:** Για τη διαχείριση της πληροφορίας στη Γεωργία Ακριβείας, δηλαδή την ανάλυση και επεξεργασία της

πληροφορίας, χρησιμοποιούνται τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographical Information Systems – G.I.S.) και ακολουθούνται τα εξής στάδια: α) Εισαγωγή δεδομένων (χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, μετρήσεις στο πεδίο, ψηφιακά αρχεία, κ.ά.). β) Αποθήκευση και επιλεκτική επανάκτηση δεδομένων μέσω λογικών ερωτημάτων, καθώς και γρήγορη και ασφαλής ενημέρωση και διόρθωσή τους. γ) Διαχείριση, ανάλυση και μοντελοποίηση δεδομένων. Στη φάση αυτή, για την ανάδειξη των αιτίων της παραλλακτικότητας, χρησιμοποιούνται στατιστικές τεχνικές για τη συσχέτιση με την παραλλακτικότητα σταθερών (τύπος εδάφους, ρέματα, ψηλά δένδρα, κ.ά.) και μεταβλητών (σπορά, ψεκασμοί, λιπάνσεις, κ.ά.) παραγόντων. Συνήθως διαφορετικοί παράγοντες είναι σημαντικοί για διαφορετικά σημεία του αγροτεμαχίου. δ) Απόδοση αποτελεσμάτων, συσχετίσεων, αναλύσεων και άλλων διαδικασιών, με τη μορφή χαρτών, πινάκων, γραφημάτων και άλλων μορφών.

- **Αποφάσεις:** Ως αντίληψη, η Γεωργία Ακριβείας, δεν ταυτίζεται με κάποια συγκεκριμένη διαχειριστική τακτική. Απλώς, επιτρέπει στο διαχειριστή (παραγωγό, γεωπόνο, σύμβουλο, εταιρεία ή έμπειρο σύστημα) την καλύτερη κατανόηση και το μεγαλύτερο δυνατό έλεγχο των χειρισμών στο αγροτεμάχιο. Καθώς η Γεωργία Ακριβείας αναπτύσσεται σε ολοκληρωμένο σύστημα, οι διάφορες διαχειριστικές στρατηγικές καθίσταται δυνατό να περιγραφούν (ακόμη και να ενσωματωθούν σε ειδικό λογισμικό), ώστε να δώσουν σταθερές και συνεπείς πρακτικές, κυρίως όσον αφορά στις επιδράσεις τους στο περιβάλλον. Τρεις είναι, σε γενικές γραμμές, οι κύριες στρατηγικές που

μπορούν να εφαρμοστούν: 1) Στρατηγική Α. Προστασία της παραγωγής – Μεγάλες ποσότητες εισροών – Κανένα ενδιαφέρον για το περιβάλλον. 2) Στρατηγική Β. Μειωμένες εισροές – Βέλτιστο κέρδος ή εισόδημα – Μέτριο ενδιαφέρον για το περιβάλλον. 3) Στρατηγική Γ. Μειωμένες εισροές – Υψηλό ενδιαφέρον για το περιβάλλον.

- **Εφαρμογή:** Το τελευταίο στάδιο με το οποίο ολοκληρώνεται ένας κύκλος Γεωργίας Ακριβείας είναι η λήψη αποφάσεων διαχείρισης των αγροτεμαχίων και μέρων τους και η εφαρμογή των αποφάσεων, με τα Συστήματα Μεταβλητών Εφαρμογών των εισροών στο αγροτεμάχιο. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: είτε με την ανάγνωση θεματικών χαρτών (εφαρμογή βασισμένη σε χάρτη - map based application) είτε με την λήψη απευθείας εντολών από Αισθητήρες (π.χ. αισθητήρες εδαφικής υγρασίας), που φέρονται στο ίδιο όχημα με τα παρελκόμενα εφαρμογών (εφαρμογή βασισμένη σε αισθητήρα - sensor based application). Έως σήμερα χρησιμοποιείται περισσότερο η βασισμένη σε χάρτη μέθοδος, εξαιτίας της μικρής ακόμη διάδοσης των Αισθητήρων. Ωστόσο, το κόστος της εδαφικής ανάλυσης ανά δείγμα είναι υψηλό και συνεπώς περιορίζει το πλήθος των διαθέσιμων δειγμάτων. Οι χάρτες πλεονεκτούν για μεταβλητές που είναι σταθερές στα χρονικά πλαίσια μίας καλλιεργητικής περιόδου, όπως η οργανική ουσία, η μηχανική σύσταση, κ.ά. Με τη μέθοδο του Αισθητήρα, όμως, παύει να υπάρχει η ανάγκη για χρήση G.P.S. και για επεξεργασία δεδομένων, αφού δεν απαιτείται η χρήση χαρτών.

Τα οφέλη από την εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας είναι:

α) οικονομικά διότι έχουμε μείωση του λειτουργικού κόστους το οποίο οφείλεται στη μείωση εισροών με ταυτόχρονη αύξηση των εσόδων λόγω αύξησης της παραγωγής και της ποιότητας των προϊόντων,

β) περιβαλλοντικά διότι με την μείωση των εισροών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) δεν προκαλείται ρύπανση του εδάφους και των νερών και

γ) καλύτερη ιχνηλασιμότητα των προϊόντων επειδή γίνεται ακριβής καταγραφή όλων των επεμβάσεων στον αγρό (Gemtos *et al.*, 2002).

Σε όλα τα παραπάνω συνηγορεί και μια βασική δυνατότητα της Γεωργίας Ακριβείας, δηλαδή η συλλογή περισσότερης και καλύτερης πληροφόρησης η οποία μπορεί να μειώσει την αβεβαιότητα των παραγωγών στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση των καλλιεργειών τους. Επιπλέον η Γεωργία Ακριβείας μπορεί να εξυπηρετήσει καλύτερα τις ανάγκες της αειφορικής ανάπτυξης. Στην αειφορική ανάπτυξη η βασική ανάγκη που εξυπηρετείται είναι οι μη αρνητικές αλλαγές στα αποθέματα του φυσικού πλούτου και η ικανότητα του περιβάλλοντος για απορρόφηση των αποβλήτων. Η Γεωργία Ακριβείας δύναται να εξυπηρετήσει αυτήν την ανάγκη και μάλιστα, σε σύγκριση με άλλους κλάδους της Αειφορικής Γεωργίας (π.χ. την οργανική γεωργία), φαίνεται να είναι πιο ρεαλιστική. Κι αυτό, διότι είναι δύσκολο να επικρατήσει η θέση ότι φιλική στο περιβάλλον είναι μόνο η γεωργία εκείνη που δε χρησιμοποιεί καθόλου αγροχημικά (Bouma, 1998).

1.2.2 Εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας

Οι πρώτες αναφορές σχετικά με την ανάγκη για διαχείριση της παραλλακτικότητας στο αγροτεμάχιο έγιναν ήδη από την αρχή του 20ού αιώνα από τους Eden & Maskell (1928) και Linsley & Bauer (1929), ενώ κατά τη δεκαετία του 1980, οι Johnson *et al.* (1983) προχώρησαν στην περιγραφή μιας αυτόματης γεωργικής μηχανής ακριβείας. Η πρώτη πραγματική εφαρμογή, όμως, ήταν η κατασκευή συστήματος μίξης και διανομής λιπασμάτων σε κίνηση, που κατασκευάστηκε από την εταιρεία Soil Teq στις Η.Π.Α. (Fairchild, 1988) και το οποίο χρησιμοποιούσε πληροφορία από αεροφωτογραφία και εδαφικές αναλύσεις με βάση πλέγμα συντεταγμένων, για να παράγει ένα χάρτη εφαρμογής λιπασμάτων. Ο εντοπισμός της θέσης μέσα στο αγροτεμάχιο γίνονταν με στατικό υπολογισμό.

Το 1992 στις Η.Π.Α., επετράπη η λειτουργία ιδιωτικών συστημάτων διαστημικής Τηλεπισκόπησης, ενώ το 1993 πραγματοποιήθηκε στη Μινεσότα η πρώτη διεθνής συνάντηση με θέμα τη Γεωργία Ακριβείας (First Workshop on Soil-specific Crop Management). Το 1994, επίσης στις Η.Π.Α., επετράπη η ελεύθερη χρήση από τους πολίτες, δορυφορικών δεδομένων με χωρική ανάλυση ενός μέτρου, ενώ η πρώτη ευρωπαϊκή συνάντηση για τη Γεωργία Ακριβείας πραγματοποιήθηκε στη Μ. Βρετανία, το 1997 (Καρυδάς και Συλλαίος, 2000).

Σήμερα στις ΗΠΑ, πάνω από το 50% των καλλιεργούμενων εκτάσεων σε σιτηρά και βαμβάκι πραγματοποιείται με τη χρήση αισθητήρων μέτρησης της παραγωγής (Φουντάς και Γέμτος, 2008).

Διάφορες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί τόσο στο εξωτερικό όσο και στην χώρα μας για να αποδείξουν την αποτελεσματικότητα της Γεωργίας Ακριβείας.

- Εφαρμογές σε παγκόσμιο επίπεδο

Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί αφορούν κυρίως φυτά μεγάλης καλλιέργειας και λιγότερα οπωροφόρα δέντρα.

Έτσι οι Blackmore *et al.* (2003) μελέτησαν την παραγωγή από τέσσερις αγρούς σε χειμερινά σιτηρά για πάνω από έξι χρόνια, για να προσδιορίσουν τις χωρικές και χρονικές τάσεις της παραγωγής. Διαπιστώθηκε ότι η σημαντική χωρική μεταβλητότητα που βρέθηκε μέσα σε κάθε ξεχωριστό χάρτη παραγωγής αντισταθμίστηκε στο χρόνο, αφήνοντας έναν ομοιογενή χάρτη τάσης. Οι συνέπειες από αυτά τα ευρήματα είναι ότι ο κάθε αγρός πρέπει να διαχειρίζεται ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε έτος.

Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση είναι υπεύθυνη για την απελευθέρωση στο περιβάλλον των NH_3 , N_2O , NO_3^- and NO_x (NO και NO_2). Για τον σκοπό αυτό οι Bailey *et al.* (2001) μελέτησαν την χωρική παραλλακτικότητα σε αζωτούχες ουσίες σε καλλιέργειες παραγωγής χόρτου. Οι αζωτούχες ουσίες στην παραγωγή χόρτου βρέθηκαν να ποικίλουν αρκετά κατά μήκος του χωραφιού, εξαιτίας των διαφορών στις ανόργανες ουσίες του εδάφους, αλλά οι καμπύλες της μεταβλητότητας παρέμειναν σταθερές με το χρόνο. Παρόλα αυτά η ανάλυση μιας σειράς χημικών και φυσικών ιδιοτήτων εδάφους απέτυχαν να εξηγήσουν αυτήν την παραλλακτικότητα. Διαπιστώθηκε ότι ο χάρτης παραγωγής κατανομής του αζώτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη

θέση της εδαφικής ανάλυσης. Ο παραγωγός, εφαρμόζοντας προγράμματα στοχευμένης λίπανσης στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας, μπορεί να επιτύχει μείωση των εισροών στο περιβάλλον καθώς και μείωση του κόστους παραγωγής.

Οι Qiao *et al.* (2004) χρησιμοποιώντας κινητό ρομπότ ταξινόμησης καρπών δημιούργησαν έναν χάρτη παραγωγής και έναν χάρτη ποιότητας σε καλλιέργεια γλυκιάς πιπεριάς. Για τον σκοπό αυτό συγκομίστηκαν από 300 φυτά 372 καρποί γλυκιάς πιπεριάς. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν ήταν η θέση του κάθε φυτού, ο χρόνος συγκομιδής, το μέγεθος του καρπού (αριθμός καρπών ανά φυτό), το χρώμα, το σχήμα, η μάζα καθώς και το ποσοστό ελαττωματικών καρπών. Τα παραπάνω δεδομένα αξιολογήθηκαν με σκοπό να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων για να προσδιοριστεί η απόδοση και η ποιότητα της καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η βάση δεδομένων είναι επαρκής για να απεικονίσει τη χωρική παραλλακτικότητα της παραγωγής και της ποιότητας σε ένα χωράφι, ότι το ανεπτυγμένο πρόγραμμα χαρτογράφησης είναι αποτελεσματικό και πρακτικό και ότι το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί σε πραγματικό χρόνο.

Οι Jurado-Expósito *et al.* (2003) χρησιμοποίησαν τεχνικές της Γεωργίας Ακριβείας για να κατασκευάσουν χάρτες τάσης για την χωρική παραλλακτικότητα των ζιζανίων σε δυο αγροτεμάχια από ηλίανθο στο Cabello και Monclova της νότιας Ισπανίας. Τα στοιχεία της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν για να διενεργηθούν οι ψεκασμοί για την καταπολέμηση των ζιζανίων. Τα είδη των ζιζανίων που αναγνωρίστηκαν, η ένταση της προσβολής, καθώς και η χωρική κατανομή ποίκιλαν αρκετά μεταξύ των δύο περιοχών. Σύμφωνα με τους χάρτες χωρικής κατανομής των ζιζανίων της κάθε περιοχής και με βάση

το κατώτερο οικονομικό όριο επέμβασης για κάθε ζιζάνιο, εφαρμόστηκε η στρατηγική καταπολέμησής τους στην καλλιέργεια. Η εφαρμογή των κατάλληλων ζιζανιοκτόνων έγινε μόνο εκεί που διαπιστώθηκε υπέρβαση του οικονομικού ορίου με αποτέλεσμα την μείωση της ποσότητας εφαρμογής και ταυτόχρονα την μείωση των εισροών και του κόστους καταπολέμησης.

Επίσης οι Jurado-Exrósito *et al.* (2004), χρησιμοποιώντας μεθόδους της Γεωργίας Ακριβείας, κατασκεύασαν χάρτες τάσης για τη χωρική και τη χρονική παραλλακτικότητα του ζιζανίου *Convolvulus arvensis* L σε καλλιέργεια σιταριού τα έτη 1999 και 2001 και σε ηλίανθο τα έτη 2000 και 2002. Οι έρευνες πραγματοποιήθηκαν σε ένα αγροτεμάχιο 1,6 εκταρίων στην Ανδαλουσία της νότιας Ισπανίας. Διαπιστώθηκε ότι η πυκνότητα του ζιζανίου ήταν υψηλότερη στην καλλιέργεια του σιταριού και τα δύο έτη από ότι στον ηλίανθο. Με βάση το κατώτερο οικονομικό όριο επέμβασης για την κάθε καλλιέργεια και την πυκνότητα και την θέση του ζιζανίου, από τα στοιχεία που προέκυψαν από τους χάρτες, εφαρμόστηκε πρόγραμμα για την καταπολέμηση του ζιζανίου. Η μέση μείωση του κόστους του ζιζανιοκτόνου που επιτεύχθηκε στην καλλιέργεια του ηλίανθου και για τα δύο έτη, ήταν περίπου 81%.

Οι Vrindts *et al.* (2005) μελέτησαν την παραλλακτικότητα παραγωγής καλλιέργειας χειμερινού σιταριού (*Triticum aestivum* L.) σε σχέση με το ανάγλυφο του αργιλώδους εδάφους στο οποίο καλλιεργήθηκε σε περιοχή του Βελγίου. Για τον σκοπό αυτό συλλέχθηκαν στοιχεία σχετικά με την παραγωγή σπόρου, την παραγωγή άχυρου, τη βιομάζα και την συγκομιδή κεφαλής με θεριζοαλωνιστική μηχανή. Επιπλέον το υψόμετρο και η κλίση του αγρού μετρήθηκαν από μία μονάδα GPS πάνω στη θεριζοαλωνιστική. Από την

ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν πέντε ευκρινώς διαφοροποιημένες ζώνες παραγωγής. Σε χαμηλά μέρη στον αγρό με μικρή διάβρωση διαπιστώθηκε υψηλή παραγωγή σπόρου, άχυρου και βιομάζας. Επιπλέον, καλή παραγωγή σπόρου, χαμηλή παραγωγή άχυρου και υψηλή παραγωγή βιομάζας παρατηρήθηκε σε σημεία με σχετικά απότομες κλίσεις. Επιπροσθέτως υψηλή παραγωγή άχυρου και χαμηλή παραγωγή σπόρου βρέθηκε σε χαμηλά μέρη στον αγρό με σχετικά απότομες κλίσεις. Τέλος, σε σημεία όπου το έδαφος ήταν διαβρωμένο και με λακκούβες καθώς και σε απότομες κλίσεις με μεγάλη διάβρωση διαπιστώθηκε η χαμηλότερη παραγωγή σπόρου, άχυρου και βιομάζας. Από τα αποτελέσματα της έρευνας αποδεικνύεται ότι το ανάγλυφο έχει επίδραση στην παραγωγή του χειμερινού σιταριού και ότι εφαρμόζοντας πρακτικές της Γεωργίας Ακριβείας όπως η διαφορετική διαχείριση σε συγκεκριμένα τμήματα του αγρού θα βελτιστοποιούσε την παραγωγή.

Οι Jiang Hou-L. *et al.* (2010) κατασκεύασαν χάρτες τάσης για την χωρική παραλλακτικότητα της εδαφικής σύστασης σε καλλιέργεια καπνού στην κεντρική Κίνα. Για την δημιουργία τους συλλέχθηκαν δεδομένα για την οργανική ουσία του εδάφους και για την περιεκτικότητα σε N, Cu, Fe, Mn, Zn, P, K. Η ανάγνωση των χαρτών μπορεί να βοηθήσει στην ορθολογική λίπανση με συνέπεια την μείωση των εισροών και του κόστους της καλλιέργειας.

Για τον προσδιορισμό της χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας, ο Marques da Silva, (2006) στηρίχθηκε στη διαχρονική ανάλυση της παραγωγής, η οποία προσδιορίζει τη συνολική διαφορά στην παραγωγή από τον πρώτο χρόνο στον επόμενο, και στη χρονική παραλλακτικότητα η οποία δείχνει την παραλλακτικότητα της παραγωγής σε μια συγκεκριμένη στιγμή στο

χρόνο σε επτά αρδευόμενα αγροτεμάχια με καλαμπόκι, σε τρία συνεχόμενα έτη. Διαπιστώθηκε ότι η παραγωγή παραμένει σταθερή σε μία απόσταση περίπου 15 μέτρων από τις γραμμές παροχής νερού ενώ μετά την απόσταση αυτή μεταβάλλεται. Επίσης παρατηρήθηκε ότι όσο το μέγεθος του αγρού μεγαλώνει, η παραγωγή στις ίδιες ζώνες διαχείρισης του αγροτεμαχίου, μειώνεται. Τέλος διαπιστώθηκε ότι δεν είναι εφικτή η πρόβλεψη της παραγωγής για τα επόμενα έτη βάσει των προηγούμενων ετών γιατί η χρονική παραλλακτικότητα της παραγωγής μπορεί να ποικίλει από 1 έως 8 t/ha.

Οι Mehinagic *et al.* (2004) μελέτησαν την επίδραση της παρατεταμένης αποθήκευσης στην υφή και τη γεύση σε μήλα με τη χρήση του πενετρόμετρου, της διπλής συμπίεσης και με φασματοσκόπηση. Διαπιστώθηκε ότι το πενετρόμετρο είναι πιο κατάλληλο για την αξιολόγηση της ποιότητας του καρπού μετά τη συγκομιδή, ενώ η συμπίεση είναι περισσότερο χρήσιμη για την πρόβλεψη των χαρακτηριστικών που τροποποιούνται κατά την αποθήκευση. Τέλος κάποιες πολύπλοκες αισθήσεις γεύσης, όπως η χυμώδης σύσταση του καρπού προβλέφθηκαν επιτυχώς χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό από φασματοσκοπικά δεδομένα με φυσικές παραμέτρους που μετρήθηκαν με το πενετρόμετρο και με τη συμπίεση.

- Εφαρμογές στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας ξεκίνησε το έτος 2001 σε καλλιέργεια βαμβακιού. Το πρώτο πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν η χαρτογράφηση της παραγωγής στο βαμβάκι. Η χαρτογράφηση της παραγωγής πραγματοποιήθηκε επί δύο συναπτά έτη, κατά την συλλεκτική

περίοδο του 2001 και του 2002, σε αγροτεμάχιο στην περιοχή της Καρδίτσας. Επιπλέον στα χωράφια που χαρτογραφήθηκε η παραγωγή έγινε την άνοιξη του 2002 και πριν τη σπορά, η χαρτογράφηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Από την μελέτη των χαρτών παραγωγής του βαμβακιού διαπιστώθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα της παραγωγής μέσα στο ίδιο χωράφι. Ακόμη και σε αγροτεμάχια μικρής έκτασης, οι ζώνες διαφορετικής παραγωγής ήταν εμφανείς. Παρατηρήθηκε ότι οι συστηματικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή και αφορούν τη δομή και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, καθορίζουν άμεσα την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε κάθε σημείο του χωραφιού. Τέλος διαπιστώθηκε ότι η συσχέτιση της χαρτογράφησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με τους χάρτες παραγωγής θα μπορούσε με λεπτομερέστερη έρευνα και σε διαδοχικά έτη να εξηγήσει την επιρροή των συστηματικών παραγόντων του εδάφους στη διαμόρφωση της τελικής παραγωγής. Παράλληλα φαίνεται ότι μπορεί να βοηθήσει στην επιλογή των ζωνών διαχείρισης ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα (Μαρκινός, κ.α., 2003).

Οι Ράππος, κ.α., (2004) ήταν οι πρώτοι που διερεύνησαν τη δυνατότητα εφαρμογής των συστημάτων της Γεωργίας Ακριβείας σε οπωρώνες μηλιάς. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια μηλιάς στην περιοχή Πύργων Πτολεμαΐδας, σε ένα αγροτεμάχιο έκτασης 8 στρ. σε δύο ποικιλίες, την Red Chief και την Fuji. Η χαρτογράφηση της παραγωγής πραγματοποιήθηκε μετρώντας τη μέση παραγωγή ανά πέντε δένδρα και καταγράφοντας τις γεωγραφικές συντεταγμένες στο κέντρο των πέντε δένδρων με τη χρήση ενός GPS χειρός. Επίσης μετρήθηκε η διάμετρος του κορμού κάθε δέντρου και υπολογίστηκε η επιφάνεια διατομής του κορμού. Στην συνέχεια υπολογίστηκε

η παραγωγικότητα του κάθε δένδρου ως πηλίκο του βάρους των καρπών του δένδρου προς την επιφάνεια διατομής του κορμού σε g ανά cm². Τέλος η ποιότητα των μήλων εκτιμήθηκε με 6 τυχαίους καρπούς σε κάθε σημείο μέτρησης. Από τα δεδομένα δημιουργήθηκαν χάρτες παραγωγής και χάρτες ποιοτικών χαρακτηριστικών ανά ποικιλία και στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ παραγωγής και ποιότητας. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι υπήρχε σημαντική παραλλακτικότητα στον αγρό και στην παραγωγή και στην ποιότητα, ενώ συχνά βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της παραγωγής και μερικών ποιοτικών χαρακτηριστικών. Η ποικιλία Fuji ήταν πιο παραγωγική και είχε καλύτερη ποιότητα καρπών από την ποικιλία Red Chief.

Επίσης σε οπωρώνα μηλιάς δημιουργήθηκαν χάρτες τάσης παραγωγής και ποιότητας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο περιοχές: στην Πτολεμαΐδα Κοζάνης σε οπωρώνα έκτασης 8 στρεμμάτων για τα έτη 2004, 2005 και 2006 και στην Αγιά Λάρισας σε αγρό έκτασης 50 στρεμμάτων για τα έτη 2005 και 2006. Και στους δύο αγρούς η κύρια ποικιλία ήταν η Red Chief. Η χαρτογράφηση παραγωγής έγινε για τον οπωρώνα της Πτολεμαΐδας ζυγίζοντας την παραγωγή ανά 5 δένδρα και καταγράφοντας τις συντεταγμένες στο κέντρο των πέντε δένδρων με υπολογιστή παλάμης εφοδιασμένο με GPS. Για τον αγρό της Αγιάς έγινε ακριβώς η ίδια διαδικασία ζυγίζοντας την παραγωγή ανά 10 δένδρα. Για την εκτίμηση της ποιότητας (βάρος καρπού, χρώμα, σκληρότητα σάρκας, περιεκτικότητα χυμού σε διαλυτά στερεά συστατικά και οξύτητα χυμού) λήφθηκαν δείγματα καρπών και καταγράφηκαν οι συντεταγμένες των θέσεων λήψης των δειγμάτων και για τρία έτη. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν χάρτες τάσης παραγωγής και ποιότητας που

δείχνουν την μέση τιμή των μετρούμενων μεγεθών στα τρία έτη. Επίσης δημιουργήθηκαν χάρτες χρονικής παραλλακτικότητας που δείχνουν τη διαφορά στην παραγωγή και στην ποιότητα σε κάθε σημείο του αγρού από έτος σε έτος (Αγγελοπούλου, κ.α., 2005).

Τέλος σε οπωρώνα μηλιάς έγινε χαρτογράφηση παραγωγής, ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών (βάρος καρπού, χρώμα καρπού, περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά, σκληρότητα σάρκας και οξύτητα χυμού) και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECa) του εδάφους. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την καλλιεργητική περίοδο 2006, σε οπωρώνα μηλιάς στον Αετόλοφο Λάρισας (υψόμετρο 100μ.), έκτασης 50 στρεμμάτων. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (ECa) του εδάφους μετρήθηκε με το Veris 3100 σε δυο διαφορετικά βάθη (0-30 cm & 0-90 cm). Από τα δεδομένα δημιουργήθηκαν χάρτες παραγωγής, ποιοτικών χαρακτηριστικών και χάρτες ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους με το λογισμικό Surfer®. Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια να καθοριστούν ζώνες διαχείρισης στον πειραματικό αγρό βάση της παραγωγής, διαφόρων ποιοτικών χαρακτηριστικών (οξύτητα, διαλυτά στερεά συστατικά, σκληρότητα σάρκας και βάρος καρπού) και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους. Από τα αποτελέσματα της μελέτης διαπιστώθηκε ότι ο οπωρώνας παρουσίασε σημαντική παραλλακτικότητα ως προς το έδαφος, την παραγωγή, και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Από την ύπαρξη αυτής της παραλλακτικότητας διαπιστώθηκε ότι ο αγρός είναι δυνατόν να χωριστεί σε διαφορετικές ζώνες διαχείρισης, όπου μπορούν να εφαρμοστούν μεταβλητές καλλιεργητικές φροντίδες σε κάθε ζώνη. Επιπλέον η ανάλυση έδειξε ότι ο άριστος αριθμός ζωνών διαχείρισης στις οποίες μπορεί να χωριστεί ο οπωρώνας ήταν πέντε ή έξι, αλλά για την δημιουργία του

τελικού χάρτη χρησιμοποιήθηκαν τρεις κλάσεις διότι είναι πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί διαχείριση του αγρού σε τρεις ζώνες (Τάνος, κ.α., 2005).

Οι Αμπατζίδης, κ.α., (2005a) παρουσίασαν ένα αυτοματοποιημένο σύστημα ιχνηλασιμότητας εντός του αγρού για τον εντοπισμό των κιβωτίων γεμάτων φρούτα και την συσχέτισή τους με τα δέντρα από όπου συγκομίστηκαν, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας. Το σύστημα αυτό δοκιμάστηκε κατά τη διάρκεια προσομοίωσης της παραδοσιακής διαδικασίας συγκομιδής οπωρώνων με τα χέρια. Ένας αναγνώστης RFID τοποθετήθηκε στην πλατφόρμα μεταφοράς ελκυστήρα και παθητικές ετικέτες RFID, οι οποίες περιέχουν μοναδικούς κωδικούς, επικολλήθηκαν στα κιβώτια όπου συλλέγονται οι καρποί και στα δέντρα. Διαπιστώθηκε ότι το προτεινόμενο σύστημα τροποποιεί ελάχιστα την διαδικασία της συγκομιδής χωρίς να επηρεάζει (αυξάνει) το χρόνο της αλλά το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το υψηλό κόστος των ετικετών.

Της ίδιας φιλοσοφίας ήταν και το πείραμα που πραγματοποίησαν οι Αμπατζίδης, κ.α., (2005b) σε καλλιέργεια επιτραπέζιων σταφυλιών, αλλά με φθηνότερες ετικέτες. Στόχος της εργασίας ήταν η παρουσίαση της κατασκευής και της δοκιμής ενός αυτοματοποιημένου συστήματος για τη μέτρηση και την ταυτοποίηση της παραγωγής των επιτραπέζιων σταφυλιών, με χρήση γραμμωτών κωδικών (barcodes), GPS και ψηφιακού ζυγού. Ετικέτες barcodes επικολλούνταν στα κιβώτια συλλογής των καρπών. Ένας αναγνώστης barcode και ένας ψηφιακός ζυγός τοποθετήθηκε σε ειδική κατασκευή στην καρότσα του φορτηγού, μαζί με ένα GPS. Με το σύστημα αυτό επιτεύχθηκε η συσχέτιση μεταξύ των γεμάτων καρπών κιβωτίων και του

κάθε αγροτεμαχίου χωρίς σημαντική τροποποίηση της διαδικασίας συγκομιδής.

1.2.3 Παγκόσμιο σύστημα καθορισμού θέσης (GPS)

Το σύστημα NAVSTAR/GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging/ Global Positioning System) αποτελεί ένα δορυφορικό σύστημα για τον προσδιορισμό θέσης (συντεταγμένες) ή και του χρόνου και της ταχύτητας για κινούμενο όχημα. Πρωτοσχεδιάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '70, αναπτύχθηκε σταδιακά και λειτουργεί πάντα με ευθύνη του υπουργείου άμυνας των Η.Π.Α. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 αξιοποιείται σε πολιτικές εφαρμογές οι οποίες σήμερα αποτελούν και το μεγαλύτερο ποσοστό εκμετάλλευσης του συστήματος (Ανδριτσάνος, κ.α., 1997).

Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί απαιτείται η λειτουργία κατ' ελάχιστον 24 δορυφόρων NAVSTAR, σε τροχιά δωδεκάωρης διάρκειας, 17.055 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της γης. Κάθε ένας από αυτούς τους δορυφόρους εκπέμπει ένα μοναδικό κωδικοποιημένο σήμα μονής κατεύθυνσης προς τη γη. Για να χρησιμοποιήσουμε το σύστημα, είναι αναγκαίο να έχουμε μια GPS κεραία/δέκτη που να μπορεί να λαμβάνει και να εντοπίζει τα κωδικοποιημένα σήματα από τρεις τουλάχιστον δορυφόρους. Κάθε δορυφόρος NAVSTAR, εκπέμπει επίσης ένα αλμανάκ (ετήσια έκδοση αστρονομικών και μετεωρολογικών δεδομένων) το οποίο δίνει την ακριβή θέση του δορυφόρου. Είναι επίσης σημαντικό να επισημάνουμε ότι καθένας από αυτούς τους δορυφόρους έχει δύο ή τρία ατομικά ρολόγια στα οποία ο χρόνος μετριέται ανά τρισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου (Brase, 2009).

Κάθε δορυφόρος G.P.S. εκπέμπει σε δύο φέρουσες συχνότητες, την L1 και L2, που παράγονται από τα ατομικά χρονόμετρα (ταλαντωτές υψηλής σταθερότητας). Η L1 έχει συχνότητα 1575.42 MHz (≈ 19.05 cm μήκος κύματος) και η L2 1227.60 MHz (≈ 24.45 cm μήκος κύματος). Οι φέρουσες συχνότητες διαμορφώνονται κατάλληλα από τρεις κώδικες οι οποίοι αποτελούν δυαδικές ακολουθίες από τα ψηφία (bits) 0 και 1 (γλώσσα υπολογιστών). Ο πρώτος ονομάζεται P-κώδικας (Precision code) με μήκος παλμού ≈ 30 m και διάρκειας 267 ημερών. Ο δεύτερος κώδικας ονομάζεται C/A (Coarse/acquisition code), είναι πολύ χαμηλότερης ακρίβειας από τον P (10 φορές), με μήκος παλμού 300 m και διάρκειας 1 msec (10-3 sec). Ο τρίτος κώδικας (D-code) ή μήνυμα ναυσιπλοΐας (navigation message), είναι μια ακολουθία με απαραίτητη πληροφορία. Η συχνότητα L1 διαμορφώνεται και από τους τρεις κώδικες ενώ η L2 μόνον από τον P και D. Έτσι, προκύπτει ένα πολύπλοκο σύνθετο σήμα, το δορυφορικό σήμα, το οποίο λαμβάνεται από τους δέκτες, αναλύεται, διαχωρίζεται στις συνιστώσες του και υπόκειται σε μετρήσεις (Πανταζάτου, 2009)

Ένας δέκτης GPS, αποτελείται κυρίως από τα κανάλια ανάλυσης και επεξεργασίας του δορυφορικού σήματος, το λογισμικό για τον έλεγχο των λειτουργιών και τον υπολογισμό παραμέτρων, το ρολόι, τη μονάδα αποθήκευσης δεδομένων, το χειριστήριο ελέγχου και την κεραία λήψης του σήματος. Είναι μικρών διαστάσεων και βάρους, εύχρηστος για την εκτέλεση των μετρήσεων, λειτουργεί σχεδόν σε όλες τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, μέρα και νύχτα και μπορεί να κεντρώνεται όπως ένας απλός θεοδόλιχος. Δεν απαιτεί ορατότητα μεταξύ των προς προσδιορισμό σημείων και το γεγονός αυτό αποτελεί από μόνο του ένα τεράστιο πλεονέκτημα σε σχέση με τις

κλασικές μεθόδους. Οι ακρίβειες που επιτυγχάνονται με το GPS, ανάλογα με τις δυνατότητες του δέκτη και τη μεθοδολογία μέτρησης κυμαίνονται από μερικές δεκάδες μέτρα έως και μερικά χιλιοστά του μέτρου (Ανδριτσάνος, κ.α., 1997).

Η λειτουργία του βασίζεται στο κωδικοποιημένο σήμα και το αλμανάκ. Ο δέκτης που είναι εγκατεστημένος στη γη, μπορεί να υπολογίσει το χρόνο σε τρισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου που χρειάστηκε κάθε σήμα για να ταξιδέψει από κάθε δορυφόρο. Αυτός ο χρόνος χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί η ακριβής απόσταση του δέκτη από κάθε έναν από τους τουλάχιστον τρεις δορυφόρους. Εδώ θα υπάρχει μόνο ένα λογικό σημείο στο οποίο και οι τρεις αποστάσεις θα συναντηθούν. Αυτή η διαδικασία, δηλαδή το να λαμβάνεται το ραδιοσήμα από τουλάχιστον τρεις δορυφόρους και να χρησιμοποιείται από δέκτες GPS για τον υπολογισμό του γεωγραφικού μήκους και πλάτους της θέσης σε αυτό το σημείο ονομάζεται τριμερής. Εάν το σήμα από έναν τέταρτο δορυφόρο είναι διαθέσιμο, ο δέκτης μπορεί επιπλέον να υπολογίσει και το υψόμετρο του γεωγραφικού μήκους και πλάτους (Brase, 2009).

Με την βοήθεια του GPS, η απόλυτη θέση σημείων εκφράζεται από τις συντεταγμένες του (X, Y, Z,) ή ισοδύναμα (φ , λ , h) στις τρεις διαστάσεις ως προς ένα παγκόσμιο γεωκεντρικό σύστημα αναφοράς, το WGS84, με ελλειψοειδές ίδιων πρακτικά διαστάσεων με αυτών του GRS80. Το WGS84 συνδέεται ή μπορεί εύκολα να συνδεθεί με άλλα συστήματα αναφοράς και έτσι οι συντεταγμένες να μετασχηματίζονται στο επιθυμητό σύστημα του χρήστη και να μετατρέπονται στη συνέχεια σε συντεταγμένες χάρτη (προβολικές συντεταγμένες) και σε ορθομετρικά υψόμετρα (υψόμετρα από το γεωειδές). Η

σχετική θέση μεταξύ δυο τυχαίων σημείων εκφράζεται από τις συντεταγμένες (ΔX , ΔY , ΔZ) του διανύσματος της βάσης που ορίζουν (base line) (Ανδριτσάνος, κ.α., 1997).

Υπάρχουν γενικά δυο μέθοδοι ή εφαρμογές του GPS: Η στατική (static) και η κινηματική (kinematic). Στο στάδιο προσδιορισμού ο δέκτης ή οι δέκτες παραμένουν στάσιμοι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, από λίγα λεπτά μέχρι μερικές ώρες. Αντίθετα, στον κινηματικό προσδιορισμό, ένας τουλάχιστον δέκτης βρίσκεται σε κίνηση (αυτοκίνητο, αεροπλάνο, πλοίο δορυφόρος) ενώ λαμβάνει συνεχώς το δορυφορικό σήμα (τυχαία συνήθως σημεία που ορίζουν μια πορεία/ τροχιά ενός κινητού). Γενικά η στατική μέθοδος δίνει αποτελέσματα καλύτερης ακριβείας από την κινηματική. Η πιθανή απώλεια λήψης του δορυφορικού σήματος επηρεάζει σημαντικά την παραγωγικότητα των κινηματικών εφαρμογών σε αντίθεση με τις στατικές. Γι' αυτό οι κινηματικές εφαρμογές αποδίδουν πάρα πολύ σε αρκετές ανοιχτές εκτάσεις. Μια άλλη διάκριση μεθοδολογιών, αφορά στο χρόνο υπολογισμού των θέσεων σε πραγματικό χρόνο (real time positioning) παράλληλα με την εκτέλεση των μετρήσεων στο πεδίο (ταυτόχρονα ή σχεδόν ταυτόχρονα) και τον προσδιορισμό εκ των υστέρων (post processing), δηλαδή μετά το πέρας των μετρήσεων, συνήθως στο γραφείο (Ανδριτσάνος, κ.α., 1997).

1.2.4. Ακρίβεια του GPS και τρόποι διόρθωσης της ακρίβειας

Τα σφάλματα που υπάρχουν στις μετρήσεις με το σύστημα GPS, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε 3 ομάδες (Δημοπούλου, 2008).

- 1) Σφάλματα που οφείλονται στους δορυφόρους. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα σφάλματα που προέρχονται από τα τροχιακά στοιχεία των

δορυφόρων, καθώς και αυτά που οφείλονται στην αστάθεια του χρονομέτρου του δορυφόρου. Επίσης, εδώ κατατάσσεται και η απόκλιση που προκαλούσε η ενεργοποίηση της Επιλεκτικής Διαθεσιμότητας (Selective Availability - SA), μιας διαδικασίας σκόπιμης υποβάθμισης των δορυφορικών σημάτων GPS για τους πολιτικούς χρήστες σχεδόν από την αρχή λειτουργίας του GPS, η οποία όμως καταργήθηκε το 2000.

- 2) Σφάλματα που οφείλονται στο δέκτη. Τα σφάλματα που οφείλονται στο χρονομέτρο του δέκτη κατατάσσονται προφανώς σε αυτήν την κατηγορία. Άλλα τέτοια σφάλματα είναι και αυτά που προκύπτουν από το φαινόμενο των πολλαπλών διαδρομών του σήματος, που προκαλείται από την αντανάκλασή του στις διάφορες επιφάνειες του περιβάλλοντος του δέκτη. Τέλος υπάρχουν και σφάλματα που προκαλούνται από τις διάφορες διακυμάνσεις του κέντρου φάσης της κεραίας και τα οποία εντάσσονται στην κατηγορία αυτή.
- 3) Σφάλματα από την διάδοση των σημάτων. Εδώ κατατάσσονται τα σφάλματα που προκύπτουν από την καθυστέρηση του σήματος καθώς αυτό περνά από τα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας. Διακρίνονται λοιπόν δύο πηγές σφαλμάτων, η ιονοσφαιρική και η τροποσφαιρική καθυστέρηση, που οφείλονται στα στρώματα της ιονόσφαιρας και της τροπόσφαιρας αντίστοιχα. Στην ιονόσφαιρα, τα φορτισμένα σωματίδια είναι αυτά που κάνουν το σήμα να «αναπηδά δεξιά – αριστερά», με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της ταχύτητάς του, ιδιαίτερα τις περιόδους έντονης ηλιακής δραστηριότητας. Στην τροπόσφαιρα η

ταχύτητα του σήματος επηρεάζεται από τους υδρατμούς και τα καιρικά φαινόμενα που επικρατούν.

Η γεωμετρική διασπορά των δορυφόρων ως προς το δέκτη: Όσο μεγαλύτερη γωνία με την κατακόρυφο σχηματίζουν οι δορυφόροι τόσο ακριβέστερη είναι η μέτρηση. Η έννοια της διασποράς δηλώνεται από την GDoP (Geometric Dilution of Precision/ Γεωμετρική αραιώση της ακρίβειας).

Το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης συντελεί στην ακρίβεια του GPS. Για τον λόγο αυτό η ακρίβεια των G.P.S., σε δασικό περιβάλλον είναι ένα μειονέκτημα για πολλές εφαρμογές που απαιτούν ακρίβεια ιδιαίτερα μέσα σε κλειστό από το φύλλωμα ουρανό. Μια από τις πρώτες έρευνες για τη χρήση GPS σε δάση, πραγματοποιήθηκε από τον Gerlach το 1989 για λογαριασμό της αμερικάνικης δασικής υπηρεσίας. Στη μελέτη αυτή διαπιστώνεται η αρνητική επίδραση της δασικής βλάστησης και εκτιμάται ότι η απώλεια του σήματος οφείλεται κατά 23% στους κορμούς, 28% στα κλαδιά και 36% στην ύπαρξη φυλλώματος.

Η ακρίβεια υψομέτρησης με δέκτες χειρός ερευνήθηκε σε δασικό δρόμο, όπου το μέσο τετραγωνικό σφάλμα για το υψόμετρο υπολογίστηκε σε 11,332 m, καθιστώντας τη χρήση του απαγορευτική για μελέτη χάραξης δρόμου για τη διάνοιξη των δασών. Η λήψη σήματος των δορυφόρων στο δάσος ήταν προβληματική και 19% των μετρήσεων απορρίφθηκαν καθώς παρουσίασαν ιδιαίτερα μεγάλα σφάλματα (Καραγιάννης, κ.α., 2005). Τέλος οι Holden *et al.* (2001) εξέτασαν την ακρίβεια της ίδιας μεθόδου σε συνάρτηση με το βαθμό συγκομιδής των δασικών περιοχών όπου πραγματοποίησαν τις σχετικές μετρήσεις και διαπίστωσαν ότι η απόδοση του GPS ήταν η ίδια με την

αντίστοιχη σε ανοικτές περιοχές σε σημεία με βαθμό συγκόμωσης μικρότερη του 0,2 (20%).

Οι Meng *et al.* (2004) αναφέρουν ότι για τη μείωση των σφαλμάτων της ατμόσφαιρας χρησιμοποιείται μία τιμή-όριο 10-150 για τη γωνία ύψους των δορυφόρων με το δέκτη που αναφέρεται στη σχετική ορολογία ως γωνία αποκοπής (elevation mask). Το τροποσφαιρικό σφάλμα είναι ανεξάρτητο των συχνοτήτων εκπομπής των σημάτων σε αντίθεση με το ιονοσφαιρικό, το οποίο είναι δυνατό να απαλειφθεί αν χρησιμοποιηθεί δέκτης δύο συχνοτήτων L1 και L2. Το ιονοσφαιρικό σφάλμα μπορεί να είναι πέντε φορές μεγαλύτερο κατά τη διάρκεια της μέρας σε σύγκριση με τις νυχτερινές ώρες, ενώ αποκτά τη μέγιστη τιμή έτους κατά την περίοδο του Μαρτίου (Van Sickle, 2001).

Για τις περισσότερες εφαρμογές στη γεωργία απαιτείται χρήση διόρθωσης. Η διαφορική διόρθωση (differential correction) μιας χωροθέτησης η οποία υπολογίζεται από μια μονάδα πεδίου GPS βασίζεται σε έναν δεύτερο δέκτη GPS, ο οποίος αναφέρεται ως η βάση και βρίσκεται σε μια τοποθεσία με γνωστό γεωγραφικό μήκος και πλάτος. Καθώς ο δέκτης βάσης γνωρίζει τη σωστή του θέση, οποιαδήποτε διαφορά στο γεωγραφικό μήκος και πλάτος, όπως αυτό υπολογίζεται από το σύστημα GPS, μπορεί να θεωρηθεί ως λάθος. Αυτό το διαφορικό λάθος μπορεί να σταλεί από ραδιοπομπό σε μια ή περισσότερες κινητές μονάδες GPS, οι οποίες πρέπει να έχουν έναν αντίστοιχο δέκτη. Ο κινητός δέκτης χρησιμοποιεί το διαφορικό λάθος για να διορθώσει την υπολογιζόμενη θέση του, γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερη ακρίβεια στη συλλογή δεδομένων του αγροκτήματος (Brase, 2009).

Οι δυο μέθοδοι σχετικού προσδιορισμού που χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου είναι οι DGPS (Differential GPS) και RTK

(Real-Time Kinematic). Η πρώτη αφορά κυρίως διαφορικό προσδιορισμό με χρήση κώδικα ενώ η δεύτερη τον διαφορικό προσδιορισμό με χρήση παρατηρήσεων φάσης. Στη μέθοδο DGPS ο σταθερός δέκτης υπολογίζει τις διορθώσεις (διαφορά γεωμετρικής απόστασης από την παρατηρούμενη) σε μια σειρά παρατηρήσεων ψευδοαποστάσεων, μαζί με τα γνωστά μοντελοποιημένα σφάλματα, όπως τα ατμοσφαιρικά, στη συνέχεια οι διορθώσεις μεταβιβάζονται μαζί με όλα τα απαραίτητα στοιχεία στον κινητό δέκτη ο οποίος με τη σειρά του υπολογίζει την τελική του θέση (Σχήμα 2). Παρόμοια μεθοδολογία ακολουθείται και για την περίπτωση του διαφορικού προσδιορισμού με χρήση παρατηρήσεων φάσης (RTK) με τη διαφορά ότι εδώ δεν έχουμε διορθώσεις στις ψευδοαποστάσεις αλλά εκτίμηση του αριθμού των ακεραίων κύκλων (Κατσουγιαννόπουλος, 2010).

Η βασική ιδέα πάνω στην οποία στηρίζεται το DGPS είναι ότι τα σφάλματα που παρουσιάζονται στον προσδιορισμό της θέσης ενός σημείου σε μία περιοχή, είναι παρόμοια με τα σφάλματα για όλα τα σημεία που βρίσκονται μέσα σε αυτή την (τοπική) περιοχή. Έτσι, σε ένα σταθερό σημείο του οποίου οι συντεταγμένες έχουν μετρηθεί με ακρίβεια και η πραγματική του θέση είναι γνωστή, τοποθετείται ένας DGPS σταθμός αναφοράς (reference station). Ο σταθμός αυτός δέχεται τα ίδια σήματα που δέχονται και οι γειτονικοί του GPS δέκτες από τους δορυφόρους. Κατόπιν, υπολογίζεται η θέση του σταθμού σαν να ήταν άγνωστος και συγκρίνεται με την πραγματική, γνωστή, θέση του. Καθώς τα σήματα επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, σχεδόν πάντα θα υπάρχει μία διαφορά μεταξύ της πραγματικής θέσης και της θέσης που δίνει το GPS σύστημα. Η διαφορά που προκύπτει ονομάζεται *Διαφορική Διόρθωση* και όπως είναι φυσικό, η ίδια διαφορά θα ισχύει για όλους τους σταθμούς

GPS (rover stations) που βρίσκονται μέσα σε μία μεγάλη περιοχή (εκατοντάδων χιλιομέτρων) γύρω από το σταθμό αναφοράς. Έτσι, ο DGPS σταθμός αναφοράς μεταδίδει τη διόρθωση αυτή στους χρήστες των GPS που κινούνται μέσα στην περιοχή αυτή, οι οποίοι την χρησιμοποιούν για να διορθώσουν τις μετρήσεις τους ή τις τελικές υπολογισμένες θέσεις τους. Βέβαια, απαραίτητη προϋπόθεση για να δουλέψει ένα τέτοιο σύστημα, αποτελεί η δυνατότητα των GPS rover δεκτών να λαμβάνουν σήματα από έναν DGPS σταθμό αναφοράς. Αυτό επιτυγχάνεται με ραδιοζεύξη (data link), που παρέχουν τη σύνδεση μεταξύ του σταθμού αναφοράς με τον κινητό σταθμό. Ο σταθμός αναφοράς υπολογίζει τα σφάλματα του συστήματος για όλους τους δορυφόρους που ανιχνεύει, και ακολούθως μεταδίδει κωδικοποιημένη αυτή την πληροφορία, μέσω ειδικών συσκευών εκπομπής σημάτων, στους GPS δέκτες που κινούνται στην περιοχή. Επίσης, μαζί με τα σφάλματα αυτά, ο σταθμός αναφοράς μεταδίδει και το ρυθμό μεταβολής τους. Οι δέκτες λαμβάνουν όλα αυτά τα δεδομένα και κάνουν τις κατάλληλες διορθώσεις ανάλογα με τους δορυφόρους που χρησιμοποιούν (Δημοπούλου, 2008).

Μια άλλη πηγή διόρθωσης είναι το Σύστημα Προσαύξησης Ευρείας Περιοχής (Wide Area Augmentation System/ WAAS). Το WAAS λειτουργεί από το 1999 στις Η.Π.Α. και είναι διαθέσιμο στους φορητούς δέκτες GPS από το 2001. Το WAAS αποτελείται από 25 περίπου επίγειους σταθμούς που ελέγχουν τα GPS σήματα και δυο σταθμούς αναφοράς που συλλέγουν τα δεδομένα των επίγειων σταθμών και υπολογίζουν τα διορθωτικά δεδομένα. Αυτά τα δεδομένα περιέχουν διορθώσεις για τις τροχιές των δορυφόρων, τα χρονόμετρα και την καθυστέρηση του ραδιοσήματος των δορυφόρων λόγω

της ιονόσφαιρας και της τροπόσφαιρας. Τα δεδομένα στέλνονται στους δέκτες μέσω γεωστατικών δορυφόρων (Brase, 2009).

Το WAAS λειτουργεί σχεδόν αδιάκοπα από το Δεκέμβριο του 1999. Αναπτύχθηκε από την αρχή αεροναυτιλίας FAA για να επιτρέψει ακρίβεια στην προσγείωση με όργανα (instrumental landing approach) των αεροπλάνων. Το ραδιοσήμα του WAAS είναι διαθέσιμο για πολιτική χρήση και παρέχει καλύτερη κάλυψη στη στεριά και στη θάλασσα σε σχέση με τα DGPS συστήματα ξηράς. Το μόνο που απαιτείται είναι το λογισμικό του GPS δέκτη να υποστηρίζει τη λήψη των διορθωτικών ραδιοσημάτων του WAAS. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι για να λειτουργήσει το WAAS σε ένα δέκτη, θα πρέπει ένας γεωστατικός δορυφόρος να βρίσκεται στη θέα του δέκτη. Αυτό αποτελεί πρόβλημα αν ο δέκτης βρίσκεται στο Βορρά όπου το ύψος των γεωστατικών δορυφόρων από τον ορίζοντα μειώνεται κατά πολύ. Στην Ευρώπη λειτουργεί ένα αντίστοιχο σύστημα με το WAAS, υπό την ονομασία EGNOS (Euro Geostationary Navigation Overlay Service). Στην Ασία, ένα ιαπωνικό σύστημα με όνομα MSAS (Multi-Functional Satellite Augmentation System) βρίσκεται υπό σχεδιασμό. Καθώς όλα αυτά τα συστήματα λειτουργούν με την ίδια αρχή (αυτή του WAAS) ένας GPS δέκτης που υποστηρίζει το WAAS μπορεί να επωφεληθεί και από το EGNOS και από το MSAS. (Λευτεράτου, 2006).

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται ραγδαία η τεχνική του προσδιορισμού θέσης με συστήματα GNSS σε πραγματικό χρόνο με την βοήθεια δικτύων μόνιμων σταθμών. Η εγκαθίδρυση τέτοιων δικτύων παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα συγκρινόμενη με την παλιότερη τεχνική RTK όπου η μετάδοση των διορθώσεων γίνεται με τη χρήση ραδιομόντεμ. Η δομή και η λειτουργία τέτοιων δικτύων περιλαμβάνει μόνιμους σταθμούς GNSS εγκατεστημένους σε

σημεία γνωστών συντεταγμένων, συνεχούς καταγραφής, με δεδομένα που θα μπορούν να είναι διαθέσιμα μέσω του διαδικτύου στους τελικούς χρήστες. Οι εκπεμπόμενες διορθώσεις, παρέχονται στο κοινό πρότυπο RTCM, από τους σταθερούς δέκτες προς τους κινητούς δέκτες μέσω του διαδικτύου με χρήση του πρωτοκόλλου NTRIP. Τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GNSS καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών που μπορεί να αφορούν από απλές τοπογραφικές αποτυπώσεις μέχρι και ερευνητικές δραστηριότητες γεωτεκτονικής και καιρικών προγνώσεων (Κατσουγιαννόπουλος, 2010).

1.2.5. Εφαρμογές του GPS

Το GPS κατασκευάστηκε για στρατιωτικούς κυρίως λόγους. Από την δεκαετία όμως του '80, με την κατασκευή των πρώτων δεκτών, κεραιών και προγραμμάτων υποστηρίξεις δεκτών άρχισε να χρησιμοποιείται και για μη-στρατιωτικές χρήσεις. Οι πιο κοινές εφαρμογές GPS είναι (Μανασή, 2006): Στρατιωτικές Χρήσεις. Το GPS χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα από τις αεροπορικές, επίγειες και ναυτικές δυνάμεις για εντοπισμό στόχου, πορείας, θέσης.

Στην Βιομηχανία. Για την χωροθέτηση των εγκαταστάσεων, στις αποθήκες διάθεσης των προϊόντων, στην γραμμή παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, νερού, πρώτων υλών, καθώς και στον σχεδιασμό ασφαλούς μεταφοράς των λημμάτων σε συγκεκριμένες και ασφαλείς περιοχές εναπόθεσης.

Στον Κατασκευαστικό τομέα. Οι κατασκευαστικές εταιρείες χρησιμοποιούν GPS σε μια σειρά εφαρμογών όπως κατασκευές δρόμων, κτιριακών και γηπεδικών και πολλών άλλων εγκαταστάσεων.

Στην Παρακολούθηση – Χαρτογράφηση περιοχών μετακινήσεων και παραμορφώσεων. Το βασικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι παρέχει τρισδιάστατη πληροφορία για τα σημεία μέτρησης καθώς και ικανοποιητική ακρίβεια.

Στην Δασοκομία. Ορισμένες από τις εφαρμογές που έχουν στον τομέα σχετίζονται με την προφύλαξη από πυρκαγιές, οριοθέτηση περιοχών – ζωνών προστασίας άγριων ζώων καθώς και στην χαρτογράφηση της χλωρίδας και της πανίδας των δασών.

Χρήση στην γεωργία. Οι συσκευές GPS βρίσκουν εφαρμογές στην Γεωργία Ακρίβειας με συνέπεια την ορθολογική διαχείριση της παραγωγής με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους παραγωγής και την προστασία του περιβάλλοντος.

Χρήση στις έρευνες σεισμικής δραστηριότητας. Το GPS χρησιμοποιείται από τους σεισμολόγους για την παρακολούθηση της σεισμικής δραστηριότητας και της μετακίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών.

Χρήση στην πεζοπορία, ορειβασία, ναυσιπλοΐα, μέσα μεταφοράς. Με το GPS γίνεται πιο εύκολη η εύρεση του προορισμού και ο εντοπισμός του στίγματος της θέσης.

1.2.6 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS)

Η ιστορία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) ξεκινά από το 1960, όταν το πρώτο πραγματικό ΓΣΠ αναπτύχθηκε στον Καναδά για τις ανάγκες του Υπουργείου Γεωργίας υπό το όνομα CGIS από τον Βρετανό Roger Tomlinson ο οποίος θεωρείται ο πατέρας των ΓΣΠ. Στα πρώτα χρόνια η ανάπτυξη των ΓΣΠ οφειλόταν αποκλειστικά σε κυβερνητικούς και

στρατιωτικούς οργανισμούς. Η δεκαετία του 1970 είναι εκείνη η οποία σηματοδοτεί την μεγάλη ανάπτυξη των ΓΣΠ. Η ανάπτυξη του οικολογικού κινήματος και η επιθυμία των κυβερνητικών οργανισμών για όλο και περισσότερο έλεγχο στην χρήση γης, οδήγησε στην απαίτηση για την ανάπτυξη συστημάτων τα οποία όχι μόνο θα αποθήκευαν δεδομένα αλλά θα διαχειρίζονταν και θα τα ανέλυαν σε έναν αξιοπρεπή χρόνο. Την εποχή αυτή εμφανίζονται και οι πρώτες εμπορικές επιχειρήσεις κατασκευής λογισμικού (esri, Intergraph), εκμεταλλεόμενες την ανάπτυξη των υπολογιστών, οι οποίες προχωρούν στην ανάπτυξη και διάθεση στην αγορά "off-the-self" GIS λογισμικού (Σταθόπουλος, 2008).

Ο Burrough, (1996) ορίζει τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών σαν *«ένα σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, την αποθήκευση, την ανάκτηση, το μετασχηματισμό και την παρουσίαση χωρικών δεδομένων που προέρχονται από τον πραγματικό κόσμο και για ένα ορισμένο σύνολο σκοπών»*. Ο Aronoff, (1989) από την άλλη πλευρά αντιμετωπίζει τα GIS σαν *«μία βάση χωρικών δεδομένων η οποία περιέχει όλες εκείνες τις διαδικασίες που απαιτούνται για την αποθήκευση και διαχείριση γεω-αναφερμένων δεδομένων»*. Μία άλλη πτυχή των GIS είναι η λειτουργία τους σε ένα περιβάλλον ενός οργανισμού όπου μιλάμε πλέον για ένα σύστημα λήψης αποφάσεων που περιλαμβάνει την ενσωμάτωση δεδομένων με σαφή τοποθεσία στο χώρο για την επίλυση ενός προβλήματος (Cowen, 1988).

Το GIS (Geographic Information System - Γεωγραφικό Συστήματα Πληροφοριών) είναι κάτι περισσότερο από έναν μηχανογραφημένο χάρτη. Είναι ένα σύστημα λογισμικού ικανό να εμφανίσει ένα ψηφιακό χάρτη ο οποίος συνδυάζεται με μια υποκείμενη βάση δεδομένων. Η υποκείμενη βάση

δεδομένων αποθηκεύει δεδομένα ιδιοτήτων για καθένα από τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χάρτη. Κάθε εγγραφή (σειρά) στη βάση δεδομένων παρουσιάζει ένα χαρτογραφημένο χαρακτηριστικό (στοιχείο) και κάθε πεδίο (στήλη) παρουσιάζει μια ιδιότητα αυτού του χαρακτηριστικού. Μέσα σε καθένα από τα κελιά βρίσκεται η τιμή δεδομένων της ιδιότητας κάθε χαρακτηριστικού. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να ταξινομηθούν με βάση ένα ερώτημα στα δεδομένα, ή να ανακτηθούν με βάση ένα ερώτημα στο χάρτη. Η πραγματική αξία ενός GIS έγκειται στη στατιστική και στη χωρική ανάλυση των δεδομένων. Με βάση τη χωρική θέση των δεδομένων, μπορούν να δημιουργηθούν σχέσεις που αφορούν τις ιδιότητες (Brase, 2009).

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν πέντε σημαντικά επίπεδα υποδομής (Burrough & McDonnell, 2006):

Υποδομή Hardware. Ένας ψηφιοποιητής (digitizer) ή ένα scanner μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εισαγωγή γεωγραφικών δεδομένων με την μετατροπή χαρτών καθώς και εγγράφων σε ψηφιακή μορφή. Ο υπολογιστής περιέχει σκληρό δίσκο για την αποθήκευση των δεδομένων αλλά επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν το δίκτυο, τα DVD και οι εξωτερικοί σκληροί δίσκοι και άλλες συσκευές για επιπλέον χώρο. Για την αναπαράσταση των δεδομένων χρησιμοποιείται κάποιο plotter, εκτυπωτής ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή παρουσίασης.

Υποδομή Software. Η Υποδομή software των GIS βασίζεται σε πέντε βασικά στοιχεία: i) Εισαγωγή δεδομένων και επαλήθευση που περιλαμβάνει τη συλλογή χωρικών δεδομένων από υπάρχοντες χάρτες, παρατηρήσεις στο πεδίο καθώς και με τη βοήθεια αισθητήρων (τηλεπισκόπηση, αεροφωτογραφίες και όργανα καταγραφής) αλλά και τη μετατροπή τους σε

ψηφιακή μορφή. ii) Αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων που επιτυγχάνεται με τη δημιουργία μίας βάσης χωρικών δεδομένων στην οποία η τοποθεσία, η τοπολογία και τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών στοιχείων όπως είναι οι γραμμές, τα πολύγωνα και τα σημεία που αναπαριστούν φαινόμενα του πραγματικού κόσμου συνδέονται με ένα οργανωμένο και δομημένο τρόπο. iii) Παρουσίαση και εξαγωγή δεδομένων, τα οποία μπορούν να παρουσιάζονται με τη μορφή χαρτών, πινάκων ή και διαγραμμάτων και αναλόγως την περίπτωση σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή. iv) Μετασχηματισμός δεδομένων που περιλαμβάνει κυρίως όλες εκείνες τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την διόρθωση λαθών στα δεδομένα ή για την ενημέρωσή τους ώστε να εναρμονίζονται με τα υπόλοιπα γεωγραφικά δεδομένα καθώς και όλες εκείνες τις μεθόδους και λειτουργίες που εφαρμόζουμε για να απαντήσουμε ερωτήσεις μέσω των GIS και v) Αλληλεπίδραση με το χρήστη.

Μέθοδοι εφαρμογής - Ειδικευμένο προσωπικό: Οι παραπάνω υποδομές αν και σημαντικές παραμένουν περιορισμένης αξίας αν δεν χρησιμοποιούνται από ειδικευμένο προσωπικό πάνω στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ή αν δεν υπάρχει οριοθετημένο αντικείμενο εφαρμογής και μεθοδολογία για την χρήση τους.

Δεδομένα: Τα γεωγραφικά ή χωρικά δεδομένα (spatial data) αποτελούν το θεμέλιο λίθο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ενώ χρησιμεύουν σαν μία αναπαράσταση του πραγματικού κόσμου. Περιέχουν στοιχεία για τη θέση (location) των φαινομένων που παρατηρούνται στον πραγματικό κόσμο όσον αφορά ένα οριοθετημένο σύστημα συντεταγμένων, τα χαρακτηριστικά (attributes) αυτών των φαινομένων καθώς και στοιχεία για την αλληλοσυσχέτιση μεταξύ τους η οποία περιγράφει τον τρόπο σύνδεσης αυτών

των δεδομένων και ονομάζεται τοπολογία ή (topology). Για να θεωρηθούν τα χωρικά δεδομένα ποιοτικά ώστε να χρησιμοποιηθούν σε μία γεωγραφική ανάλυση απαιτείται ο έλεγχός τους όσον αφορά στην ακρίβειά τους.

Επιπλέον τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μπορούν να λειτουργήσουν και σε περιβάλλον internet και intranet ώστε να είναι εφικτή η σύνδεση πολλών δικτύων μαζί έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι ένα ισχυρό δίκτυο, που να δίνει εύκολη πρόσβαση σε έναν τεράστιο όγκο πληροφοριών και οποιαδήποτε δυνατότητα επικοινωνίας με οποιονδήποτε άλλο χρήστη σε όλο τον κόσμο (Τζιαχρής, κ.α., 1999).

Ο σημαντικότερος ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στη Γεωργία Ακριβείας, είναι η λειτουργία βάσεων δεδομένων για την τήρηση αρχείων και για τη λήψη των διαχειριστικών αποφάσεων των παραγωγών που αφορούν την παρακολούθηση της παραγωγής, την δραστηριότητα παρασίτων, την ποιότητα των υπόγειων νερών, την εδαφική ανάλυση των αγροτεμαχίων και άλλων πληροφοριών σχετικών με τις προηγούμενες και τρέχουσες πρακτικές. Από τους χάρτες που προκύπτουν, οι αγρότες μπορούν να αναγνωρίσουν μέσα στον αγρό ποιες περιοχές μπορούν να βελτιωθούν ή που πρέπει να γίνουν ρυθμίσεις στις εισροές για να βελτιστοποιηθεί το κέρδος τους. Επιπλέον η ακριβής ρύθμιση και εισαγωγή των εισροών στο αγροτεμάχιο συμβάλει και στην προστασία του περιβάλλοντος σύμφωνα με τα πρότυπα της αειφορικής ανάπτυξης.

1.2.7 Ζώνες διαχείρισης

Στόχος της Γεωργίας Ακριβείας είναι να προσαρμόσουμε τις εισροές στις απαιτήσεις των καλλιεργειών σύμφωνα με την παραλλακτικότητα που

παρουσιάζουν οι διάφοροι παράγοντες στα διάφορα τμήματα του αγρού. Δηλαδή αν κάποιο σημείο χρειάζεται περισσότερη ή λιγότερη λίπανση σε σχέση με την εφαρμογή του μέσου όρου, ή αν σε μια καλλιέργεια απαιτείται συγκομιδή σε διαφορετικές ημερομηνίες ώστε να αποφύγουμε την ποιοτική υποβάθμιση. Η διαφοροποίηση των διαφόρων εργασιών ανάλογα με την παραλλακτικότητα ονομάζονται μεταβλητές καλλιεργητικές φροντίδες.

Η δυνατότητα να μετρηθούν επανειλημμένα τα αγρονομικά χαρακτηριστικά μιας συγκεκριμένης περιοχής παρέχει μια ευκαιρία να βελτιστοποιηθεί η διαχείριση σε όλη τη καλλιέργεια. Η υποδιαίρεση ενός αγροτεμαχίου σε μικρές μονάδες διαχείρισης μπορεί να βελτιώσει και την οικονομική και τη περιβαλλοντική ικανότητα υποστήριξης των μεθόδων της γεωργικής παραγωγής.

Για οποιαδήποτε περιοχή, από χρόνο σε χρόνο, οι περιοριστικοί παράγοντες στην αύξηση της παραγωγής μπορούν να αλλάξουν εξαιτίας της διαθεσιμότητας των θρεπτικών ουσιών ή της υγρασίας (έλλειμμα ή υπερβολή), των παρασίτων, των ασθενειών, των εντόμων, των καιρικών φαινομένων. Στην πραγματικότητα, ο περιοριστικός παράγοντας μπορεί να αλλάξει μέσα στην περίοδο ανάπτυξης των φυτών καθώς η καλλιέργεια ωριμάζει και αλλάζουν οι ανάγκες της. Για τη λήψη της πιο σωστής απόφασης, οι διαχειριστές πρέπει να γνωρίζουν τους περιοριστικούς παράγοντες για κάθε περιοχή μικρότερη από το μέγεθος του αγροτεμαχίου και να είναι σε θέση να τροποποιήσουν τη διαχείριση σε εκείνη την κλίμακα. Ο προσδιορισμός των σημαντικότερων περιοριστικών παραγόντων είναι και δύσκολος και ακριβός, και αυτές οι δαπάνες εξετάζονται από τους υπεύθυνους για τη λήψη αποφάσεων.

Μερικοί διαχειριστικοί παράγοντες εμφανίζουν ένα σχετικά μικρό ποσό παραλλακτικότητας. Παραδείγματος χάριν, η ανταπόκριση κάποιων καλλιεργειών είναι μικρότερη μέσα σε μερικούς τομείς όπου τα επίπεδα λιγότερο ευμετάβλητων εδαφολογικών θρεπτικών ουσιών (δηλ. κάλιο και φώσφορος) μπορούν να εμφανίσουν λίγη παραλλαγή μέσα σε ένα αγροτεμάχιο που έχει λάβει μεγάλες εφαρμογές λιπάσματος για πολλά έτη.

Για να γίνει εφαρμογή των μεταβλητών καλλιεργητικών φροντίδων, απαιτείται να γίνει πρώτα διαχωρισμός του αγρού σε διάφορες περιοχές ή ζώνες. Στη γεωργία ακριβείας οι περιοχές ονομάζονται Ζώνες Διαχείρισης (management zones). Ζώνες διαχείρισης είναι τα τμήματα ενός αγρού που έχουν κοινά χαρακτηριστικά (εδαφολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά, παραγωγή) και μπορούν να διαχειριστούν ως ενιαία (Τάνος, κ.α., 2007).

Η δημιουργία ζωνών διαχείρισης των αγροτεμαχίων, μας παρέχει τη δυνατότητα για καλλιεργητικές επεμβάσεις με μεταβαλλόμενες δόσεις (variable rate applications). Αυτές οι εφαρμογές επιφέρουν εξοικονόμηση πόρων, με αποτέλεσμα την καλύτερη διαχείριση των αγροτικών εκμεταλλεύσεων σε επίπεδο παραγωγού, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος από την αλόγιστη χρήση των εισροών. Οι πιο σημαντικές εφαρμογές μεταβλητών καλλιεργητικών φροντίδων έχουν σημειωθεί στην εφαρμογή λιπασμάτων και ειδικότερα σε N, P και K, όπως επίσης και στην εφαρμογή άσβεστου σε όξινα εδάφη (Gemtos *et al.*, 2002).

Για τη δημιουργία των ζωνών διαχείρισης χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, ανάλογα με τα μέσα που έχουμε. Καταρχήν γίνεται καταγραφή των ιδιοτήτων του εδάφους και της καλλιέργειας (δειγματοληψίες εδάφους, χρήση αισθητήρων μέτρησης παραγωγής, ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους,

χρήση δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών εδάφους και καλλιεργειών) και η κατανομή τους στο χωράφι. Στη συνέχεια με τη χρήση στατιστικών μεθόδων όπως είναι η ασαφής συσταδοποίηση (fuzzy clustering), που στηρίζεται στη θεωρία των ασαφών συνόλων αναλύουμε και ομαδοποιούμε τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν στις καλλιέργειες. Η ασαφής ομαδοποίηση ταξινομεί τα σημεία ή τις παρατηρήσεις σε δύο ή περισσότερες κλάσεις (Τάνος, κ.α., 2007).

1.2.8 Χαρτογράφηση παραγωγής (Yield Mapping)

Η συλλογή πληροφορίας είναι διαδικασία χρονοβόρα και απαιτεί εξαρχής σωστό σχεδιασμό και σημαντική επένδυση, τόσο από την άποψη του οικονομικού κόστους όσο και του χρόνου. Η σχέση κόστους μεταξύ δεδομένων / λογισμικού / εξοπλισμού στις μεγάλες εφαρμογές μπορεί να φτάσει ακόμη και την αναλογία 100 / 10 / 1. Αυτό δείχνει και τη σημασία που έχουν τα δεδομένα και μάλιστα τα ακριβή, ενημερωμένα, ολοκληρωμένα και σωστά καταχωρημένα, είτε πρόκειται για χωρικά, είτε για μη χωρικά δεδομένα. Η πυκνότητα δειγματοληψίας και η χωρική ανάλυση είναι, γενικά, ανάλογες με το οικονομικό κόστος και το χρόνο επένδυσης (Καρυδάς και Συλλαίος, 2000).

Σε ένα σύστημα Γεωργίας Ακριβείας η μέτρηση της παραγωγής αποτελεί σοβαρό κριτήριο για την λήψη αποφάσεων και εφαρμογής διορθωτικών μέτρων. Η μέτρηση της παραγωγής, αποτελεί έναν τρόπο για να εκτιμηθεί εάν υπάρχει αρκετή παραλλακτικότητα στον αγρό, ώστε να απαιτείται η διαφοροποιούμενη εφαρμογή εισροών. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και

για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της διαφοροποιούμενης εφαρμογής οποιασδήποτε εισροής.

Τα συστήματα χαρτογράφησης παραγωγής καταγράφουν τη σχετική κατανομή της παραγωγής στο χώρο ενώ γίνεται η συγκομιδή. Αυτά τα συστήματα συλλέγουν στοιχεία όσον αφορά την καλλιέργεια και χαρακτηριστικά όπως η περιεκτικότητα σε υγρασία. Οι χάρτες που προκύπτουν μπορούν να επεξηγήσουν τους τομείς της παραλλακτικότητας της παραγωγής είτε από τις φυσικές διαδικασίες είτε από τις γεωργικές πρακτικές.

Επειδή η απόδοση είναι ένας βασικός παράγοντας στις περισσότερες αποφάσεις διαχείρισης, οι ακριβείς χάρτες παραγωγής επιδιώκονται για να επιβεβαιώσουν τις αποφάσεις του χειρισμού του χώρου. Τα όργανα καταγραφής συγκομιδής έχουν αναπτυχθεί για μερικές μόνο καλλιέργειες, κυρίως σιτηρών και γενικότερα δημητριακών, βαμβακιού κλπ. Αξιόπιστα όργανα ελέγχου για τα λαχανικά, τα φρούτα, και άλλες μεγάλης αξίας συγκομιδές είναι αυτήν την περίοδο υπό ανάπτυξη αλλά δεν είναι ακόμα ευρέως διαθέσιμα. Η παραγωγή είναι δυσκολότερο να ελεγχθεί για τα φρούτα ή άλλες καλλιέργειες που μαζεύονται με το χέρι. Η χρήση των οργάνων ελέγχου παραγωγής περιορίζεται αυτήν την περίοδο στις καλλιέργειες που συλλέγονται μηχανικά σε ένα ενιαίο πέρασμα, όπως οι πατάτες, τα ζαχαρότευτλα, και οι ντομάτες επεξεργασίας. Άλλες τεχνικές όπως η τηλεπισκόπηση μπορούν να παρέχουν εναλλακτικές λύσεις για τα όργανα ελέγχου (Φτάκα, 2006).

Η συλλογή δεδομένων για την χαρτογράφηση παραγωγής των σιτηρών πραγματοποιείται από μια θεριζοαλωνιστική μηχανή με την οποία γίνεται η

εκτίμηση της ποσότητας των σπόρων που συγκομίσθηκαν από μια συγκεκριμένη περιοχή του χωραφιού και μια μονάδα GPS. Για τον καθορισμό της ποσότητας των σπόρων που συγκομίσθηκε, τα περισσότερα συστήματα βασίζονται σε μια πλάκα ή έλασμα με αισθητήρες παραμόρφωσης (force plate) ή σε άλλη μέθοδο μέτρησης μάζας και σε έναν αισθητήρα υγρασίας. Η πλάκα τοποθετείται στο ανοβατόριο σπόρων της θεριζοαλωνιστικής μηχανής. Οι σπόροι προσκρούουν στην πλάκα προτού πέσουν στην αποθήκη του σπόρου της μηχανής. Η πλάκα καταχωρεί την πίεση, η οποία ασκείται από τη ροή των σπόρων, οι οποίοι περνούν σε χρονικό διάστημα της τάξης του ενός ή περισσοτέρων δευτερολέπτων. Επιπροσθέτως, ο αισθητήρας υγρασίας υπολογίζει την τιμή της υγρασίας του σπόρου. Η τιμή που προκύπτει χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της καθαρής παραγωγής, γιατί η υγρασία επηρεάζει το βάρος και την πυκνότητα της παραγωγής (Brace, 2009). Με τη μέτρηση της ταχύτητας της μηχανής και του πλάτους εργασίας εκτιμάται η έκταση από την οποία προέρχεται η παραγωγή που μετρήθηκε από τη ροή του σπόρου και έτσι εκτιμάται η παραγωγή στη μονάδα της επιφάνειας.

Η μονάδα GPS υπολογίζει το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της περιοχής που έχει συγκομισθεί. Στην πραγματικότητα υπολογίζεται ένα σημείο στο κέντρο της περιοχής της συγκομιδής. Όλες οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν αποθηκεύονται σε μια ψηφιακή μονάδα. Η μονάδα συνήθως περιλαμβάνει έναν υπολογιστή και το πρόγραμμα λογισμικού, το οποίο συνδέει το γεωγραφικό μήκος και πλάτος μιας τοποθεσίας με την πληροφορία από τη δυναμόπλακα και τον αισθητήρα υγρασίας για να πραγματοποιηθεί η χαρτογράφηση της παραγωγής (Brace, 2009).

1.2.9 Χάρτες τάσης για τη χωρική και τη χρονική παραλλακτικότητα

Ο σημαντικότερος αντίκτυπος της γεωργίας ακριβείας στα συστήματα γεωργικής παραγωγής είναι πιθανό να είναι στον τρόπο με τον οποίο λαμβάνονται οι διαχειριστικές αποφάσεις, στην κλίμακα του χωροχρόνου που εξετάζονται και όχι στις πραγματικές πρακτικές παραγωγής. Οι τεχνικές γεωργίας ακριβείας μπορούν να αυξήσουν την αποδοτικότητα της χρήσης των εισροών επιτρέποντας στον παραγωγό να ρυθμίσει την καλλιέργεια σε χωρική και χρονική βάση με χειρισμούς που είναι περισσότερο καθοδηγητικοί παρά προφυλακτικοί. Η διαχείριση ενός συστήματος παραγωγής περιλαμβάνει πολλές αποφάσεις, οι οποίες είναι αλληλένδετες και έχουν επιπτώσεις τελικά στο κέρδος.

Η δυνατότητα της ανταπόκρισης στις μεταβαλλόμενες συνθήκες παραγωγής είναι πιθανό να είναι τόσο σημαντική όσο η έγκαιρη κατανόηση της παραλλακτικότητας των συνθηκών παραγωγής. Οι αγρότες κάνουν υποθετικές κρίσεις για τη χρήση εισροών σε ένα αγροτεμάχιο με δεδομένο τις προσδοκώμενες καιρικές συνθήκες. Οι τεχνικές Γεωργίας Ακριβείας που επιτρέπουν στον παραγωγό να διαχειριστεί αρχικά έναν χαμηλότερο στόχο παραγωγής και να αποκριθούν ακόμη καλύτερα στις εποχές στις οποίες η δυνατότητα παραγωγής είναι μεγαλύτερη από κανονική θα μπορούσαν ουσιαστικά να βελτιώσουν τις επιρροές αυτής της αστάθειας. Μια τέτοια δυνατότητα ανταπόκρισης στη χρονική παραλλακτικότητα θα ήταν ιδιαίτερα επιθυμητή για το χειρισμό του σχετικού με τον καιρό κινδύνου (Φτάκα, 2006).

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ανάγνωση θεματικών χαρτών τάσης για τη χωρική και τη χρονική παραλλακτικότητα. Η χωρική παραλλακτικότητα γίνεται αντιληπτή ως μεταβολή των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των

καλλιεργειών και του εδάφους, με την αλλαγή θέσης μέσα στο αγροτεμάχιο. Ενώ η χρονική παραλλακτικότητα γίνεται αντιληπτή ως μεταβολή τους με το χρόνο.

Ο συνδυασμός του χάρτη χωρικής παραλλακτικότητας με τον αντίστοιχο χάρτη χρονικής παραλλακτικότητας μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό ομογενών ζωνών διαχείρισης των αγρών, όπου η διαχείριση μπορεί να είναι ενιαία (Αγγελοπούλου, κ.α., 2007).

1.2.10 Εκτίμηση της γονιμότητας του εδάφους στα πλαίσια εφαρμογής της Γεωργίας Ακριβείας

Μια από τις κυριότερες τεχνικές στα πλαίσια της εφαρμογής της Γεωργίας Ακριβείας είναι η χαρτογράφηση του αγρού με βάση τα θρεπτικά συστατικά και τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Η καταγραφή των στοιχείων αυτών πραγματοποιείται με δειγματοληψία του εδάφους από διάφορα σημεία του αγρού, ανάλυσή τους και δημιουργία θεματικών χαρτών με σκοπό την εκτίμηση της χωρικής παραλλακτικότητας των θρεπτικών στοιχείων σε ολόκληρη την έκταση του αγροτεμαχίου.

Η δειγματοληψία του εδάφους στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας πραγματοποιείται συνήθως με δύο τρόπους, που σκοπό έχουν τη διαίρεση του αγροτεμαχίου σε μικρότερα τμήματα.

Η πρώτη καλείται “δειγματοληψία πλέγματος” (grid sampling). Κατά τη μέθοδο αυτή το αγροτεμάχιο διαιρείται σε τετράγωνα πλέγματα ίδιας έκτασης και από κάθε πλέγμα λαμβάνονται εδαφικά δείγματα από διάφορα σημεία. Οι θέσεις δειγματοληψίας καταγράφονται με GPS και ακολουθεί εδαφολογική ανάλυση των δειγμάτων (Ferguson, 2001).

Η δεύτερη μέθοδος δειγματοληψίας, βασίζεται στη δειγματοληψία με βάση τις ζώνες διαχείρισης που δημιουργούνται μέσα στον αγρό. Οι ζώνες αυτές δημιουργούνται ύστερα από την μελέτη κάποιου φυσικού χαρακτηριστικού του εδάφους (π.χ. της ηλεκτρικής αγωγιμότητας) ή με συνδυασμό του υπό μελέτη φυσικού χαρακτηριστικού με αεροφωτογραφίες. Από κάθε ζώνη, ανάλογα της έκτασης, συλλέγεται και ο ανάλογος αριθμός δειγμάτων και καταγράφεται το γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος του σημείου δειγματοληψίας με GPS (Srinivasan, 2006).

Μετά την λήψη των δειγμάτων και την κατάλληλη επεξεργασία τους ακολουθεί η εργαστηριακή τους ανάλυση. Κατά την ανάλυση γίνεται προσδιορισμός στοιχείων που καθορίζουν την γονιμότητα του εδάφους όπως η μηχανική του σύσταση, το pH, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, οι περιεκτικότητες θρεπτικών στοιχείων (N, P, K) κ.α.

Οι πληροφορίες αυτές αποτυπώνονται σε ψηφιακούς χάρτες μεγάλης ακρίβειας παρέχοντας τεράστιο όγκο πληροφοριών, οι οποίες οργανώνονται αναλύονται και επεξεργάζονται με κατάλληλα λογισμικά συστήματα (GIS).

Στη συνέχεια οι πληροφορίες αυτές μελετώνται σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία του εδάφους, όπως η υγρασία και η ηλεκτρική του αγωγιμότητα. Η μελέτη αυτή βοηθά τις αποφάσεις του παραγωγού σχετικά με τις καλλιεργητικές μεθόδους που πρέπει να ακολουθηθούν και τις απαιτούμενες εισροές στην καλλιέργεια μέσω των λιπάνσεων.

1.2.11 Ελιά

- **Γενικά**

Η ευρωπαϊκή ελιά (*Olea europaea* L.) με $2n=46$ χρωμοσώματα, αποτελεί πηγή βρώσιμου λαδιού και επεξεργασμένων βρώσιμων καρπών. Ανήκει στην τάξη *Oleales* και στην οικογένεια *Oleaceae*, της υποοικογένειας *Oleoideae* ($n=23$). Η οικογένεια *Oleaceae* διαθέτει 30 γένη που περιλαμβάνουν και καλλωπιστικά είδη και διάφορα άλλα φυτά. Το γένος *Olea* περιλαμβάνει περίπου 30 είδη, από τα οποία μόνο το είδος *Olea europaea* L. παρουσιάζει εμπορικό ενδιαφέρον και το οποίο απαρτίζεται από πολλές ομάδες και από 2600 ποικιλίες. Η ελιά προήλθε από την ανατολική λεκάνη και είναι μια από τις αρχαιότερες καλλιέργειες. Είναι υποτροπικό είδος, αειθαλές και υπεραιώνιο (Θεριός, 2005).

- i. Ιστορική Αναδρομή

Η ελιά φαίνεται πως ως αυτοφυές δένδρο ήταν γνωστή στη λεκάνη της Μεσογείου πριν από πολλές χιλιάδες χρόνια. Απολιθώματα φύλλων ελιάς έχουν βρεθεί στο Mongardino στην Ιταλία, ενώ στην Κύμη της Ευβοίας έχουν βρεθεί απολιθωμένα φύλλα του είδους *Olea noti*. Επίσης, στη Βόρειο Αφρική έχουν βρεθεί ευρήματα που μαρτυρούν την εξάπλωση του δένδρου (Ποντίκης, 2000).

Από τον 20ο π.Χ. αιώνα, παρατηρείται αύξηση των γυρεοκόκκων της ελιάς, σύμφωνα με παλαιοβοτανικά δεδομένα. Ερευνητικά δεδομένα παρέχουν αρκετά στοιχεία που επιβεβαιώνουν την καλλιέργεια της ελιάς από την Παλαιολιθική εποχή, καθώς γυρεόκοκκοι της ελιάς εμφανίζονται κατά το 6.000 π.Χ. στην Ήπειρο, το 3.255 π.Χ. στην Ανατολική Στερεά και το 3.200 π.Χ. στη Θεσσαλία (*International Olive Oil Council*).

Η άγρια ελιά κατάγεται από την Μικρά Ασία όπου ακόμη και σήμερα βρίσκεται σε εξαιρετική αφθονία και δημιουργεί πυκνούς ελαιώνες. Η καλλιέργειά της εξαπλώθηκε στην Ελλάδα μέσω της Συρίας. Άλλες έρευνες υποδεικνύουν ως περιοχή προέλευσης της ελιάς την Κάτω Αίγυπτο, τη Ναμίμπια ή την Αιθιοπία (Loukas & Krimbas, 1983). Σύμφωνα με τον Όμηρο, η ελιά καλλιεργούνταν ήδη στην Ελλάδα για πάνω από 10.000 έτη. Τα ελαιόδενδρα κυριάρχησαν στην πετρώδη ελληνική επαρχία και έγιναν στυλοβάτες της ελληνικής κοινωνίας. Ήταν τόσο ιερά που εκείνοι που τα έκοβαν καταδικάζονταν σε θάνατο ή εξορία. Στην αρχαία Ελλάδα ο κλάδος ελιάς συμβόλιζε την ειρήνη και την νίκη (Θεριός, 2005).

Οι Ρωμαίοι συνέχισαν την επέκταση της καλλιέργειας της ελιάς στις χώρες που οριοθετούν τη Μεσόγειο, χρησιμοποιώντας την ως ειρηνικό μέσο στις κατακτήσεις τους για τη δημιουργία νέων οικισμών. Η καλλιέργεια της ελιάς στη Μασσαλία άρχισε κατά το 600 π.Χ. περίπου και στη συνέχεια διαδόθηκε σε ολόκληρη τη Γαλατία. Η ελιά πρωτοκαλλιεργήθηκε στη Σαρδηνία κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους, ενώ στην Κορσική μετά την πτώση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας (*International Olive Oil Council*).

Με την ανακάλυψη της Αμερικής (1492 μ.Χ.), η καλλιέργεια της ελιάς διαδίδεται πέρα από τη Μεσόγειο. Τα πρώτα ελαιόδενδρα μεταφέρθηκαν από τη Σεβίλλη στις δυτικές Ινδίες και αργότερα στην αμερικανική ήπειρο. Από το 1560 μ.Χ., καλλιεργούνται στο Μεξικό, το Περού, την Καλιφόρνια, τη Χιλή και την Αργεντινή, όπου ένα από τα πρώτα δένδρα που φυτεύτηκαν εκεί υπάρχει έως σήμερα (Ποντίκης, 2000).

ii. Ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο είναι μίγμα τριγλυκεριδίων (εστέρες με γλυκερίνη) ανώτερων λιπαρών οξέων, ακόρεστων και κορεσμένων. Το μεγαλύτερο ποσοστό των λιπαρών οξέων του ελαιολάδου είναι ακόρεστα. Ιδιαίτερη θέση κατέχει το μονοακόρεστο λαϊκό το οποίο περιέχεται σε ποσοστό 56-83% ανάλογα με την προέλευση, την ποικιλία και το βαθμό ωριμότητας του ελαιολάδου. Εκτός από τα τριγλυκερίδια υπάρχουν και άλλα συστατικά που είναι χρήσιμα στον ανθρώπινο οργανισμό (Κυριτσάκης, 2002).

Η ποιότητα του ελαιολάδου επηρεάζεται από όλα τα στάδια, από την καρπόδεση μέχρι την εξαγωγή και διακίνησή του. Οι παράγοντες αυτοί δρουν από την έναρξη σχηματισμού του ελαιολάδου μέχρι την συγκομιδή και είναι οι εξής: α) Επεξεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιοτριβεία. β) Συνθήκες αποθήκευσης και διατήρησης του ελαιολάδου. γ) Τυποποίηση του ελαιολάδου. Εκτός των παραπάνω, σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του ελαιολάδου παίζει ο χρόνος και ο τρόπος συγκομιδής της ελιάς καθώς και η προσβολή του καρπού από εχθρούς και ασθένειες (Θερίος, 2005).

▪ **Η ελιά στην Ελλάδα και στον κόσμο**

Η καλλιέργεια της ελιάς παίζει σημαντικό κοινωνικοοικονομικό και οικολογικό ρόλο. Λόγω της ανθεκτικότητάς της στην ξηρασία και της προσαρμοστικότητάς της σε ξηρά και άγονα εδάφη αξιοποιεί περιοχές όπου δε θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν άλλα οπωροφόρα είδη, ενώ παράλληλα προσφέρει απασχόληση και ικανοποιητικό εισόδημα στο ντόπιο πληθυσμό. Οι εξαγωγές ελαιολάδου και επιτραπέζιων ελιών είναι σημαντική πηγή εισοδήματος για τη χώρα μας.

Η παραγωγή ελιών για εμπορικούς σκοπούς εντοπίζεται σε δύο γεωγραφικές ζώνες σε όλο τον κόσμο, μεταξύ 30° και 45° (βόρειο γεωγραφικό πλάτος) και 30° έως 40° (νότιο γεωγραφικό πλάτος), όπου οι κλιματολογικές συνθήκες για την καλλιέργεια της ελιάς είναι ιδανικές. Το μεγαλύτερο μέρος των ελιών εξακολουθεί να παράγεται στη λεκάνη της Μεσογείου (Στραφιιώτης, 2009).

Στην Ελλάδα η εμπορία του ελαιολάδου γίνεται μέσω κυρίως ελαχίστων μεγάλων εταιριών ιδιωτικών συμφερόντων. Ενώσεις και Συν/σμοί διαθέτουν μεγάλες ποσότητες ελαιόλαδου στην εσωτερική αγορά. Οι βρώσιμες ελιές διατίθενται στο εσωτερικό και εξωτερικό από αρκετούς ιδιώτες εξαγωγείς αλλά και Ενώσεις και Συν/σμούς. Αντίθετα η Ιταλία αποτελεί τον σημαντικότερο εισαγωγέα (σχεδόν μονοπωλιακά) των ελληνικών ελαιοκομικών προϊόντων. Οι δυνατότητες απ' ευθείας διάθεσης σε εισαγωγείς άλλων χωρών είναι ελάχιστες ελλείψει πληροφόρησης και λόγω έλλειψης οργάνωσης των ελλήνων εξαγωγέων σε εθνικό επίπεδο (Εταιρία ανάπτυξης Πηλίου, 2003).

Οι ελληνικές εταιρείες αδυνατούν να κινηθούν αποτελεσματικά στην εξωτερική αγορά. Το ελληνικό ελαιόλαδο είναι καλύτερης ποιότητας από το αντίστοιχο του εξωτερικού (χαμηλή οξύτητα, άθερμο) και για το λόγο αυτό οι ιταλικές (κατά κύριο λόγο) εταιρείες το αγοράζουν και το αναμειγνύουν με κατώτερης ποιότητας ελαιόλαδα. Εν συνεχεία, το διαθέτουν στη διεθνή αγορά ως τελικό προϊόν και σε ιδιαίτερα ανταγωνιστικές τιμές. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο κλάδος, σχετίζεται με την χύμα διακίνηση ελαιολάδου.

Τις τελευταίες δεκαετίες τα προϊόντα της ελιάς γίνονται όλο και πιο δημοφιλή, ειδικά σε χώρες εκτός της Μεσογείου. Λόγω της παγκοσμιοποίησης

και της τουριστικής ανάπτυξης, ο τρόπος αξιοποίησής τους στη μαγειρική και κατανάλωσής τους γίνεται όλο και πιο διεθνής. Στις δυτικές χώρες, η αξιοποίησή τους στο μαγείρεμα επηρεάζεται πολύ περισσότερο από ξένες συνταγές απ' ό,τι πενήντα χρόνια πριν. Επομένως, οι ελιές και το ελαιόλαδο με τη μοναδική γεύση τους, είναι ιδιαίτερα δημοφιλή προϊόντα σε όλο και μεγαλύτερο αριθμό καταναλωτών (Στραφιώτης, 2009).

Το ελαιόλαδο χρησιμοποιείται για νωπή κατανάλωση (95%), ενώ παρουσιάζει εξίσου υψηλά ποσοστά χρησιμοποίησης στη μαγειρική και τη ζαχαροπλαστική. Τα τελευταία 30 χρόνια, κυρίως λόγω της προώθησης της μεσογειακής διατροφής, η παραγωγή και η κατανάλωση ελαιόλαδου έχουν αυξηθεί. Στο άμεσο μέλλον δεν αναμένεται αλλαγή σε αυτή την τάση, αν λάβουμε υπόψη την πρόσφατη εισαγωγή ή αύξηση της ελαιοκαλλιέργειας και της κατανάλωσης ελαιόλαδου σε χώρες όπως είναι η Ιαπωνία, η Αυστραλία, η Κίνα και η Νότια Αφρική.

Τα τελευταία χρόνια η ελιά επεκτείνεται με νέες φυτεύσεις σε χώρες όπως Ν. Ζηλανδία, Κίνα, Ιράν, Η.Π.Α., Αυστραλία, Αργεντινή, Χιλή, Μεξικό, Ουρουγουάη. Στο Ιράν οι ποικιλίες που επεκτείνονται είναι κυρίως ντόπιες. Λόγω του χαμηλού εργατικού κόστους και της μη επέκτασης ακόμα του δάκου, η χώρα έχει πολλές προοπτικές για παραγωγή βιολογικού λαδιού και βιολογικών βρώσιμων ελιών. Από την άλλη στην Κίνα άρχισε η καλλιέργεια της ελιάς σε περιοχές που δεν είναι παραθαλάσσιες, έχουν ετήσια βροχόπτωση 400-1.100mm και υψόμετρο 800-1.800 μέτρα. Στις Η.Π.Α η ελαιοκαλλιέργεια γίνεται στην Καλιφόρνια και ξεκίνησε στις αρχές του 1800. Πάντως με βάση την αποδοτικότητα της καλλιέργειας στην περιοχή και παρά την από πολλών ετών έναρξή της εκεί, δε φαίνεται ότι θα δημιουργήσει

πρόβλημα ανταγωνισμού στην ελληνική ελαιοκαλλιέργεια. Οι περιοχές όπου καλλιεργείται η ελιά στην Αργεντινή έχουν 250mm βροχόπτωση (Σεπτέμβριο – Μάρτιο), θερμοκρασία από -10° ως +50°C, εδάφη φτωχά, πορώδη και μικρό απόθεμα από υδάτινους πόρους (Θεριός, 2005).

- **Σχέδιο αγροτικής ανάπτυξης**

Το πρώτο σχέδιο αγροτικής ανάπτυξης μετά την ένταξη της Κύπρου στην Ε.Ε. ήταν αυτό του 2004/2006. Στα ίδια περίπου πλαίσια θα κυμαίνεται και το νέο σχέδιο αγροτικής ανάπτυξης 2007/2013 (Γρηγορίου, 2006). Τα μέτρα του σχεδίου αγροτικής ανάπτυξης 2004/2006 που αφορούν τις ελαιοκαλλιέργειες είναι:

Καθεστώς 1.1.1: Γενικές επενδύσεις για εκσυγχρονισμό των εκμεταλλεύσεων.

Επιλέξιμες δαπάνες: Γεωργικά μηχανήματα και εξοπλισμός, βελτιωμένα συστήματα άρδευσης, αγορά / εγκατάσταση εξοπλισμού σύγχρονης τεχνολογίας, έργιες βελτιώσεις και γεωργικά κτίσματα.

Δικαιούχοι: Ελαιοκαλλιεργητές που υποβάλλουν Σχέδιο Βελτίωσης.

Ύψος ενίσχυσης: Το 50% της ολικής επιλέξιμης δαπάνης στις κανονικές περιοχές και το 60% στις μειονεκτικές περιοχές. Για τους νέους γεωργούς το ποσοστό αυξάνεται στο 55% στις κανονικές περιοχές και στο 65% στις μειονεκτικές περιοχές.

Μέτρο 1.2: Ενθάρρυνση της βελτίωσης και ανάπτυξης της μεταποίησης.

Επιλέξιμες δαπάνες:

1. Εκσυγχρονισμός, μετεγκαταστάσεις, συγχωνεύσεις ελαιотριβείων.

2. Ίδρυση, εκσυγχρονισμός ή μετεγκατάσταση τυποποιητηρίων συσκευαστηρίων ελαιολάδου σε επώνυμες άμεσα εμπορεύσιμες συσκευασίες 0,5 και 1 λίτρου.

3. Ίδρυση, εκσυγχρονισμός ή μετεγκατάσταση ελαιοτριβείων για παραγωγή λαδιού βιολογικής παραγωγής και την ίδρυση, εκσυγχρονισμό μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων ελαιοτριβείων.

Δικαιούχοι: Είναι φυσικά ή νομικά πρόσωπα (Οργανώσεις Παραγωγών).

Ύψος ενίσχυσης: Εξαρτάται από το συνολικό κόστος της επένδυσης και κυμαίνεται από 40% για επένδυση £17.500,00-£87.700,00 και μειώνεται κλιμακωτά μέχρι το 15% για επένδυση £880.001,00 και πάνω.

Μέτρο 1.3: Ενθάρρυνση σύστασης και λειτουργίας Οργανώσεων Παραγωγών.

Δικαιούχοι: Είναι αναγνωρισμένες Οργανώσεις Παραγωγών.

Ύψος ενίσχυσης: Υπολογίζεται επί τοις % της αξίας της εμπορευθείσης παραγωγής και δεν μπορεί να υπερβαίνει για κάθε Οργάνωση το ποσό των:

1. £58.400,00 το πρώτο έτος
2. £58.400,00 το δεύτερο έτος
3. £46.700,00 το τρίτο έτος
4. £35.000,00 το τέταρτο έτος και
5. £29.200,00 το πέμπτο έτος

Μέτρο 1.4: Προώθηση της επαγγελματικής κατάρτισης των αγροτών.

Επιλέξιμες δαπάνες: Καλύπτει την παροχή προγραμμάτων επαγγελματικής κατάρτισης των αγροτών.

Δικαιούχοι: Είναι το τμήμα Γεωργίας και μέσω αυτού, μετά από αγορά υπηρεσιών άλλοι δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς για υλοποίηση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων.

Ύψος ενίσχυσης: Στους αγρότες θα παρέχεται σταθερό ημερήσιο επίδομα για κάλυψη του κόστους απώλειας εισοδήματος και τυχόν αναπλήρωσής του από την εργασία τους και θα καλύπτονται τα έξοδα διακίνησης, διαμονής και διανυκτέρευσης.

Μέτρο 1.5: Παροχή τεχνικών και συμβουλευτικών υπηρεσιών σε αγρότες (μέσω προγραμμάτων του Τμήματος Γεωργίας).

Επιλέξιμες δαπάνες: Καλύπτει θέματα διαχείρισης γεωργικών εκμεταλλεύσεων, τήρησης βιβλίων λογιστικής, ετοιμασίας Σχεδίων Βελτίωσης, εφαρμογής Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής και διατήρησης του περιβάλλοντος.

Δικαιούχοι: Είναι το τμήμα Γεωργίας και μέσω αυτού, μετά από αγορά υπηρεσιών, άλλοι δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών.

Καθεστώς 2.2.2: Ανάπτυξη της βιολογικής παραγωγής γεωργικών προϊόντων.

Δικαιούχοι: Είναι οι ελαιοκαλλιεργητές που τηρούν τις πρόνοιες του Κανονισμού της Ε.Ε. και του Νόμου της Κυπριακής Δημοκρατίας για τη βιολογική καλλιέργεια.

Ύψος ενίσχυσης:

1. Στα αρδευόμενα δέντρα η ενίσχυση ανέρχεται στις Λ.Κ. 52.6 το δεκάριο.
2. Για τα ξηρικά δέντρα η ενίσχυση ανέρχεται στις Λ.Κ. 35.0 το δεκάριο.

- **Ενισχύσεις παραγωγών και κώδικες Ορθής Γεωργικής**

- Πρακτικής**

Πρόσφατα άρχισαν να αναπτύσσονται και να προωθούνται τόσο από την Ε.Ε. όσο και πολλά άλλα κράτη και Διεθνείς Οργανισμούς νέες γεωργικές πρακτικές όπως Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (ΚΟΓΠ) και Κανόνες Καλών Γεωργικών και Περιβαλλοντικών Πρακτικών (ΚΚΓΠΠ).

Η προσέγγιση των πρακτικών αυτών άρχισε να αναπτύσσεται μέσα στα πλαίσια της ραγδαία εξελισσόμενης παγκοσμιοποιημένης οικονομίας τροφίμων για την παραγωγή ικανοποιητικής ποσότητας τροφίμων για θρέψη ολόκληρου του πληθυσμού του πλανήτη μας, που ταυτόχρονα να είναι ασφαλή και ποιοτικά, να παράγονται με πρακτικές που να χρησιμοποιούν σωστά τους φυσικούς πόρους, να προάγουν την αειφόρο ανάπτυξη, να σέβονται το περιβάλλον και να εξασφαλίζουν στον παραγωγό ένα εισόδημα που να του προσφέρει μια αξιοπρεπή διαβίωση (Γρηγορίου, 2006).

Οι ΚΟΓΠ άπτονται των πιο κάτω βασικών γεωργικών δραστηριοτήτων:

1. Κατεργασίας του εδάφους
2. Άρδευσης
3. Λίπανσης και
4. Φυτοπροστασίας



- **Ετήσιος βλαστικός κύκλος της ελιάς**

Τα βασικά στάδια βλάστησης της ελιάς είναι:

1. Στάδιο ληθάργου. Κατά την περίοδο αυτή που εκτείνεται από το Νοέμβρη μέχρι το Μάρτη δεν παρατηρείται βλάστηση.

2. Στάδιο έντονης βλάστησης. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει δυο περιόδους και παρουσιάζει έντονη βλαστική ανάπτυξη. Η πρώτη περίοδος αρχίζει τον Απρίλη και διαρκεί μέχρι τέλος Ιουνίου και η δεύτερη περίοδος αρχίζει περί τα μέσα Σεπτεμβρη και διαρκεί μέχρι το τέλος Οκτωβρίου (κρίσιμη περίοδος για άζωτο και κάλιο).
3. Στάδιο άνθησης και καρπόδεσης. Παρατηρείται κατά την περίοδο της άνοιξης.
4. Στάδιο ανάπτυξης του καρπού και ελαιογένεσης. Αρχίζει το Μάιο και τελειώνει μέσα Νοεμβρίου πλην της ποικιλίας Κορωνέικης που εκτείνεται μέχρι το τέλος Δεκέμβρη.
5. Στάδιο πήξης του πυρήνα. Αρχίζει τον Ιούλιο και τελειώνει μέσα Αυγούστου και είναι κρίσιμη περίοδος για το νερό (Γρηγορίου, 2006).

▪ Πολλαπλασιασμός – Συλλογή

Η ελιά σήμερα πολλαπλασιάζεται με σπόρο και εμβολιασμό και φυλλοφόρα μοσχεύματα. Ο πολλαπλασιασμός όμως με σπόρο δεν συνιστάται γιατί οι ποικιλίες της ελιάς αφ' ενός μεν δεν αναπαράγονται πιστά (ετεροζυγωτία), αφ' ετέρου δε τα παραγόμενα φυτά – σπορόφυτα χαρακτηρίζονται από πολύ μακρά περίοδο νεανικότητας, που έχει ως συνέπεια μεγάλη καθυστέρηση στην είσοδό τους σε καρποφορία. Εντούτοις, ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή σπορόφυτων – υποκειμένων, στα οποία θα εμβολιαστούν αργότερα οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς, αλλά και σε προγράμματα γενετικής βελτίωσης (Rugini, 1986).

Επίσης η ελιά μπορεί να πολλαπλασιαστεί αγενώς με μοσχεύματα (φυλλοφόρα και σκληρού φύλου), παραφυάδες, σφαιροβλάστες, εμβολιασμό

και υπό ασηπτικές συνθήκες με τη μέθοδο της ιστοκαλλιέργειας. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα είναι ευρέως διαδεδομένος για την παραγωγή αυτόρριζων φυτών, μειονεκτεί όμως στο γεγονός ότι αρκετές ποικιλίες δε ριζοβολούν εύκολα (π.χ. η 'Καλαμών'), ενώ απαιτεί και ειδικές εγκαταστάσεις (υδρονέφωση). Ο πολλαπλασιασμός με έρριζες παραφυάδες ή σφαιροβλάστες χρησιμοποιείται σε πολύ μικρή κλίμακα σήμερα, καθώς κατά τη συλλογή τους μπορεί να προκληθούν τραυματισμοί στα μητρικά φυτά, ενώ και τα παραγόμενα δενδρύλλια έχουν έντονα νεανικά χαρακτηριστικά και καθυστερούν σημαντικά να μπουν σε καρποφορία (Ποντίκης, 2000). Ο πολλαπλασιασμός με εμβολιασμό χρησιμοποιείται σήμερα για ποικιλίες που ριζοβολούν δύσκολα με μοσχεύματα, ωστόσο, μπορεί να γίνει μόνο από άτομα με γνώση και εμπειρία.

Κατά την ωρίμανση, το χρώμα του φλοιού και της σάρκας μεταβάλλεται από πράσινο σε ιώδες ως μελανοιώδες και ο φλοιός γίνεται στιλπνός. Στον καρπό επίσης με την πρόοδο της ωρίμανσης παρατηρούνται οι εξής μεταβολές (Θεριός, 2005):

1. Τα σάκχαρα από 10% κατά την ωρίμανση πέφτουν σε 1-2%, στην πλήρη ωρίμανση. Αντίθετα, η περιεκτικότητα σε λάδι από 1% αυξάνεται προοδευτικά.
2. Ο καρπός περνά από τα στάδια του πράσινου, ερυθρού, ιώδους και μελανού και ωριμάζει σε 7-8 μήνες από την άνθηση. Κατά την ωρίμανση το περιεχόμενο σε λάδι αυξάνεται και αποκτά την μέγιστη περιεκτικότητα κατά την πλήρη ωρίμανση.
3. Στο στάδιο του πράσινου ο καρπός φωτοσυνθέτει. Όπως και τα φύλλα περιέχει πολύ άμυλο και τανίνη. Σιγά-σιγά αρχίζει να σχηματίζεται λάδι

στον καρπό και συγχρόνως να εξαφανίζεται η χλωροφύλλη και το άμυλο.

Οι πράσινες ελιές συγκομίζονται προς τα τέλη Σεπτεμβρίου αρχές Οκτωβρίου όταν ο καρπός έχει πάρει το οριστικό του μέγεθος και αρχίζει να μεταβάλλεται το χρώμα του. Οι μαύρες ελιές συγκομίζονται Νοέμβριο – Δεκέμβριο όταν ο καρπός έχει μαυρίσει αλλά προτού αρχίσει να μαλακώνει. Ο λαδολιές συγκομίζονται τελείως ώριμες. Η πιο κατάλληλη εποχή είναι εκείνη που ο καρπός έχει το οριστικό του μέγεθος και έχει ολοκληρωθεί η παραγωγή λαδιού. Συνεπώς, τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο (ανάλογα με την ποικιλία και την περιοχή που καλλιεργείται) οι λαδολιές είναι έτοιμες για συγκομιδή και δεν πρέπει να συγκομίζονται μετά το Δεκέμβριο γιατί αυτό έχει αρνητική επίδραση στην καρποφορία της επόμενης χρονιάς (Βασιλακάκης, 1996).

▪ Παραγωγή ελιάς

i. Παγκόσμιο επίπεδο

Σήμερα η ελιά καλλιεργείται παγκοσμίως σε έκταση περίπου 100 εκατ. στρεμμάτων, το 60% της οποίας αποτελεί την κύρια καλλιέργεια. Η παραδοσιακή περιοχή της ελαιοκαλλιέργειας είναι η λεκάνη της Μεσόγειου περιλαμβάνοντας το 95% των ελαιώνων παγκοσμίως και στην οποία παράγονται το 98% του ελαιολάδου και το 75% των επιτραπέζιων ελιών παγκοσμίως (Therios, 2009).

Η Ευρώπη με 500 περίπου εκατομμύρια δένδρα έχει περισσότερα από τα $\frac{3}{4}$ της παγκόσμιας παραγωγής και ακολουθείται με 13% από την Ασία, με 8% από την Αφρική και 3% από την Αμερική.

Φυσικά υπάρχουν δυναμικά αναπτυσσόμενες περιοχές παραγωγής ελιάς όπως είναι η Αυστραλία (της οποίας η παραγωγή είναι ακόμα μικρή αλλά οι φυτεύσεις βρίσκονται σε εκατομμύρια δέντρα ελιάς το έτος) και η Καλιφόρνια (η οποία παράγει σημαντικές ποσότητες βρώσιμης ελιάς). Τέλος, υπάρχουν χώρες της Μεσογείου εκτός Ε.Ε. με σημαντική παραγωγή ελαιοκάρπου αλλά μειωμένη παραγωγικότητα λόγω ελλιπών καλλιεργητικών τεχνικών. Ενώ η παραγωγή του ελαιόλαδου στον κόσμο αυξάνεται σημαντικά, η παραγωγή της βρώσιμης ελιάς παρουσιάζει μικρή αύξηση (Εταιρία ανάπτυξης Πηλίου, 2003).

Στον Πίνακα 2.8.1 παρατηρούμε ότι η πρώτη χώρα σε παραγωγή επιτραπέζιων ελιών εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η Αίγυπτος. Διαπιστώνεται επίσης ότι ενώ η Τυνησία στην παραγωγή ελαιόλαδου είναι πρώτη, εκτός των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πίνακας 2.8.2), στην παραγωγή βρώσιμων ελιών υστερεί.

Εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρώτη χώρα σε παραγωγή ελαιόλαδου είναι η Τυνησία. Ακολουθεί η Συρία και η Τουρκία. Διαπιστώνεται επίσης ότι τα τελευταία χρόνια αυξήθηκε η παραγωγή ελαιόλαδου σε χώρες στις οποίες δεν καλλιεργούνταν εντατικά η ελιά, όπως η Αργεντινή και η Αυστραλία (Πίνακας 2.8.2).

Πίνακας 2.8.1 Στοιχεία για την επιτραπέζια ελιά εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (σε 1.000 τόνους)

Χώρα	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Αίγυπτος	85,0	70,0	135,0	340,0	95,0	194,5	200,0	436,0	432,0
Τουρκία	150,0	224,0	85,0	165,0	125,0	240,0	280,0	240,0	200,0
Συρία	93,0	142,0	80,0	170,0	120,0	200,0	120,0	200,0	100,0
Η. Π. Α	129,0	60,0	120,0	81,0	100,0	87,0	116,0	18,0	109,0
Μαρόκο	80,0	80,0	90,0	80,0	120,0	80,0	100,0	90,0	100,0
Αργεντινή	58,0	30,0	38,0	50,0	70,0	60,0	85,0	75,0	100,0
Αλγερία	34,5	33,5	48,0	63,5	59,0	85,5	68,5	81,0	91,0
Περσού	15,0	13,0	16,0	37,5	31,0	32,0	30,0	52,0	112,0
Ιορδανία	8,0	24,0	13,0	28,0	26,5	29,0	23,0	24,0	29,5
Τυνησία	13,5	11,5	6,5	6,5	26,0	13,0	26,5	15,0	18,0
Ισραήλ	15,0	19,5	12,0	24,5	7,5	18,5	10,0	24,0	9,0

Ιράν	Δ.Σ	Δ.Σ	Δ.Σ	Δ.Σ	12,0	18,0	24,0	39,5	39,5
Χιλή	9,0	10,0	8,0	11,0	6,5	9,0	10,0	28,0	14,0
Μεξικό	9,0	8,5	16,0	14,0	10,0	8,0	9,5	9,0	9,5
Παλαιστίνη	2,0	8,0	7,0	8,5	5,0	7,0	6,0	11,0	13,0
Λίβανος	5,5	7,0	5,5	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	22,5
Λυβιή	3,0	2,5	2,5	3,0	3,5	4,5	3,0	3,0	3,0
Αυστραλία	2,0	2,5	3,5	4,0	2,0	4,0	4,0	2,5	2,0
Κροατία	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5
Μαυροβούνιο	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Βραζιλία	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
Άλλ. Χώρες	11,0	10,0	12,0	25,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

Δ.Σ*= Δεν υπάρχουν στοιχεία

Πηγή: International Olive Oil Council (IOOC)

Πίνακας 2.8.2 Στοιχεία για την παραγωγή λαδιού εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (σε 1.000 τόνους)

Χώρα	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Τυνησία	210,0	130,0	35,0	72,0	280,0	130,0	220,0	160,0	170,0
Συρία	81,0	165,0	92,0	165,0	110,0	175,0	100,0	154,0	100,0
Τουρκία	70,0	175,0	65,0	140,0	76,0	145,0	112,0	165,0	72,0
Μαρόκο	40,0	35,0	60,0	45,0	100,0	50,0	75,0	75,0	85,0
Αλγερία	33,5	26,5	25,5	15,0	69,5	33,5	32,0	21,5	24,0
Ιορδανία	6,5	27,0	14,0	28,0	25,0	29,0	22,0	37,0	21,5
Παλαιστίνη	2,0	20,0	18,0	21,5	5,0	20,0	10,0	31,5	8,0
Αργεντινή	11,0	4,0	10,0	11,0	13,5	18,0	23,0	15,0	27,0
Λυβιή	7,0	4,0	7,0	6,5	12,5	12,5	9,0	11,0	13,0
Λίβανος	5,0	6,0	5,0	6,0	7,5	6,0	5,5	6,0	10,5
Αυστραλία	0,5	1,0	1,0	2,0	2,5	5,0	9,0	9,0	12,0
Κροατία	9,0	5,5	5,0	7,0	3,0	5,0	5,0	4,0	4,5
Ισραήλ	2,5	7,0	3,5	9,0	3,0	9,0	3,0	8,5	4,0
Αίγυπτος	2,5	0,5	1,5	5,0	2,0	2,5	2,5	10,5	7,5
Ιράν	2,5	3,0	2,5	1,5	2,5	4,0	4,5	4,0	4,5
Μεξικό	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0	0,0	0,0
Η. Π. Α	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	2,0
Μαυροβούνιο	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Άλλ. Χώρες	6,5	7,5	7,5	7,5	7,0	7,0	8,0	15,0	15,0

Πηγή: International Olive Oil Council (IOOC) Χρόνος

Οι κύριες ελαιοπαραγωγικές χώρες παγκοσμίως βρίσκονται στην Ευρώπη με πρώτη την Ισπανία (Πίνακας 2.8.3).

Πίνακας 2.8.3 Στοιχεία για την επιτραπέζια ελιά στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε 1.000 τόνους)

Χώρα	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ισπανία	431,0	415,8	575,4	448,3	579,4	537,5	420,3	499,7	553,3
Ελλάδα	100,0	85,0	115,0	117,0	92,0	115,0	125,5	108,0	95,0
Ιταλία	75,0	65,0	60,0	66,0	65,0	63,4	61,0	80,0	55,7
Πορτογαλία	12,6	8,7	12,0	11,0	11,3	11,4	8,0	19,2	11,0
Κύπρος	6,5	8,5	9,5	10,0	9,1	10,1	7,5	6,1	4,0
Γαλλία	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	1,2	1,5	1,5

Πηγή: International Olive Oil Council (IOOC) Χρόνος

Στην παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου η Ελλάδα έρχεται τρίτη, με πρώτη την Ισπανία και δεύτερη την Ιταλία (Πίνακας 2.8.4). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η κατανάλωση ελαιολάδου είναι μεγάλη, διότι στις παραγωγικές χώρες είναι βασικό προϊόν της καθημερινής διατροφής. Την πρώτη θέση στην κατά κεφαλή κατανάλωση ελαιολάδου καταλαμβάνει η Ελλάδα, ενώ η Γαλλία, αν και μεσογειακή χώρα, δεν απορροφά για κατανάλωση ούτε παράγει μεγάλες ποσότητες ελαιόλαδου.

Πίνακας 2.8.4 Στοιχεία για την παραγωγή λαδιού στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε 1.000 τόνους)

Χώρα	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ισπανία	669,1	973,7	1.411,4	861,1	1.412,0	989,8	826,9	1.111,4	1.236,1
Ιταλία	735,0	509,0	656,7	634,0	685,0	879,0	636,5	490,0	510,0
Ελλάδα	430,0	360,0	414,0	306,9	364,5	367,5	335,9	419,3	328,3
Πορτογαλία	50,2	24,6	33,7	28,9	31,2	41,2	29,1	47,5	36,3
Κύπρος	3,5	5,5	6,5	7,0	7,0	7,5	7,2	8,3	4,0
Γαλλία	4,1	3,2	3,6	4,7	4,6	4,7	4,4	3,3	4,7
Σλοβενία	Δ.Σ*	Δ.Σ	Δ.Σ	Δ.Σ	0,2	0,0	0,5	0,3	0,4

Δ.Σ*= Δεν υπάρχουν στοιχεία

Πηγή: International Olive Oil *Council (IOOC)*

ii. Παραγωγή στην Ελλάδα

Η Ελλάδα κατέχει την 3^η θέση μεταξύ των ελαιοπαραγωγών χωρών του κόσμου και οι ελαιώνες καλύπτουν το 14,1% των καλλιεργουμένων εκτάσεων, ενώ είναι η δεύτερη χώρα στην παραγωγή βρώσιμης ελιάς. Τα ελαιόδεντρα καλλιεργούνται σε περιοχές όπου δεν μπορούν να αναπτυχθούν άλλες καλλιέργειες, με αποτέλεσμα η εγκατάλειψη της ελαιοκαλλιέργειας να έχει σοβαρές συνέπειες. Η καλλιέργεια της ελιάς περιορίζεται σε περιοχές με λίγους παγετούς το χειμώνα και αρκετό ζεστό και ξηρό καλοκαίρι.

Η επιτραπέζια ελιά είναι ένας σπουδαίος κλάδος της ελληνικής και μεσογειακής γεωργίας. Η καλλιέργειά της απασχολεί στη χώρας μας περίπου 104.000 αγροτικές οικογένειες και αντιπροσωπεύει σημαντικά ποσοστά της

ευρωπαϊκής και της παγκόσμιας αγοράς, περίπου 17,1% και 8,25%, αντίστοιχα. Οι κυριότερες περιοχές παραγωγής είναι η Στερεά Ελλάδα (56%), η Θεσσαλία (12%), η Πελοπόννησος (16%), η Ήπειρος (10%), η Μακεδονία (9%) και λιγότερο η Νησιωτική Ελλάδα και η Θράκη. Σε μερικούς νομούς όπως Χαλκιδικής, Άρτας, Φθιώτιδας και Μαγνησίας η καλλιέργεια επιτραπέζιων ελιών αποτελεί μονοκαλλιέργεια (Θεριός, 2005).

Η Κρήτη και η Πελοπόννησος αντιπροσωπεύουν για το ελαιόλαδο το 66% της συνολικής εγχώριας παραγωγής (33% για την Κρήτη και 33% για την Πελοπόννησο), ενώ στις ίδιες περιοχές καλλιεργείται το 52% των ελαιοδένδρων. Η Μακεδονία, η Θράκη, η Θεσσαλία και η Ήπειρος παράγουν σχετικά μικρές ποσότητες ελαιολάδου (6,91%) της συνολικής παραγωγής.

Οι νομοί με την μεγαλύτερη συμμετοχή είναι το Ηράκλειο, η Λέσβος, η Μεσσηνία, η Λακωνία και των Χανίων. Οι κυριότερες ελαιοποιήσιμες ελληνικές ποικιλίες είναι η Κορωνέϊκη, Λιανολιά Κερκύρας, Κουτσουρέλια, Μαστοειδής. Το ελληνικό ελαιόλαδο πουλιέται κυρίως στην Ιταλία, Γαλλία, Γιουγκοσλαβία, Ρωσία, Η.Π.Α, Καναδά και Αγγλία (Θεριός, 2005).

Οι τιμές του ελαιολάδου στον παραγωγό εξαρτώνται από τη Διεθνή Αγορά ελαιολάδου και ειδικότερα από τις εξαγωγές ελαιολάδου. Έτσι, οι εξαγωγείς ρυθμίζουν την ελληνική αγορά ελαιολάδου. Επίσης, οι τιμές του ελαιολάδου είναι συνάρτηση των καιρικών συνθηκών που επικρατούν κάθε χρονιά σε όλες τις χώρες παραγωγής ελαιολάδου. Επίσης, οι τιμές παραγωγού διαφοροποιούνται ανάλογα με την ποιότητα του ελαιολάδου. Ελαιόλαδο με χαμηλή οξύτητα έχει αρκετά υψηλότερη τιμή σε σχέση με ελαιόλαδο μεγαλύτερης οξύτητας.

Στον Πίνακα 2.8.6 παρουσιάζονται τα στοιχεία που αφορούν τον αριθμό των δένδρων, την παραγωγή λαδιού, την τιμή ανά κιλό, καθώς και την ακαθάριστη αξία της παραγωγής για τις ελαιοποιήσιμες ελιές στην Ελλάδα από το 2000 μέχρι το 2008. Διαπιστώνεται ότι τις χρονιές που η παραγωγή είναι μεγάλη η τιμή του κιλού είναι μικρότερη, γεγονός αναμενόμενο, αλλά δεν παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο όλες τις χρονιές γεγονός που οφείλεται στις συνθήκες που καθορίζουν τις τιμές σύμφωνα με τα προαναφερθέντα. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και για τις επιτραπέζιες ελιές (Πίνακας 2.8.5)

Πίνακας 2.8.5 Στοιχεία για την εξέλιξη της επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα

Έτος	Αριθμός Δένδρων	Παραγωγή (τόνοι)	Τιμή (€/κιλό)	Ακαθ. Αξία Παραγωγής (σε χιλ. € .)
2000	31.914.379	80.000	0,88	70.315
2001	24.715.116	95.000	0,96	91.200
2002	24.775.885	117.000	1,23	143.910
2003	24.645.584	88.460	1,29	114.113
2004	25.402.394	115.000	1,40	161.000
2005	25.445.985	125.000	1,31	163.750
2006	25.619.793	115.000	1,00	115.000
2007	25.705.503	95.000	1,57	149.150

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

Πίνακας 2.8.6 Στοιχεία για την εξέλιξη της ελαιοποιήσιμης ελιάς στην Ελλάδα

Έτος	Αριθμός Δένδρων	Παραγωγή Λαδιού (τόνοι)	Τιμή (€/κιλό)	Ακαθ. Αξία Παραγωγής (σε χιλ. € .)
2000	129.053.238	430.000	1,85	795.642
2001	135.951.606	360.000	1,89	680.402
2002	137.338.029	414.000	2,17	898.380
2003	137.372.304	306.940	2,19	672.199
2004	131.912.536	364.578	2,57	936.965
2005	133.057.581	367.579	2,83	1.040.249
2006	131.980.860	335.929	3,19	1.071.614
2007	130.822.386	419.297	2,65	1.111.137
2008	132.215.466	328.273	2,47	810.834

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

1.3. Αντικειμενικοί στόχοι της έρευνας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών που εντάσσονται στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας σε οπωρώνα ελιάς για την μελέτη της χωρικής και της χρονικής παραλλακτικότητας της παραγωγής ελαιόλαδου καθώς και την παραλλακτικότητα παραγόντων που επηρεάζουν την παραγωγή όπως το έδαφος.

Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν εδαφολογικές αναλύσεις και συσχετισμός με την παραγωγή. Το αποτέλεσμα όλων αυτών ήταν η παραγωγή θεματικών χαρτών που έχουν ως στόχο να εκτιμηθεί η παραλλακτικότητα που τυχόν υπάρχει στη παραγωγή και τα εδαφικά χαρακτηριστικά καθώς και τη συσχέτιση μεταξύ τους.

Αυτό θα έχει σαν τελικό αποτέλεσμα να λάβει ο καλλιεργητής λεπτομερείς πληροφορίες για σημεία μικρότερης κλίμακας από αυτήν του αγροτεμαχίου. Αυτές οι πληροφορίες σε συνδυασμό με τις πρακτικές των προηγούμενων χρόνων επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση του αγροτεμαχίου σε μικρότερη κλίμακα με σκοπό τη μεγιστοποίηση του όφελους για τον παραγωγό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν μόνο λίγες εργασίες για την εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας στην ελιά και οι περισσότερες αναφέρονται κυρίως στην τηλεπισκόπηση.

Οι Karydas *et al.* (2005) προσπάθησαν με την χρήση της τηλεπισκόπησης να αξιολογήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την καλλιέργεια της ελιάς, καθώς και από την χρήση των ελαιοτριβείων στο Κολυμβάρι Χανίων στην Βορειοδυτική Κρήτη. Αξιολόγησαν τις εικόνες από το δορυφόρο QuikBird (διακριτική ικανότητα 1 μέτρο) για την αποτύπωση της χαμηλής βλάστησης, των πεζουλιών στις αναβαθμίδες των ελαιώνων, των δρόμων και των φραχτών. Επίσης προσπάθησαν να αναγνωρίσουν τα ελαιοτριβεία, τις δεξαμενές αποβλήτων καθώς και την πορεία της ροής των αποβλήτων από αυτές.

Η Κρήτη τα τελευταία χρόνια εμφανίζει φαινόμενα ερημοποίησης και η διάβρωση του εδάφους είναι ένας σημαντικός παράγοντας για το φαινόμενο αυτό. Η διάβρωση του εδάφους συντελείται κατά μεγάλο βαθμό λόγω της έλλειψης πεζουλιών και αναβαθμίδων στα εδάφη με μεγάλη κλίση. Εκτός από την κλίση του εδάφους, η έλλειψη χαμηλής βλάστησης (κάλυψης του εδάφους με βλάστηση) συμβάλει στο φαινόμενο αυτό. Ένα άλλο περιβαλλοντικό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζει η Κρήτη, είναι η ρύπανση από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων και κυρίως τα υγρά απόβλητα. Επομένως, η καταγραφή της κατανομής και ποιότητας των δεξαμενών αποβλήτων των ελαιοτριβείων, καθώς και η χαρτογράφηση της ροής των αποβλήτων προς το δίκτυο ρευμάτων, θα βοηθήσει στην επίλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των εγκαταστάσεων αυτών (Karydas *et al.*, 2005).

Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι με αυτήν την μέθοδο αναγνωρίστηκαν οι 11 από τις 15 δεξαμενές αποβλήτων. Οι πορείες ροής των αποβλήτων των ελαιοτριβείων επισημάνθηκαν ακριβώς ενώ η χαμηλή βλάστηση, τα πεζούλια των ελαιώνων, οι δρόμοι και οι φράχτες αναγνωρίστηκαν μερικώς. Για να επιτευχθεί καλύτερη και πλήρως αυτοματοποιημένη ταξινόμηση των στοιχείων αυτών χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία ενός προτύπου ταξινόμησης.

Οι Sepulcre-Cantó *et al.* (2006) χρησιμοποιώντας εικόνες θερμικής ανάλυσης που λάμβαναν με τηλεπισκόπηση, προσπάθησαν να αξιολογήσουν την απεικόνιση της επίδρασης της έλλειψης νερού σε ελαιώνες στην Νότια Ισπανία. Η έρευνα διεξάχθηκε από τον Ιούνιο μέχρι τον Νοέμβριο της καλλιεργητικής περιόδου του 2004 σε έναν ελαιώνα 4 εκταρίων στην περιοχή της Κόρδοβα στην Νότια Ισπανία. Το πειραματικό τεμάχιο ήταν συνολικής έκτασης 2646 m². Εξέτασαν τρεις διαφορετικές μεθόδους στάγδην άρδευσης: α) με καθημερινή παροχή νερού 2,8mm, β) με καθημερινή παροχή νερού 0,7mm και γ) με άρδευση από 14 Ιουνίου μέχρι 2 Ιουλίου και από 6 Σεπτεμβρίου μέχρι 19 Οκτωβρίου με παροχή νερού 1,2 mm/ημέρα. Οι μετρήσεις αφορούσαν τρεις διαφορετικές ώρες κατά την διάρκεια της 25 Ιουλίου (7:30, 9:30, 12:30). Η συσχέτιση μεταξύ του επίγειου αισθητήρα μέτρησης της υγρασίας και των αποτελεσμάτων από την τηλεπισκόπηση ήταν καλύτερη (7:30: R² = 0,50, 9:30: R² = 0,45 και 12:30: R² = 0,57) σε σχέση με την συσχέτιση μεταξύ του αισθητήρα στα φύλλα και των θερμικών εικόνων (R² = 0,62 7:30, R² = 0,35 9:30 και R² = 0,25 12:30). Αυτή η μέθοδος αποτύπωσης του υδατικού δυναμικού της καλλιέργειας με την χρήση

τηλεπισκόπησης, μπορεί να έχει πιθανή εφαρμογή στην ανίχνευση της έλλειψης νερού σε ελαιώνες στα πλαίσια της Γεωργίας Ακρίβειας.

Στην ίδια περιοχή (Κόρδοβα, Νότια Ισπανία) οι Sepulcre-Cantó *et al.* (2007) μελέτησαν και πάλι την επίδραση της έλλειψης νερού σε ελαιώνες, σε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά, μέσω εικόνων από τηλεπισκόπηση. Οι μετρήσεις αφορούσαν δύο διαφορετικές ημερομηνίες, 25 Ιουλίου του 2004 και 16 Ιουλίου του 2005. Η συσχέτιση μεταξύ του αισθητήρα στα φύλλα και των θερμικών εικόνων ήταν $R^2 = 0,62$ (12:30). Η συσχέτιση για την εξακρίβωση του νερού που περιείχε ο καρπός της ελιάς, μεταξύ των εργαστηριακών αναλύσεων και των αναλύσεων των θερμικών εικόνων ήταν αρκετά υψηλός $R^2 = 0,95$. Αυτό το γεγονός αποδεικνύει ότι η τηλεπισκόπηση μπορεί να εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό μερικών ποιοτικών χαρακτηριστικών της ελιάς.

Οι Berni *et al.* (2009) αξιολόγησαν μια μέθοδο ανάλυσης των θερμικών χαρτών που λαμβάνονται με τηλεπισκόπηση. Διαπιστώθηκε ότι με την μεθοδολογία που ακολούθησαν ήταν δυνατή η χωρική ανάλυση της παραλλακτικότητας που εμφανίστηκε από την έλλειψη νερού σε ελαιώνες. Επομένως η παραπάνω μεθοδολογία μπορεί να είναι χρήσιμη στα πλαίσια της Γεωργίας Ακρίβειας για την διαχείριση της άρδευσης στους ελαιώνες.

Οι García Torres *et al.* (2008) εξέτασαν την πιστότητα της αυτόματης αξιολόγησης από τις εικόνες που λαμβάνονται με τηλεπισκόπηση, με την χρήση του προγράμματος Clustering Assessment[®] (CLUAS), για ορισμένους αγρο-περιβαλλοντικούς δείκτες στην ελιά. Εξεταστήκαν η αποτύπωση της συνολικής έκτασης, οι διαστάσεις των ελαιόδεντρων, η εκτίμηση της πιθανής παραγωγής καθώς και δείκτες βλάστησης.

Ειδικότερα, εκτιμήθηκε ένας ελαιώνας 2 εκταρίων στην Κόρδοβα της Νότιας Ισπανίας για τα έτη 2004 και 2005. Το πρόγραμμα μπόρεσε να αξιολογήσει με επιτυχία 99% το μέσο μέγεθος των ελαιόδεντρων. Επιπλέον η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τους επιτόπιους ελέγχους και την τηλεπισκόπηση, για την έκταση του ελαιώνα και την πιθανή παραγωγή, φανέρωσαν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης (r). Συγκεκριμένα, για την καλλιεργητική περίοδο του 2004 κυμάνθηκαν από 0,62 μέχρι 0,82 και για το 2005 από 0,52 μέχρι 0,74. Τέλος η τιμή του συντελεστή συσχέτισης των δεικτών βλάστησης NDVI και RVI για την καλλιεργητική περίοδο 2004 ήταν ίδια (0,50) ενώ για το 2005 οι τιμές ήταν 0,30 και 0,40 αντίστοιχα.

Οι Lórez-Granados *et al.* (2004) εξετάζοντας την παραλλακτικότητα των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα για δύο συνεχόμενα έτη, δημιούργησαν χάρτες εφαρμογής θρεπτικών στοιχείων στην ελιά. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε έναν ελαιώνα 50 ετών, συνολικής έκτασης 30 εκταρίων στην περιοχή Martos της Νότιας Ισπανίας τις καλλιεργητικές περιόδους 1999-2000.

Σε όλη την έκταση δημιουργήθηκε ένα πλέγμα από κελιά διαστάσεων 75m x 75m. Κάθε κελί περιείχε 4 γειτονικές ελιές. Οι δειγματοληψίες των φύλλων πραγματοποιήθηκαν στα μέσα του Ιουλίου κάθε καλλιεργητικής περιόδου. Κάθε δείγμα περιελάμβανε 25 υγιή φύλλα τα οποία συγκομίζονταν από ύψος 1,5m από το έδαφος και από τις τέσσερις μεριές της κόμης των δένδρων.

Διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση, και για τα δύο έτη, μεταξύ των στοιχείων του N και του P ($r = 0.8$ και $r = 0.9$, $P \leq 0.01$ για το 1999 και 2000 αντίστοιχα) μεταξύ του N και του B ($r = 0.48$, $P \leq 0.01$) και μεταξύ του P και του B ($r = 0.38$ και $r = 0.51$, $P \leq 0.01$ για το 1999 και 2000 αντίστοιχα). Επιπλέον μεταξύ των

στοιχείων του Κ και του Β παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση το έτος 1999 ($r = 0.54, P \leq 0.01$) ενώ την καλλιεργητική περίοδο του 2000 η συσχέτιση δεν ήταν τόσο ευκρινής. Τέλος για τον σίδηρο δεν παρατηρήθηκε καμία συσχέτιση με κανένα άλλο στοιχείο παρά μόνο με το Κ το έτος 2000 και αυτή ήταν αρνητική ($r = -0.23, P \leq 0.05$).

Από την ανάλυση των χαρτών των θρεπτικών στοιχείων διαπιστώθηκε ότι η χωρική κατανομή του Κ και του Β μέσα στον ελαιώνα ήταν ανομοιόμορφη, αλλά ακολουθούσε το ίδιο μοντέλο και για τα δύο έτη. Ενώ για το Ν και τον Ρ η χωρική κατανομή δεν ήταν ίδια τα δύο έτη. Χρησιμοποιώντας τους θεματικούς χάρτες των θρεπτικών στοιχείων και το κατώτερο οικονομικό όριο κάθε στοιχείου για την ελιά, διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή του Ν ήταν απαραίτητη μόνο στο 3% και 18% της έκτασης για το 1999 και το 2000 αντίστοιχα. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και για το Β για το οποίο η εφαρμογή ήταν απαραίτητη μόνο στο 36,6% και 0,2% της έκτασης για το 1999 και το 2000 αντίστοιχα. Τέλος βάσει των στοιχείων των πινάκων, έπρεπε να πραγματοποιηθεί λίπανση με Ρ σε όλη την επιφάνεια το 1999, ενώ το 2000 μόνο στο 28% της έκτασης. Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώνεται ότι με την Εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας μπορεί να μειωθεί σημαντικά το κόστος της καλλιέργειας και παράλληλα να μειωθούν οι εισροές στο περιβάλλον.

Τέλος οι Gargouri *et al.* (2006), μελέτησαν την παραλλακτικότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους σε ελαιώνα της Τυνησίας την καλλιεργητική περίοδο του 2005. Παράλληλα εξέτασαν την θρεπτική κατάσταση των δένδρων από δείγματα φύλλων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε έναν ελαιώνα 80 ετών της ποικιλίας Chemlali, συνολικής έκτασης 174 εκταρίων. Σε

όλη την έκταση δημιουργήθηκε ένα πλέγμα από κελιά διατάσεων 200m x 200m. Συνολικά προσδιορίστηκαν 27 σημεία δειγματοληψίας. Τα εδαφολογικά δείγματα συλλέχθηκαν από βάθος 1m στα μέσα του Ιουλίου. Εκτιμήθηκε η τιμή του pH, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, γύψο, ασβέστιο, N, P, K και η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Παράλληλα συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν φύλλα, από τέσσερα δέντρα για κάθε δείγμα.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία δημιουργήθηκαν χάρτες της χωρικής παραλλακτικότητας. Διαπιστώθηκε μεγάλη ανομοιομορφία των εδαφολογικών παραμέτρων που εξετάστηκαν μέσα στον ελαιώνα. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ των εδαφολογικών αναλύσεων και της θρεπτικής κατάστασης των δένδρων. Επομένως με την ανάγνωση των χαρτών και βάσει των οικονομικών ορίων για κάθε θρεπτικό στοιχείο, μπορεί να επιτευχθεί ορθολογική λίπανση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Πειραματικός αγρός

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε έναν ελαιώνα 78 στρεμμάτων τις καλλιεργητικές περιόδους 2007, 2008 και 2009. Ο ελαιώνας βρίσκεται στην περιοχή Γαργαλιάνων Μεσσηνίας της Δυτικής Πελοποννήσου ($37^{\circ}1'35.16''\text{B}$, $21^{\circ}37'55.93''\text{A}$, 150m υψόμετρο). Δημιουργήθηκε το 1966 και αποτελείται από 1.420 δένδρα ποικιλίας Κορωνέικης με απόσταση φύτευσης 7,5m x 7,5m. Ο ελαιώνας εμφανίζει μια μέτρια κλίση 4% από την δυτική πλευρά. Τα τελευταία 10 χρόνια η άρδυσή του πραγματοποιείται με στάγδην άρδευση και αρχίζει από την πρώτη εβδομάδα του Ιουνίου μέχρι τα μέσα του Οκτωβρίου. Κατά την διάρκεια του πειράματος και τις δύο καλλιεργητικές περιόδους 2007 και 2008, η ποσότητα νερού που εισήχθη ήταν για τον Ιούνιο δύο τόνοι ανά δένδρο, τον Ιούλιο ένας τόνος ανά δένδρο δύο φορές, ενώ τον Αύγουστο ένας τόνος ανά δένδρο 4 φορές. Επιπλέον η ποσότητα της βροχόπτωσης για το 2007 ήταν 523mm και το 2008 973mm.

Το χωράφι χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στα 2/3 του αγροκτήματος εφαρμόζονταν χημική καταπολέμηση σε συνδυασμό με χορτοκοπή, ενώ στο υπόλοιπο τμήμα γίνεται καταστροφή των ζιζανίων με κατεργασία του εδάφους με φρέζα.

3.2 Ποικιλία ελιάς

Η ποικιλία του ελαιώνα στην οποία πραγματοποιήθηκε η εργασία ήταν η Κορωνέικη (*Olea europae* ή *microcarpa alba*). Η ποικιλία είναι επίσης γνωστή και ως Ψιλολιά, Κρητικιά, Λιανολιά, Κοτάκι. Είναι πολύ διαδεδομένη στην Πελοπόννησο, Κρήτη, Ζάκυνθο, Κεφαλονιά. Το δένδρο αποκτά ύψος ως 15m

και διάμετρο κόμης 8-10m. Τα φύλλα είναι λογχοειδή και μικρά. Το μήκος του μίσχου είναι 0,2-0,6cm. Το μήκος του ελάσματος είναι 4,5-5,2cm και η σχέση μεταξύ των δύο αξόνων του φύλλου είναι 4,2-5,5/1. Ο καρπός είναι μικρός, μέσου βάρους 0,5g, με σχήμα μαστοειδές με την μια πλευρά κυρτωμένη και καταλήγει σε ελαφρά θηλή. Ο ποδίσκος είναι ισχυρός και η ομφαλική κοιλότητα πολύ μικρή.

Ανθίζει κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Απριλίου και έχει άφθονη και σταθερή ανθοφορία. Συνήθως δεν παρουσιάζει ανθόρροια και καρποδένει καλά. Σε κάθε ταξιανθία δένουν 3-5 καρποί (Τομέας Δημοσιότητας Κλάδου Γ., Ε. και Δ., 2005).

Ο καρπός είναι μέσης εποχής ωρίμανσης και γίνεται μελανός στην ωρίμανση. Ωριμάζει Νοέμβριο - Δεκέμβριο και παρατείνεται η ωρίμανση μέχρι και τον Ιανουάριο. Διατηρείται καλά πάνω στο δέντρο και μετά την ωρίμανση. Ο πυρήνας είναι μικρός επιμήκης, κυλινδροκωνικός, καταλήγει σε οξεία αιχμή και έχει 7-8 επιφανειακές γλυφές (Θεριός, 2005).

Η σχέση μεταξύ σάρκας/πυρήνα κυμαίνεται από 1,63 έως 4,06/1 σε διάφορες παραλλαγές της Κορωνέικης. Η μέση απόδοση ανά δένδρο ανέρχεται σε 50-60kg. Γενικά, αντέχει στην ξηρασία και στους δυνατούς ανέμους, όμως οι ψυχροί δυνατοί βοριάδες μπορεί να προξενήσουν ζημιές. Είναι ευπαθής στο δάκο της ελιάς (είναι πολύ πιο ευπαθής από την Καλαμών και την Πατρινή). Επίσης είναι ευπαθής στην βαμβακάδα και το ρυγχίτη. Η απόδοση της ποικιλίας αυτής σε λάδι μπορεί να ανέλθει και σε 27% (Θεριός, 2005).

Είναι παραγωγικό δέντρο. Καρποφορεί σταθερά με υπερπαραγωγή κάθε δεύτερη χρονιά. Με λίγη περιποίηση και σχετικό κλάδεμα μπορεί να

καρποφορεί καλά κάθε χρονιά. Θεωρείται η καλύτερη ποικιλία για παραγωγή λαδιού (Τομέας Δημοσιότητας Κλάδου Γ., Ε. και Δ., 2005).

3.3 Χαρτογράφηση παραγωγής

Οι ελιές συγκομίζονταν με τα χέρια, με τη μέθοδο του ραβδισμού. Οι ελιές έπεφταν πάνω σε ένα πλαστικό κάλυμμα το οποίο κάλυπτε το έδαφος κάτω από τα δέντρα. Οι ελιές που συγκομίζονταν συγκεντρώνονταν σε σάκους. Σε κάθε ελαιόσακο συγκεντρώνονταν η παραγωγή από τα γειτονικά δένδρα και το μέσο βάρος κάθε σακιού ήταν περίπου 58 κιλά. Η περίοδος συγκομιδής κράτησε 40 μέρες από τα μέσα Νοεμβρίου μέχρι και το τέλος Δεκεμβρίου. Θεωρήθηκε ότι ο κάθε σάκος απεικονίζει την παραγωγή των γειτονικών δένδρων. Το κάθε σημείο με σάκο προσδιορίστηκε με καταγραφή των θέσεων και του βάρους των ελαιόσακων με ένα σύστημα GPS MIO 350 από τον ίδιο τον παραγωγό. Η χαρτογράφηση της παραγωγής πραγματοποιήθηκε με την υπόθεση ότι κάθε σάκος εκφράζει την παραγωγή ενός κελιού αντίστοιχων διαστάσεων με τις αποστάσεις μεταξύ των σάκων.

Πριν τη συγκομιδή του 2007 δημιουργήθηκε ένα κανονικό πλέγμα 91 κελιών (30 x 30m) από όπου ελήφθησαν δείγματα εδάφους (ένα δείγμα ανά στρέμμα) και αναλύθηκε το pH, η οργανική ουσία και τα στοιχεία P, K και B. Το 2008 όμως ένα τμήμα του χωραφιού απαλλοτριώθηκε από το Δημόσιο προκειμένου να κατασκευασθεί δρόμος και ελήφθησαν δείγματα εδάφους από 78 κελιά. Το pH κάθε δείγματος εκτιμήθηκε υστέρτα από διάλυση του χώματος σε νερό με αναλογία 1:2 (χώμα:νερό). Ο φώσφορος (P) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Olsen (Olsen and Sommers, 1982). Το κάλιο (K) προσδιορίστηκε με την χρήση φλογοφωτομέτρου μετά την απομόνωσή του με άλας του οξικού

αμμωνίου ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) με pH 7.0 (Thomas, 1982). Η συγκέντρωση του B μετρήθηκε σε σπεκτοφωτόμετρο υπεριώδους φωτός (UV) μετά την απομόνωση σε ζεστό νερό. Η οργανική ουσία προσδιορίστηκε με την μέθοδο Walkley-Black (Nelson and Sommers, 1982).

Η ανάλυση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια: α) με την ανάλυση των περιγραφικών στατιστικών στοιχείων (μέγιστο, ελάχιστο, μέση τιμή, και συντελεστής παραλλακτικότητας) και β) με το μεταβολόγραμμα (variogram) το οποίο υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο Matheron's με το πρόγραμμα Vesper[®] (v. 1.6, Australian Center of Precision Agriculture, Sidney) για να καθοριστεί η χωρική δομή των στοιχείων (Goovaerts 1997, Wackernagel, 2003).

Η δημιουργία των θεματικών χαρτών πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο παρεμβολής Kriging με το λογισμικό Surfer[®] (version 8, Golden Software, Colorado, USA). Δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες για την παραγωγή όπως επίσης και για τα εδαφικά χαρακτηριστικά K, P, pH, B και για την οργανική ουσία. Το Surfer είναι ένα πρόγραμμα χαρτογράφησης τρισδιάστατης επιφάνειας το οποίο μετατρέπει τα διασκορπισμένα X, Y, Z δεδομένα σε γνωστοποιημένης ποιότητας χάρτες. Το λογισμικό surfer γρήγορα, απλά και με ακρίβεια μετατρέπει τα δεδομένα σου σε εξαιρετα περιγράμματα, επιφάνειες, πλαίσια, πλέγματα, εικόνες, γραμμοσκιασμένα ανάγλυφα, διανυσματικούς χάρτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Πίνακας 4.1. Μέσοι όροι, ελάχιστα, μέγιστα και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) της παραγωγής στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για τα έτη 2007, 2008 και 2009

	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ	CV
Yield 2007 (t/ha)	10	1	20	42
Yield 2008 (t/ha)	7	0,5	21	60
Yield 2009 (t/ha)	9	1	18	42

Το μέγεθος της χωρικής παραλλακτικότητας μπορεί να εκφραστεί με το συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) που είναι το πηλίκο της τυπικής απόκλισης προς το μέσο όρο. Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι, τα ελάχιστα, τα μέγιστα και οι συντελεστές παραλλακτικότητας για την παραγωγή για τα τρία έτη του πειράματος, για την Κορωνέικη ποικιλία στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας. Η παραλλακτικότητα της παραγωγής κυμαίνεται κοντά στο 50 % (CV~50%) που δείχνει τη μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα της παραγωγής στον αγρό.

Η μέση παραγωγή της ποικιλίας ήταν περίπου η ίδια για τα δυο έτη πειραματισμού, για το 2007 (10 t/ha) και για το 2009 (9 t/ha). Διαφορά παρατηρήθηκε στη μέση παραγωγή του 2008 η οποία κυμάνθηκε στους 7 t/ha.

Ασφαλώς απαιτούνται περισσότερα από τρία έτη στοιχείων για να μπορέσουμε να πούμε ότι η παραγωγή παρουσιάζει διαφορές από έτος σε έτος. Έχει παρατηρηθεί (Βασιλακάκης, 2004) ότι λόγω εδαφοκλιματικών συνθηκών οι αποδόσεις της ελιάς είναι μεγαλύτερες σε βαθιά αμμοπηλώδη

εδάφη και σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και ζεστό και ξηρό καλοκαίρι. Όταν τα εδάφη είναι άγονα και βραχώδη οι αποδόσεις είναι πολύ μικρές.

Πίνακας 4.2. Μέσοι όροι και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) των εδαφολογικών στοιχείων του εδάφους στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για το έτος 2007

	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	CV
B	3	118
K	364	28
P	47	35
pH	7,1	9
Οργ.ουσία	1,1	30

Πίνακας 4.3. Μέσοι όροι και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) των εδαφολογικών στοιχείων του εδάφους στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για το έτος 2008

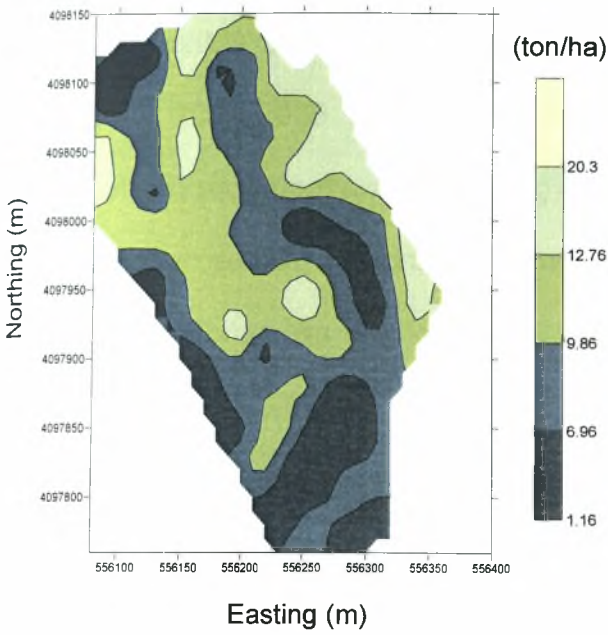
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	CV
B	2	85
K	286	27
P	77	38
pH	6,9	10
Οργ.ουσία	1,9	22

Πίνακας 4.4. Μέσοι όροι και συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) των εδαφολογικών στοιχείων του εδάφους στον πειραματικό αγρό των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για το έτος 2009

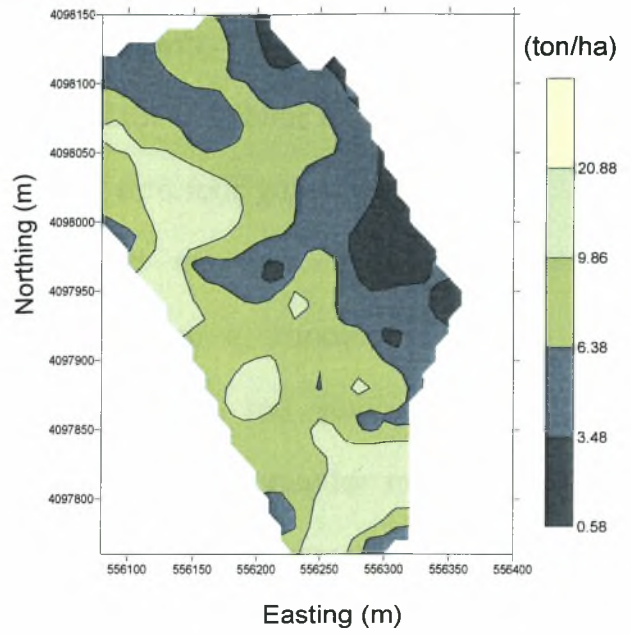
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	CV
B	1,8	42
K	217	23
P	43	45
pH	7	5
Οργ.ουσία	1,6	21

Το μέγεθος της παραλλακτικότητας μπορεί να εκφραστεί με το συντελεστή μεταβλητότητας (CV) που είναι το πηλίκο της τυπικής απόκλισης προς το μέσο όρο. Στους Πίνακες 4.2, 4.3 και 4.4 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι συντελεστές παραλλακτικότητας (CV) για τα εδαφολογικά στοιχεία του εδάφους του πειραματικού αγρού των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας για τα τρία έτη του πειράματος. Οι συντελεστές παραλλακτικότητας των στοιχείων του εδάφους κυμαίνονται από 5-118% ανάλογα με το στοιχείο. Από τα στοιχεία του εδάφους τη μικρότερη παραλλακτικότητα έδειξε το pH (CV=8%) και τη μεγαλύτερη το στοιχείο B (CV=81%). Το στοιχείο K (CV=26%), το P (CV=39%) και η Οργ.Ουσία (CV=24%).

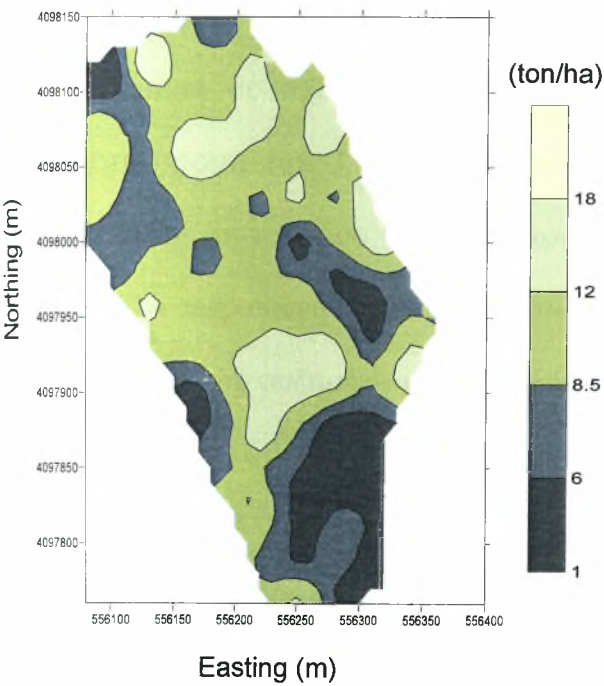
Yield 2007



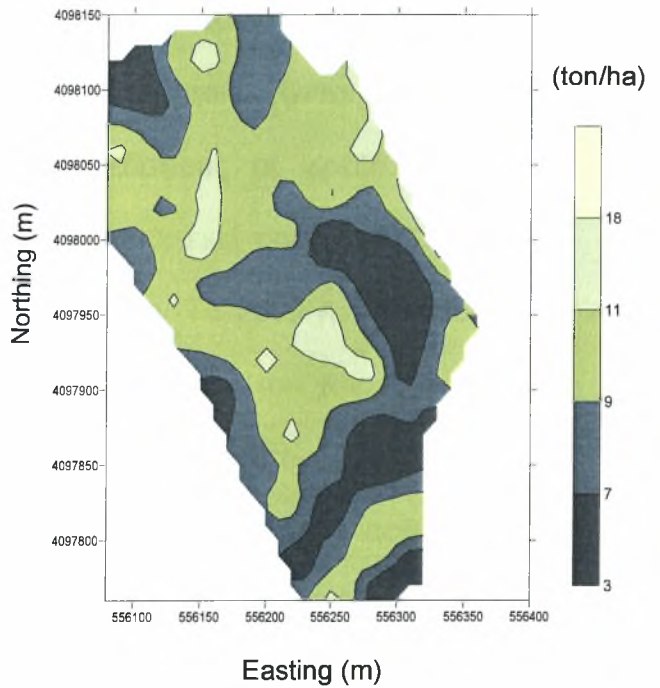
Yield 2008



Yield 2009



Yield Trend Map



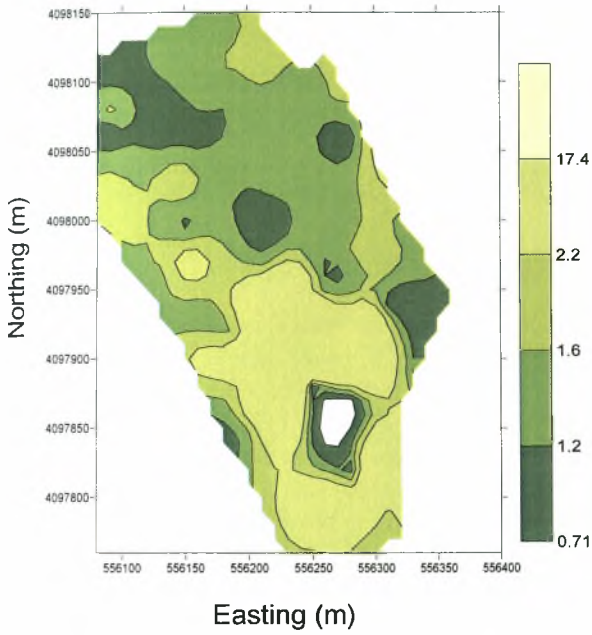
Εικόνα 4.1. Χάρτες παραγωγής της Κορωνέικης ποικιλίας α) για το 2007, β) για το 2008, γ) για το 2009 και δ) χάρτης τάσης για τα τρία έτη 2007, 2008 και 2009

Στην εικόνα 4.1 παρουσιάζονται οι χάρτες παραγωγής για τα έτη 2007, 2008, 2009 όπως και ο χάρτης τάσης της παραγωγής και για τα τρία έτη 2007, 2008, 2009. Στους χάρτες παραγωγής φαίνεται ότι έχουμε μια σταδιακή αύξηση της παραγωγής από έτος σε έτος. Επίσης από τους χάρτες φαίνεται η μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα για τα τρία έτη του πειράματος. Παρατηρούμε ότι στο κεντρικό τμήμα του χωραφιού η παραγωγή είναι υψηλότερη ενώ σε κάποια τμήματα της περιφέρειας του χωραφιού η παραγωγή είναι χαμηλότερη. Επίσης παρατηρούμε ότι το χωράφι παράγει πάνω από 8,6 t/ha που είναι και ο γενικός μέσος όρος της παραγωγής και τα μέρη του χωραφιού που παράγουν κάτω από το μέσο όρο είναι λίγα. Στα 2/3 του χωραφιού που πραγματοποιείται χημική ζιζανιοκτονία σε συνδυασμό με χορτοκοπή, βλέπουμε ότι η παραγωγή τις χρονιές 2007 και 2009 είναι καλύτερη σε σχέση με το υπόλοιπο τμήμα στο οποίο γίνεται μηχανική καταστροφή των ζιζανίων με κατεργασία του εδάφους με φρέζα. Όπως φαίνεται από τα δύο έτη παραγωγής 2007 και 2008, εκεί που το 2007 είχε υψηλή παραγωγή το 2008 η παραγωγή ήταν μικρή. Το 2009 η παραγωγή είναι σαφώς αυξημένη με μόνο λίγα μέρη της περιφέρειας του χωραφιού να παράγουν κάτω από 8,6 t/ha. Αυτό δικαιολογείται από την παρεννιαυτοφορία στην ελιά. Άλλοι παράγοντες, όπως περιοχές με υψηλή υγρασία, ασθένειες των φύλλων, ζημιά από Βερτισιλίο και από άλλες ασθένειες των ριζών δεν υπάρχουν, και δεν υπήρξε κάποια αλλαγή στο κλάδεμα ή τη λίπανση και την άρδευση προτού να αρχίσει το πείραμα στον οπωρώνα. Για να είμαστε σε θέση να σκιαγραφήσουμε τις ζώνες διαχείρισης βασιζόμενοι στη χαρτογράφηση παραγωγής, θα χρειαστούμε περισσότερα από 3 έτη στοιχείων λόγω της παρεννιαυτοφορίας. Με βάση αυτό και τη βιβλιογραφία

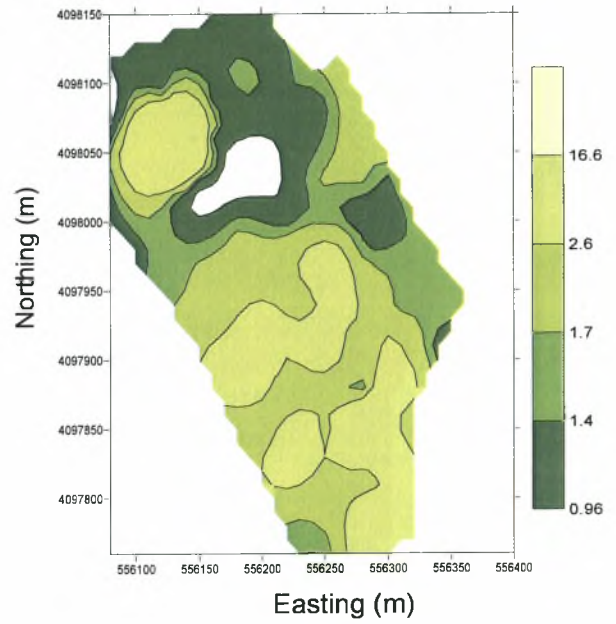
στην περιοδική παραλλαγή στις αρόσιμες και δεντροφυτεμένες συγκομιδές είναι πιθανό να χρειαστούν τουλάχιστον 4 έτη στοιχείων (Φουντάς Σ., Γέμτος Θ., Νάνος Δ., 2010).

Ο χάρτης τάσης παραγωγής δημιουργήθηκε από τους χάρτες παραγωγής για τα τρία έτη 2007,2008 και 2009. Ο χάρτης τάσης προέκυψε υπολογίζοντας σε κάθε σημείο την μέση παραγωγή για όλα τα έτη και δείχνει την τάση που διαμορφώνεται στην παραγωγή σε κάθε σημείο του αγρού. Παρατηρούμε ότι η παραγωγή κυμάνθηκε από 5-20 t/ha και ότι η μέση παραγωγή για όλα τα έτη ήταν 9 t/ha.

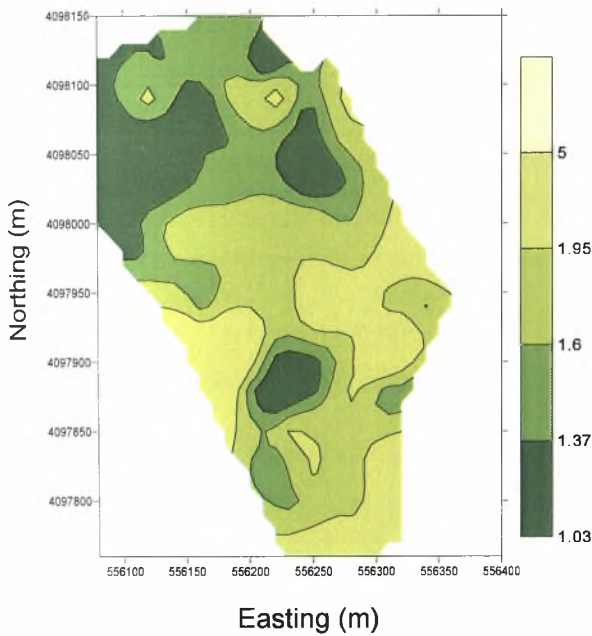
B 2007



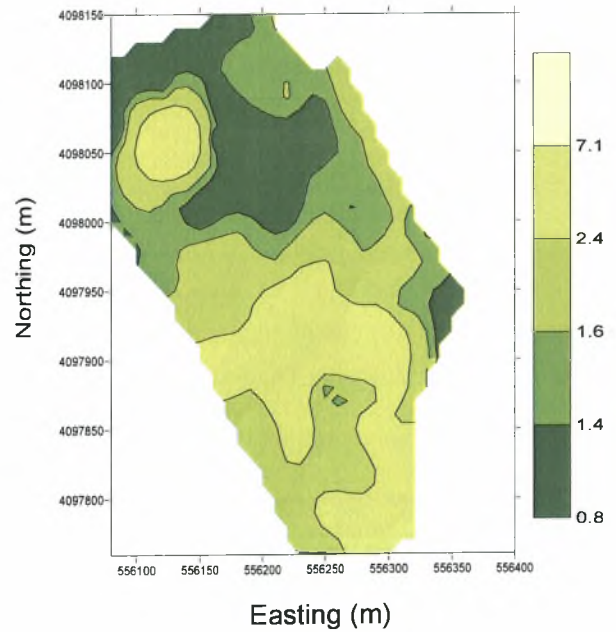
B 2008



B 2009

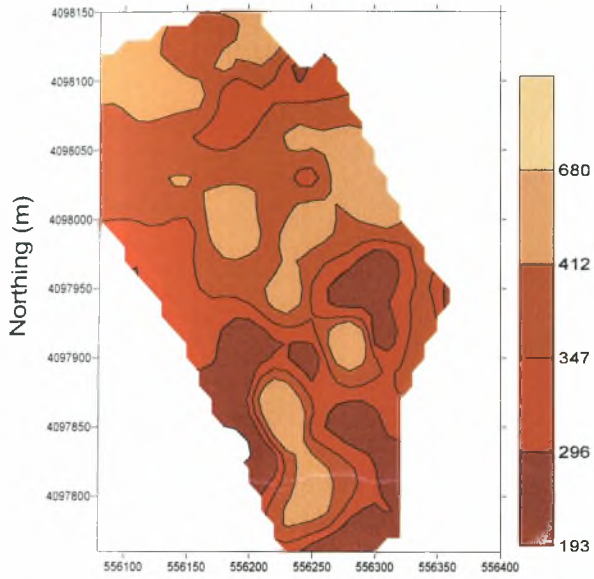


B Trend Map



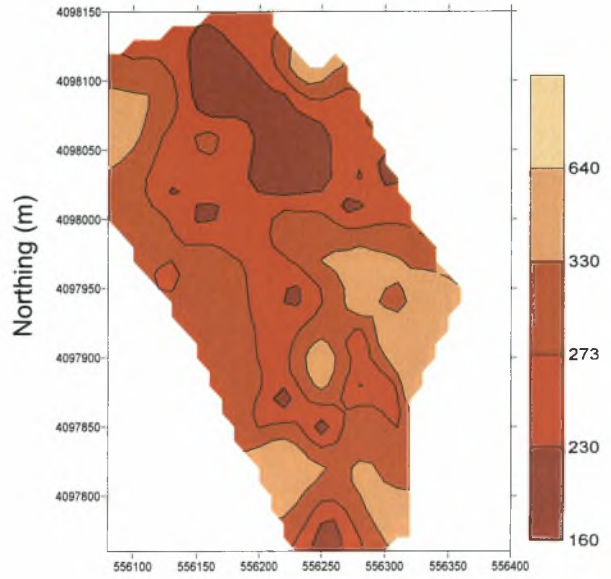
Εικόνα 4.2. Χάρτες ποσοστών βορίου (B) για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του βορίου (B) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

K 2007



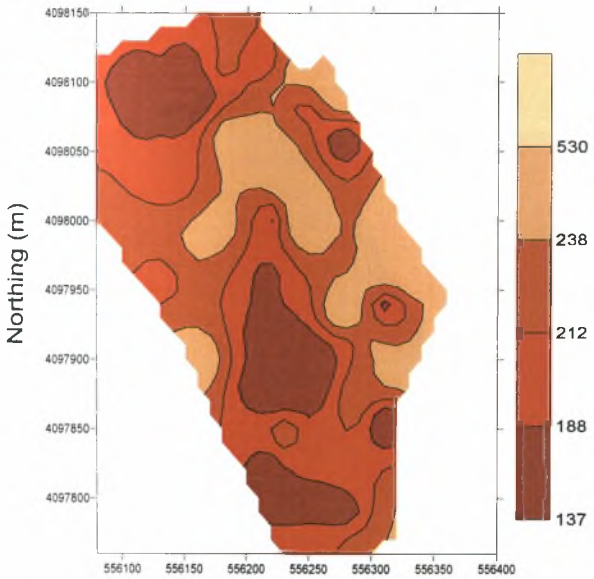
Easting (m)

K 2008



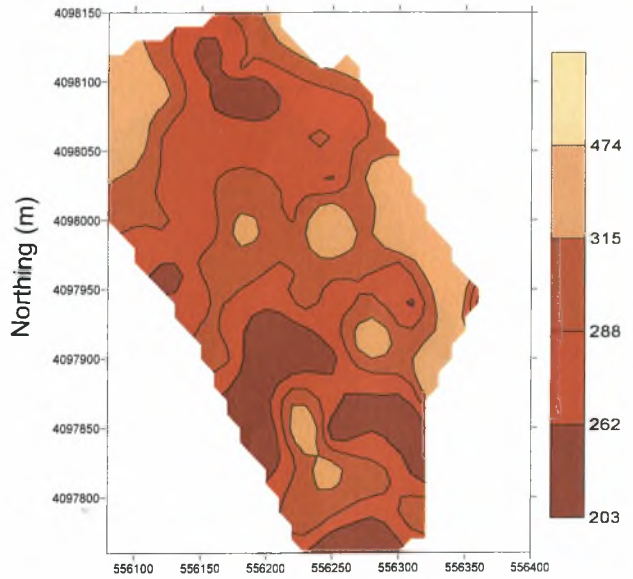
Easting (m)

K 2009



Easting (m)

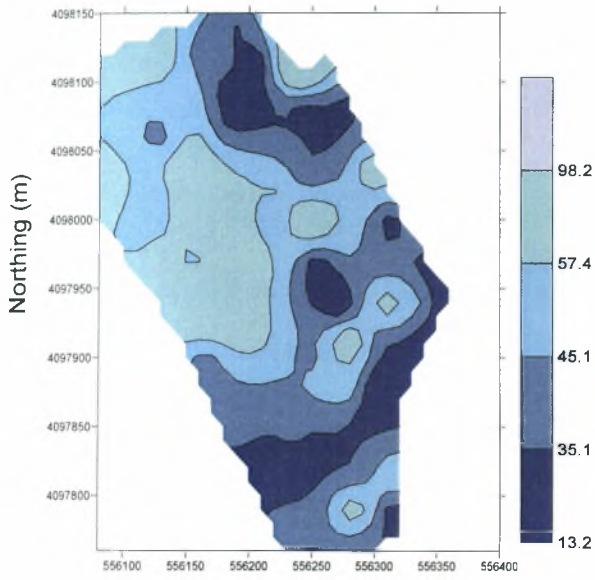
K Trend Map



Easting (m)

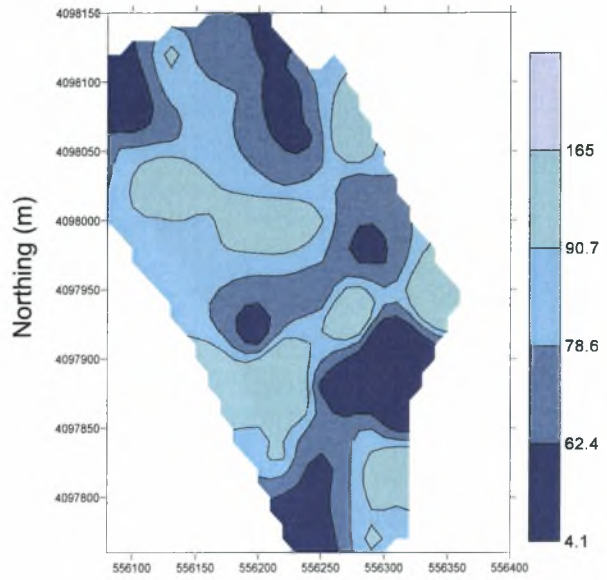
Εικόνα 4.3. Χάρτες ποσοστών καλίου (K) για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του καλίου (K) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

P 2007



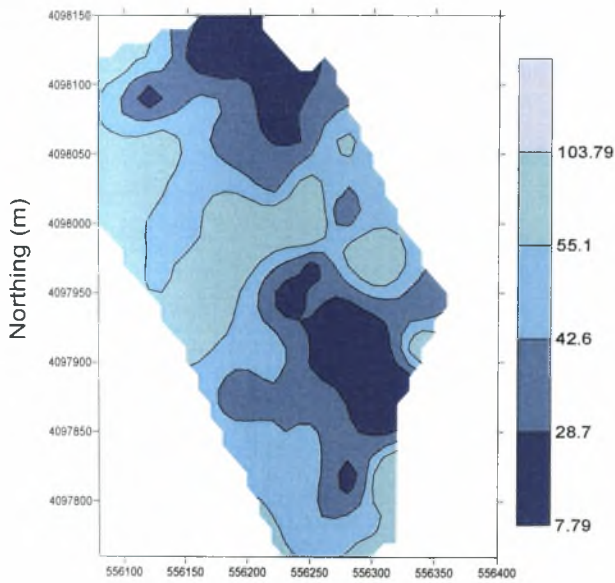
Easting (m)

P 2008



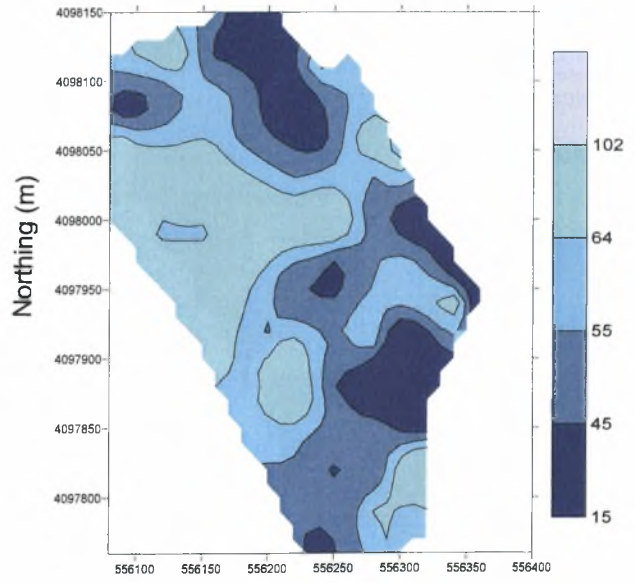
Easting (m)

P 2009



Easting (m)

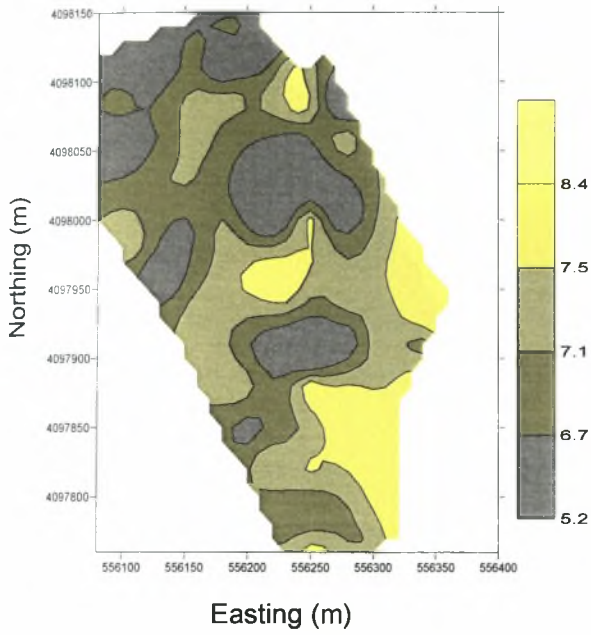
P Trend Map



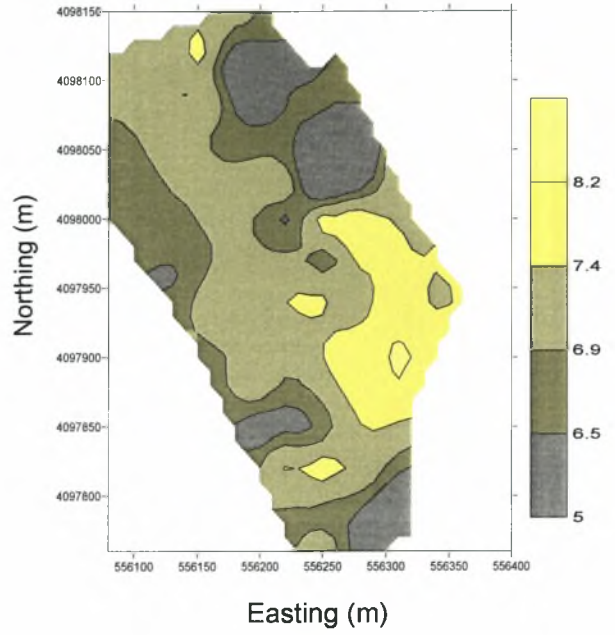
Easting (m)

Εικόνα 4.4. Χάρτες ποσοστών φωσφόρου (P) για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του φωσφόρου (P) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

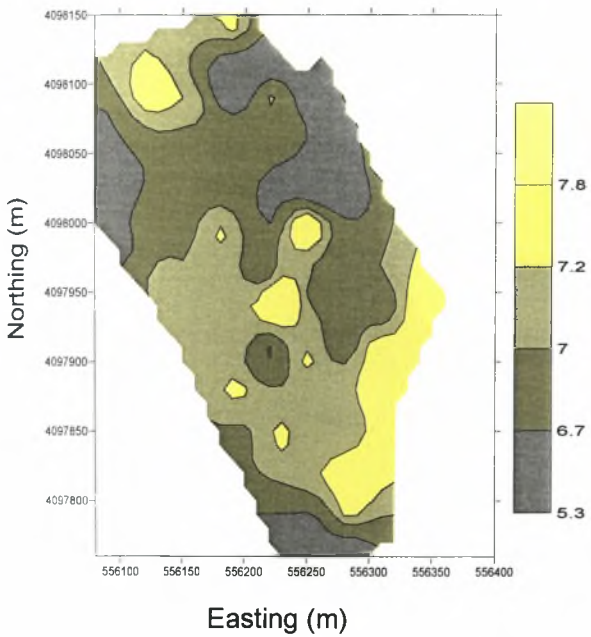
pH 2007



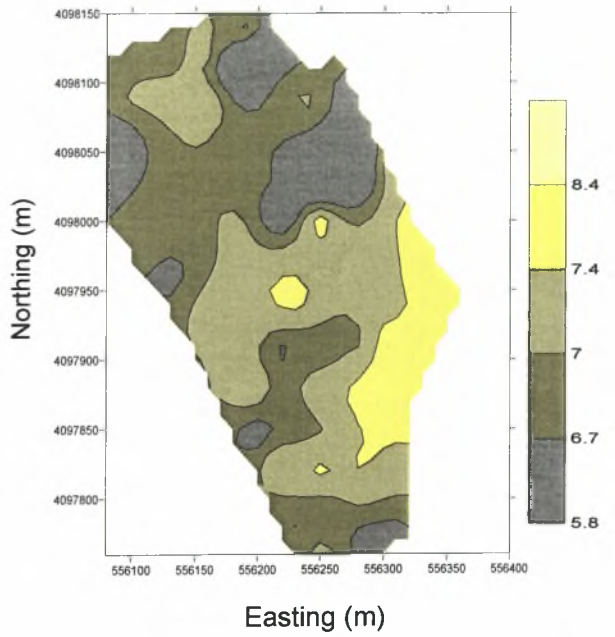
pH 2008



pH 2009

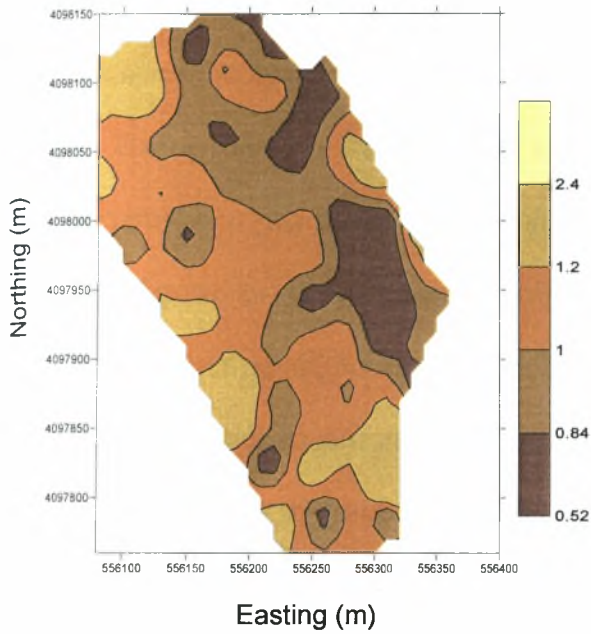


pH Trend Map

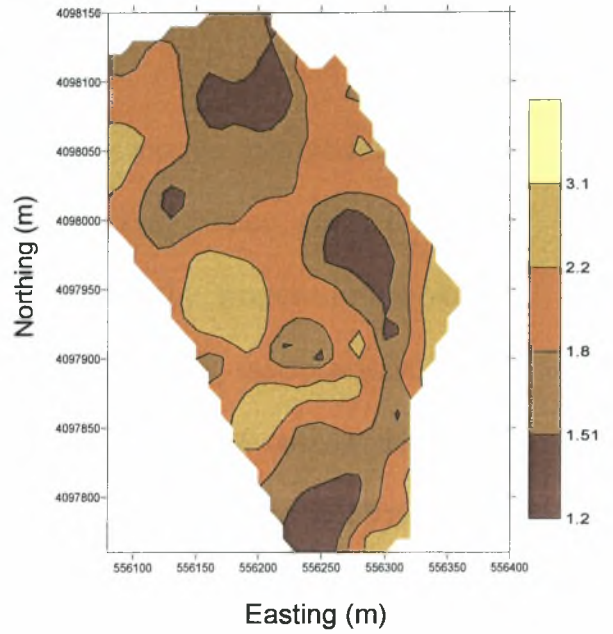


Εικόνα 4.5. Χάρτες ποσοστών του pH για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης του pH για τα έτη 2007, 2008 και 2009

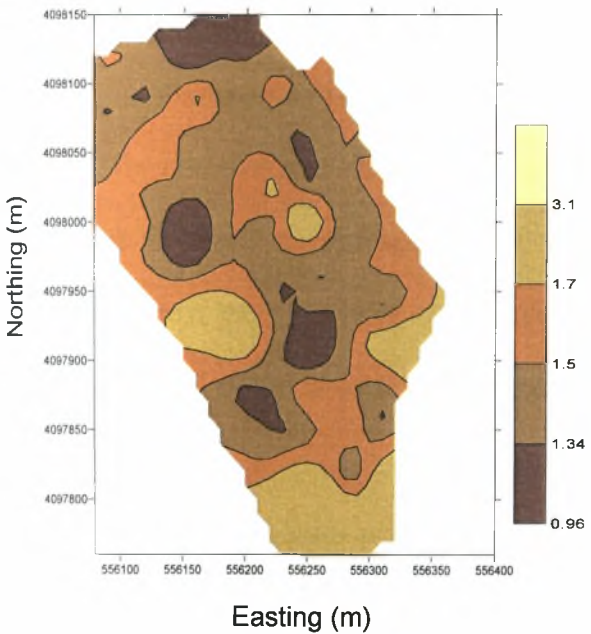
Org.Ousia 2007



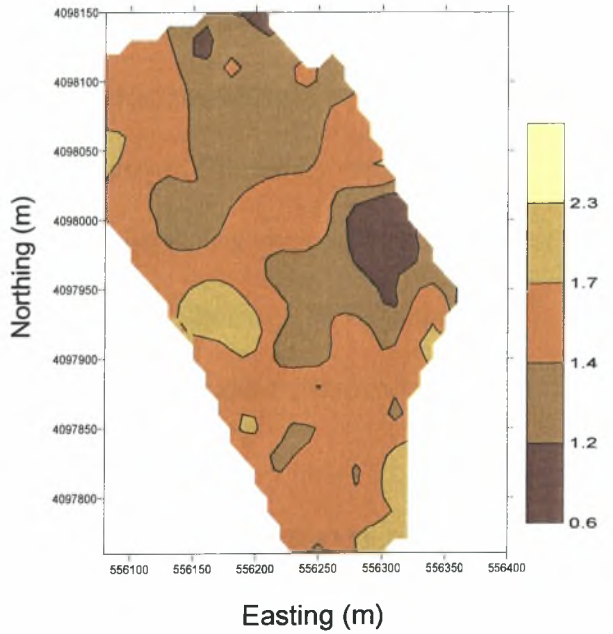
Org.Ousia 2008



Org.Ousia 2009



Org.Ousia Trend Map



Εικόνα 4.6. Χάρτες ποσοστών της Οργανικής Ουσίας για τα έτη α) 2007, β) 2008, γ) 2009 και δ) χάρτης τάσης της Οργ. Ουσίας για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Στις εικόνες 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 και 4.6 παρουσιάζονται οι χάρτες ποσοστών των εδαφολογικών στοιχείων του εδάφους για τα έτη 2007, 2008, 2009 καθώς και οι αντίστοιχοι χάρτες τάσης των στοιχείων αυτών.

Όπως όλα τα δέντρα έτσι και τα ελαιόδεντρα για να μπορέσουν να αναπτύξουν μια ικανοποιητική βλάστηση, να τη μεγαλώσουν και να την ωριμάσουν σε ικανοποιητικό βαθμό, να περιορίσουν την παρεννιαυτοφορία όσο αυτή επηρεάζεται από πλευράς τροφοδοσίας, και να μας δώσουν μεγάλη παραγωγή και καρπό με άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά, έχουν ανάγκη από:

- 1) Μια ολοκληρωμένη προσφορά όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων,
- 2) Η προσφορά των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων πρέπει να είναι ισοζυγισμένη για αποφυγή ανταγωνισμού στη πρόσληψή τους,
- 3) Τα στοιχεία μέσα στο έδαφος πρέπει να είναι σε διαθέσιμη μορφή και
- 4) Η διαθεσιμότητα των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων να είναι διαρκής ιδιαίτερα στη διάρκεια της έντονης δραστηριότητας του φυτού.

Τα ιχνοστοιχεία όπως το βόριο (B) είναι απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία αλλά τα φυτά τα χρειάζονται σε πολύ μικρές ποσότητες. Τα στοιχεία αυτά κάτω από φυσιολογικές συνθήκες υπάρχουν μέσα στο έδαφος. Η έλλειψη βορίου (B) φαίνεται από την ξήρανση της άκρης των φύλλων και τη θυσανωτή βλάστηση.

Η ελιά χρειάζεται μεγάλη ποσότητα καλίου (K) την οποία διοχετεύει τόσο στους διάφορους ιστούς του δένδρου (φύλλα, κλαδιά, ξύλο) αλλά μεγάλες ποσότητες καλίου διοχετεύονται και στον καρπό. Το κάλιο ακόμα κάνει το δένδρο περισσότερο ανθεκτικό στην ξηρασία, στους παγετούς, στο κυκλοκόνιο και σε διάφορες μυκητολογικές ασθένειες. Η έλλειψη καλίου

εκδηλώνεται κατ' αρχήν σαν χλώρωση των φύλλων με απόχρωση ορειχάλκου και εξελίσσεται σε ξήρανση της κορυφής του ελάσματος.

Οι ανάγκες της ελιάς σε φώσφορο (P) είναι σχετικά μικρές. Ο βασικότερος ρόλος του φωσφόρου είναι η απελευθέρωση ενέργειας στο φυτό, και συμβάλλει στην ανθοφορία, στην καρπόδεση, στη μεγέθυνση και στην ωρίμανση του καρπού.

Από πλευράς pH του εδάφους η ελιά δίνει καλά αποτελέσματα σε εδάφη με pH 6 μέχρι και pH 8.

Η οργανική ύλη κατά τις διάφορες φάσεις της αποσύνθεσής της, δε βελτιώνει μόνο τις εδαφικές συνθήκες, αλλά ενεργοποιεί τους μικροοργανισμούς και την αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών, που υπάρχουν στο έδαφος. Θα λέγαμε ότι δίνει ζωή και γονιμότητα στο έδαφος (Γρηγορίου 2006).

Στο συγκεκριμένο αγρό γνωρίζουμε ότι όπου υπήρχε έλλειψη φωσφόρου (P) εφαρμόστηκε 1 kg λιπάσματος (P) / δένδρο. Επίσης όπου υπήρχε μεγάλη έλλειψη καλίου (K) εφαρμόστηκε 2 kg λιπάσματος (K) / δένδρο και όπου η έλλειψη ήταν μικρή εφαρμόστηκε 1 kg λιπάσματος (K) / δένδρο. Τέλος εφαρμόστηκε ασβέστιο σε ποσότητα 5 kg / δένδρο στις περιοχές με το pH του εδάφους να είναι μικρότερο από 6,5. Η άρδευση ήταν η ίδια και για τα 3 έτη του πειράματος. Συγκεκριμένα 2 τόνοι νερού ανά δένδρο εφαρμόζονταν τον Ιούνιο, 1 τόνος ανά δένδρο εφαρμοζόταν 2 φορές τον Ιούλιο και 4 φορές τον Αύγουστο.

Από το χάρτη του βορίου (B) φαίνεται ότι το έδαφος στο οποίο γίνεται μηχανική καταστροφή των ζιζανίων με κατεργασία του εδάφους με φρέζα περιέχει περισσότερο βόριο σε σχέση με το έδαφος στο οποίο γίνεται χημική

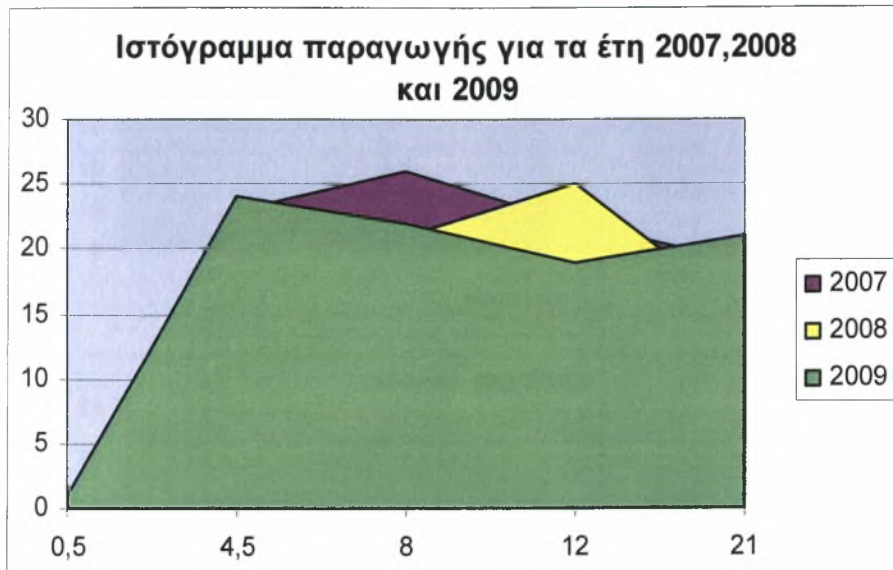
ζιζανιοκτονία σε συνδυασμό με χορτοκοπή. Από τους χάρτες του καλίου (K) και του φωσφόρου (P) φαίνεται ότι η κατανομή των αντίστοιχων στοιχείων στο έδαφος είναι καλύτερη καθώς σε όλη την έκταση του αγρού υπάρχουν περιοχές με αυξημένη ποσότητα των στοιχείων. Από τον χάρτη του pH φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος του αγρού έχει pH από 6-8, το οποίο είναι και το καταλληλότερο, έτσι ώστε η παραγωγή των ελαιόδεντρων να είναι πολύ καλή. Βλέπουμε ότι η προσθήκη του ασβεστίου βοήθησε στη ρύθμιση του pH του εδάφους του αγρού. Τέλος από τον χάρτη της οργανικής ουσίας φαίνεται η ομοιόμορφη κατανομή της οργανικής ουσίας στον αγρό καθώς το ποσοστό της κυμαίνεται από 1-3% σχεδόν σε όλη την έκταση του αγρού, με λίγα σημεία να έχουν κάτω από 1% οργανική ουσία.

Αντίστοιχα με τους χάρτες τάσης παραγωγής έγιναν και οι χάρτες τάσης για τα εδαφολογικά στοιχεία (εικόνες 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6). Οι χάρτες τάσης για τα εδαφολογικά στοιχεία δημιουργήθηκαν υπολογίζοντας σε κάθε σημείο του αγρού τη μέση τιμή των στοιχείων για τα τρία έτη και δείχνουν την τάση που διαμορφώνεται στα στοιχεία στα τρία έτη. Έτσι από τον χάρτη τάσης του βορίου (B) παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό βορίου περιέχεται στο μέρος του αγρού στο οποίο γίνεται μηχανική καταστροφή των ζιζανίων. Από τους χάρτες τάσης του καλίου (K) και του φωσφόρου (P) παρατηρούμε ότι τα στοιχεία αυτά έχουν κατανεμηθεί ομοιόμορφα στον αγρό και ο μέσος όρος των ποσοτήτων τους στον αγρό είναι 289% για το κάλιο και 55,7% για το φώσφορο. Από τον χάρτη τάσης του pH παρατηρούμε ότι το μέρος του χωραφιού το οποίο καλλιεργείται με χημική ζιζανιοκτονία έχει pH που κυμαίνεται από 6-7 ενώ το μέρος του χωραφιού το οποίο καλλιεργείται με μηχανική καταστροφή των ζιζανίων έχει pH που κυμαίνεται από 7-8,5.

Βλέπουμε ότι η παραγωγή της Κορωνέικης ποικιλίας στην περιοχή των Γαργαλιάνων Μεσσηνίας είναι καλύτερη στο μέρος του χωραφιού που καλλιεργείται με χημική ζιζανιοκτονία, άρα η παραγωγή είναι καλύτερη όταν το pH κυμαίνεται από 6-7. Τέλος από το χάρτη τάσης της οργανικής ουσίας βλέπουμε ότι το επίπεδο οργανικής ουσίας για τα τμήματα που χρησιμοποιήθηκε η χημική ζιζανιοκτονία είναι μεγαλύτερο αυτής της μηχανικής καταστροφής.

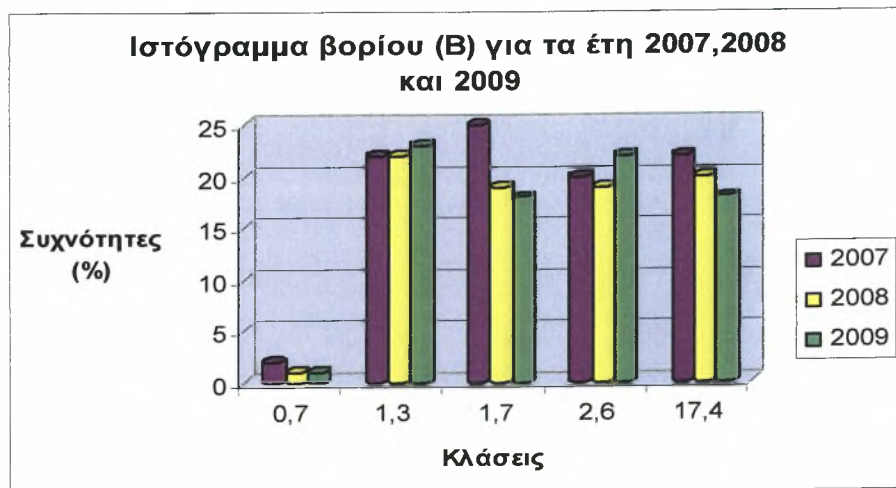
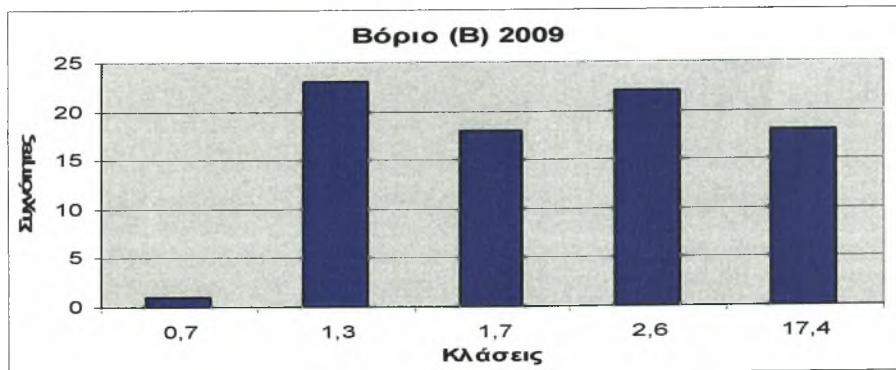
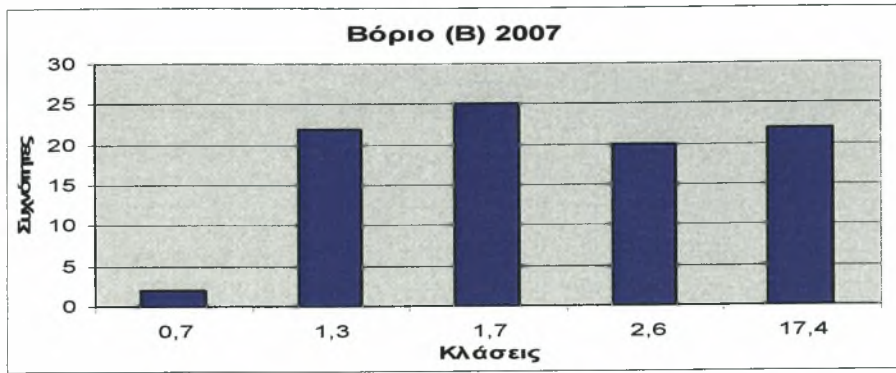


Εικόνα 4.7. Ιστογράμματα παραγωγής σε t/ha α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009

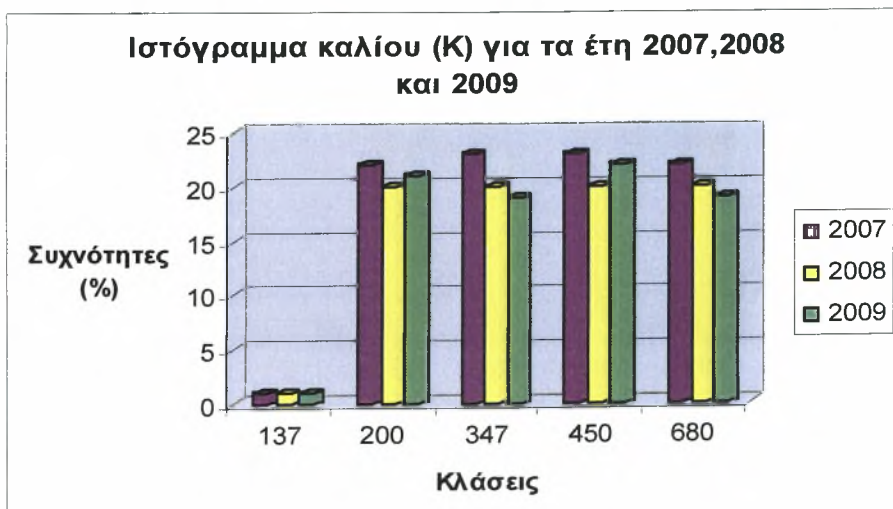
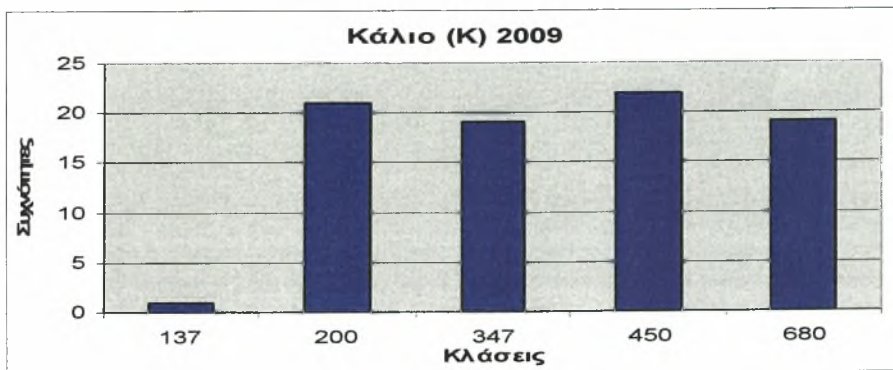
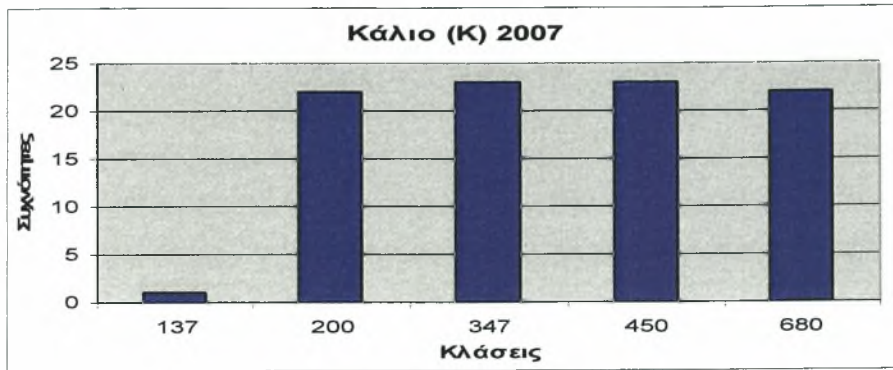


Εικόνα 4.8. Ιστογράμμα παραγωγής για τα έτη 2007,2008 και 2009

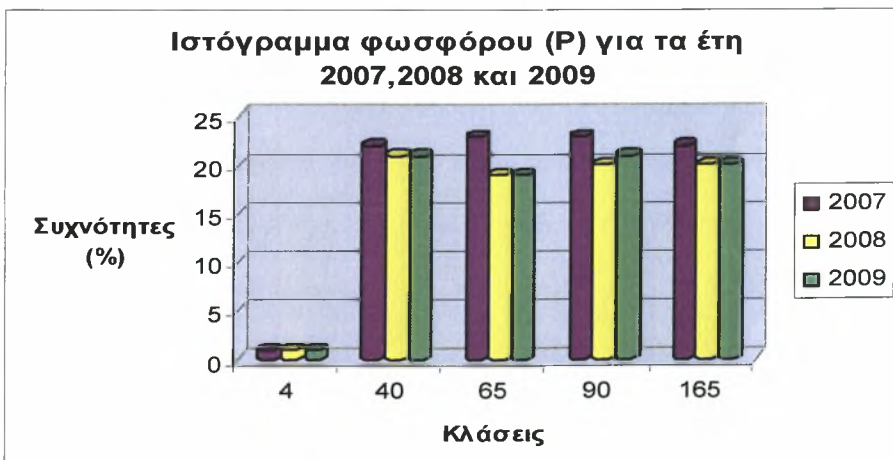
Στην εικόνα 4.8 παρουσιάζονται τα ιστογράμματα παραγωγής και για τα τρία έτη του πειράματος. Παρατηρούμε ότι η καλύτερη παραγωγή που απέφεραν τα ελαιόδεντρα είναι το 2007 (με 10 t/ha). Το 2008 η παραγωγή μειώθηκε σημαντικά και έφτασε τους 7 t/ha, ενώ το 2009 η παραγωγή αυξήθηκε φτάνοντας τους 9 t/ha.



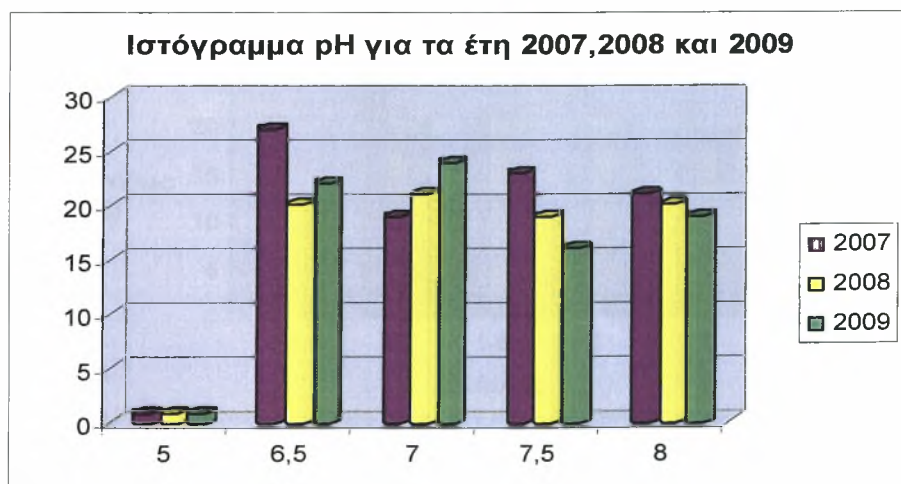
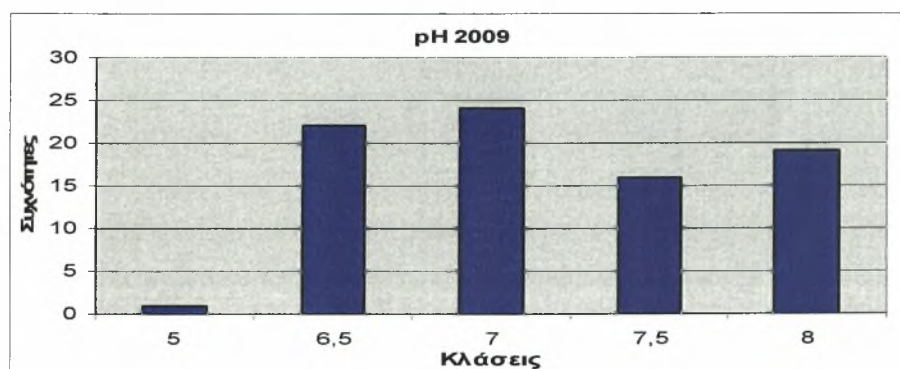
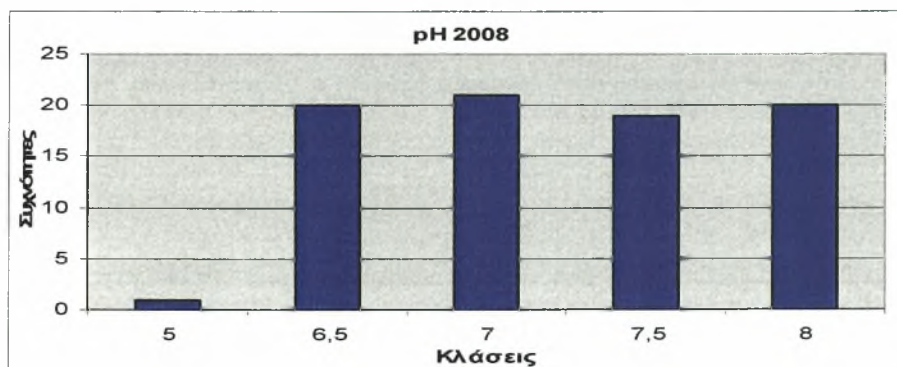
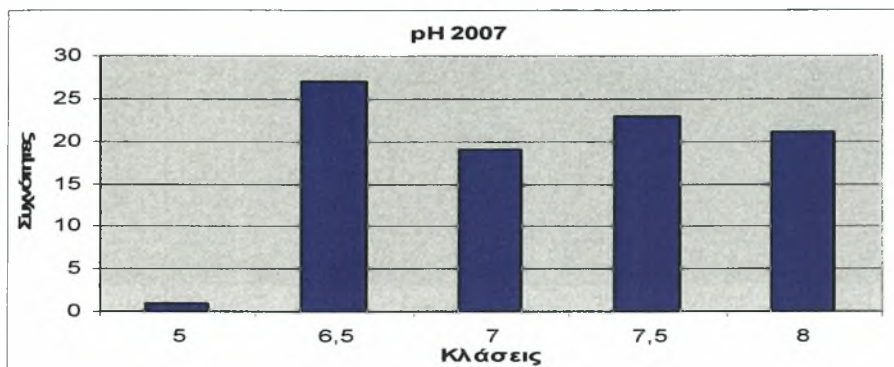
Εικόνα 4.9. Ιστόγραμμα ποσότητας βορίου (B) (%) α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009



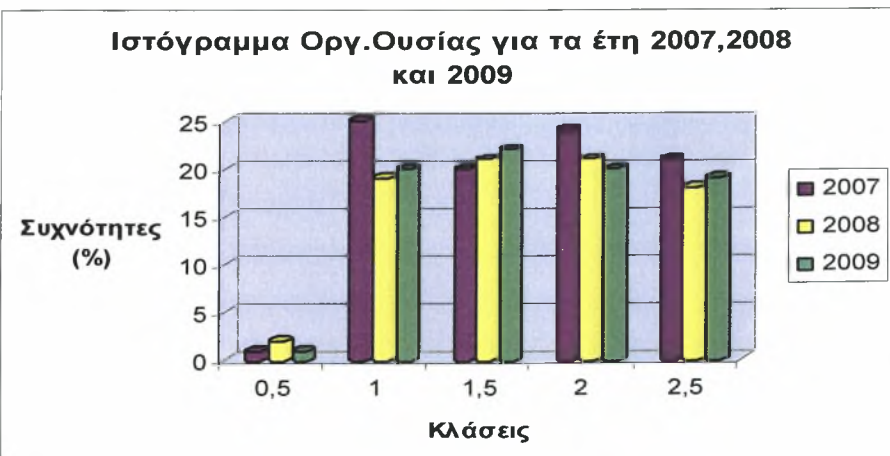
Εικόνα 4.10. Ιστογράμματα ποσότητας καλίου (Κ) (%) α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009



Εικόνα 4.11. Ιστογράμματα ποσότητας φωσφόρου (P) (%) α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009



Εικόνα 4.12. Ιστογράμματα για το ρΗ του εδάφους α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009



Εικόνα 4.13. Ιστογράμματα ποσότητας της Οργανικής Ουσίας (%) α) για το έτος 2007, β) για το έτος 2008, γ) για το έτος 2009 και δ) για τα έτη 2007, 2008 και 2009

Από τα ιστογράμματα των εδαφολογικών στοιχείων φαίνονται διαφορές στις τιμές των στοιχείων από έτος σε έτος. Η ποσότητα βορίου (εικόνα 4.9) στο έδαφος είναι παρόμοια και στα τρία έτη, με μια μικρή μόνο αύξηση του ποσοστού το 2007. Η ποσότητα καλίου (εικόνα 4.10) και φωσφόρου (εικόνα 4.11) στο έδαφος μειώνεται με μικρό ρυθμό από έτος σε έτος. Από το ιστογράμμα του pH (εικόνα 4.12) βλέπουμε ότι το pH του εδάφους και για τα τρία έτη κυμαίνεται από 6,5 μέχρι 8. Τέλος, από το ιστογράμμα της οργανικής ουσίας (εικόνα 4.13) βλέπουμε ότι περισσότερη οργανική ουσία είχε το έδαφος τη χρονιά 2007, το 2008 μειώθηκε αρκετά, ενώ το 2009 αυξήθηκε σε ένα βαθμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τον χάρτη τάσης παραγωγής και τους χάρτες τάσης των εδαφολογικών στοιχείων δεν μπορούν να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα γιατί η συσχέτιση μεταξύ της παραγωγής και της συγκέντρωσης των στοιχείων δεν είναι ξεκάθαρη. Το γεγονός αυτό πιθανών να σχετίζεται με το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας που όπως ειπώθηκε στα αποτελέσματα, για να προκύψουν αξιόλογα συμπεράσματα, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε στοιχεία περισσότερα από 3 ετών.

Το έτος 2007 ο αγρός είχε μεγαλύτερη απόδοση ανά δέντρο από τα έτη 2008 και 2009. Το ποσοστό του βορίου (B) ήταν αυξημένο στο μέρος του αγρού όπου γινόταν μηχανική καταστροφή με φρέζα και στα τρία έτη του πειράματος, ενώ το ποσοστό της οργανικής ουσίας ήταν μειωμένο. Η κατανομή των στοιχείων καλίου (K) και φωσφόρου (P) θα λέγαμε ότι ήταν ομοιόμορφη σε όλο τον αγρό. Το pH κυμαίνεται μεταξύ 6-8 στο μεγαλύτερο μέρος του αγρού, το οποίο είναι και το ιδανικό για μια καλή παραγωγή.

Πιο αναλυτικά, από τους χάρτες τάσης των εδαφολογικών στοιχείων (K, P, B) καθώς και του pH, προκύπτει ότι ο ελαιώνας μπορεί να χωριστεί σε ζώνες διαχείρισης για κάθε στοιχείο ακολουθώντας τις ισοϋψείς του κάθε χάρτη λίπανσης. Για να είναι πιο εφικτή η εφαρμογή του λιπάσματος από τον παραγωγό, πρέπει να δημιουργηθούν 2 ζώνες για την εφαρμογή του φωσφόρου και του καλίου και μάλλον τρεις για το βόριο γιατί εμφανίζει μεγαλύτερη παραλλακτικότητα μέσα στον ελαιώνα. Τέλος η ρύθμιση του pH μπορεί να πραγματοποιηθεί με την προσθήκη ασβεστίου μόνο στα σημεία του χάρτη pH όπου ήταν κάτω από 6.5 επειδή οι περιοχές αυτές είναι λίγες.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοείτο ότι η εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών που εντάσσονται στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας σε ελαιώνα, έχει σαν αποτέλεσμα ο παραγωγός να λάβει λεπτομερείς πληροφορίες για σημεία μικρότερης κλίμακας από αυτήν του αγροτεμαχίου. Αυτές οι πληροφορίες σε συνδυασμό με τις πρακτικές των προηγούμενων χρόνων θα επιτρέψουν την καλύτερη διαχείριση του αγροτεμαχίου με σκοπό τη μεγιστοποίηση του οφέλους του παραγωγού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α) Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL Publications

<http://ppq.sagepub.com/content/15/4/438.citation>

ASABE. (2002). Standard S313.2. In Soil Cone penetrometer (p. 1041). St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.

Bailey, J. S, Wang, K., Jordan, C. and Higgins, A. (2001). Use of precision agriculture technology to investigate spatial variability in nitrogen yields in cut grassland. *Chemosphere* 42, (2) pp 131-140

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V74-41BV877-

[5&_user=10&_coverDate=01%2F15%2F2001&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1463626330&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=51673d424137ac1403c8664fa25c05b4&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V74-41BV877-5&_user=10&_coverDate=01%2F15%2F2001&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1463626330&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=51673d424137ac1403c8664fa25c05b4&searchtype=a)

Baker, D. E. & Suhr, N. H. (1982). Atomic absorption and flame emission spectrometry. In A. L. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. Agronomy Monograph No. 9 (pp. 13–27). Madison, WI: Soil Science Society of America.

Berni, J. A. J., Zarco-Tejada, P.J., Sepulcre-Cantó, G., Fereres E. and Villalobos, F. (2009). Mapping canopy conductance and CWSI in olive orchards using high resolution thermal remote sensing imagery. *Remote Sensing of Environment* 113 (11) pp.2380-2388

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V6V-4X0W4RN-

[2&_user=10&_coverDate=11%2F16%2F2009&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1465526024&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=6d8342be4bf04942fe11fbb25a71338e&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V6V-4X0W4RN-2&_user=10&_coverDate=11%2F16%2F2009&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1465526024&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=6d8342be4bf04942fe11fbb25a71338e&searchtype=a)

Blackmore, S. (1994). "Precision Farming; an introduction", *Outlook on Agriculture* Vol. 23, No 4, 275-280.

<http://www.cpf.kvl.dk/Papers/index.htm>

Blackmore, S., Godwin, R. J. and Fountas, S. (2003). The Analysis of Spatial and Temporal Trends in Yield Map Data over Six Years. *Biosystems Engineering* 84 (4) pp.455-466.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1463639416&_sort=r&_st=13&_view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=7813dea4e9fd369bedff59cbfd0345fd&searchtype=a

Bouma, J. (1998). "Precision Agriculture: A unique tool to unify production and Environmental requirements in Agriculture", in Proceedings of the 4th International Conference on Precision Agriculture, ASA - CSSA - SSSA, 595-601.

<http://books.google.gr/books?id=z55FhAndA2wC&pg=PA286&lpq=PA286&dq=%E2%80%9CPrecision+Agriculture:+A+unique+tool+to+unify+production+and+Environmental+requirements+in+Agriculture%E2%80%9D,&source=bl&ots=382U419qxq&sig=UvUISjM4k8d srs 8audi6HHyDw&hl=el&ei=z0qSTMSuG KOX4qaj4J3DBA&sa=X&oi=book result&ct=result&resnum=1&ved=0CBQQ6AEwAA#v=onepage&q=%E2%80%9CPrecision%20Agriculture%3A%20A%20unique%20tool%20to%20unify%20production%20and%20Environmental%20requirements%20in%20Agriculture%E2%80%9D%2C&f=false>

Brase T. A. (2009). Γεωργία Ακριβείας Εκδόσεις EMBPYO Αθήνα

Burrough P. A., McDonnell R. A. (2006) *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press, Oxford

Cowen, D.J., (1988). *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54:1551-5
<http://funk.on.br/esantos/doutorado/GEO/iqce/DBMS.pdf>

Eden, T. and Maskell, E. J. (1928). The influence of soli heterogeneity on the growth and yield of successive crop. *Journal of Agricultural Science* 18: 163-185.

<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract;jsessionid=95014856981431C151A0B7BFA7ACEEDC.tomcat1?fromPage=online&aid=4525064>

Fairchild, D. S. (1988). Soil information system for farming by Kind of soil. In *Proceeding. International Interactive Workshop on Soil Resources: Their Inventory, Analysis and Interpretations for use in the 1990s* (pp.159-164) St. Paul University of Minnesota.

<http://books.google.gr/books?id=6NB3a jsEFYC&pg=PA48&lpq=PA48&dq=Fairchild,+D.+S.+%281988%29.+Soil+information+system+for+farming+by+Kind+of+soil.+l&source=bl&ots=BSfTIh8fil&sig=H4rGBPv008SNLZzhp5beV30k2fw&hl=el&ei=7EySTI bG8GJ4Qbc1om6BA&sa=X&oi=book result&ct=result&resnum=1&ved=0CBQQ6AEwAA#v=onepage&q=Fairchild%2C%20D.%20S.%20%281988%29.%20Soil%20information%20system%20for%20farming%20by%20Kind%20of%20soil.%20l&f=false>

Ferguson, R.B., Hergert, G.W., (2001). Soil Sampling for Precision Agriculture. University of Nebraska Cooperative Extension EC 00-154.

García Torres, L., Peña-Barragán, J.M., López-Granados, F., Jurado-Expósito, M. and Fernández-Escobar, R. (2008). Automatic assessment of agro-environmental indicators from remotely sensed images of tree orchards and its evaluation using olive plantations. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61, 179–191

<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1344873>

Gargouri, K., Sarbeji, M., Barone, E. (2006). Assessment of soil fertility variation in an olive orchard and its influence on olive tree nutrition. Second International Seminar "Biotechnology and Quality of Olive Tree Products Around the Mediterranean Basin" Marsala-Mazara del Vallo, Italy 5-10 November
www.unipa.it/.../Assessmentofsoilfertility_olivebioteq%5Bdef%5D.pdf

Gemtos T., Fountas, S., Blackmore, B. S. and Griepentrog, H. W. (2002). Precision farming experience in Europe and the Greek potential Εργασία που παρουσιάστηκε στο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Εφαρμογών Πληροφορικής στη Γεωργία, Αθήνα Ιούνιος 2002.

Gerlach, F.L. (1989). Global Positioning System canopy effects study. USDA Forest Service Technology and Development Program. MTDC 18pp
<http://www.lib.unb.ca/Texts/JFE/bin/get11.cgi?directory=July01/&filename=Holden.htm#11>

Goovaerts, P. (1997). Geostatistics for natural resources evaluation (p. 483). New York: Oxford University Press.

Holden, N. M., Martin, A. A., Owende, P. M. O., Ward S. M. (2001). A method for relating GPS performance to forest canopy cover. Inter. J. For. Eng. 12(2): 7-12
<http://www.lib.unb.ca>.

International Olive Oil Council <http://www.internationaloliveoil.org/>

Jiang, Hou-L., Liu, Guo-S., Wang, Xin-Z., Song, Wen-F., Zhang Rui-N., Zhang, Chun-H., Hu, Hong-Ch. and Li Yan-T.(2010). Spatial Variability of Soil Properties in a Long-Term Tobacco Plantation in Central China. Soil Science 175 (3) pp 137-144
http://journals.lww.com/soilsci/Abstract/2010/03000/Spatial_Variability_of_Soil_Properties_in_a.5.aspx

Johnson, C. E., Schafer, R. L. and Young, S. C. (1983). Controlling agricultural machinery intelligently. In Agricultural Electronics Applications (pp. 114-119). St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
http://books.google.gr/books?id=6NB3a_jsEFYC&pg=PA49&lpg=PA49&dq=Johnson,+C.+E.,+Schafer,+R.+L.+and+Young,+S.+C.+%281983%29.+Controlling+agricultural+machinery+intelligently.+In+Agricultural+Electronics+Applications&source=bl&ots=BSfTIh8kdl&sig=tq2KZIL6kw4Lu22aVpw0ENAt0q&hl=el&ei=o06STJzeLYOV4qbtntmUBA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CCEQ6AEwAq#v=onepage&q=Johnson%2C%20C.%20E.%2C%20Schafer%2C%20R.%20L.%20and%20Young%2C%20S.%20C.%20%281983%29.%20Controlling%20agricultural%20machinery%20intelligently.%20In%20Agricultural%20Electronics%20Applications&f=false

Jurado-Expósito, M., López-Granados, F., García-Torres, L., García Ferrer, A. Sánchez de la Orden, M. and Atenciano, S. (2003). Multi-species

weed spatial variability and site-specific management maps in cultivated sunflower *Weed Science* 51(3) pp.319-328.

[http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/0043-](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/0043-1745%282003%29051%5B0319:MWSVAS%5D2.0.CO%3B2?cookieSet=1&revSearch=)

[1745%282003%29051%5B0319:MWSVAS%5D2.0.CO%3B2?cookieSet=1&revSearch=](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/0043-1745%282003%29051%5B0319:MWSVAS%5D2.0.CO%3B2?cookieSet=1&revSearch=)

Jurado-Expósito, M., López-Granados, F., González-Andújar, J. L. And García-Torres, L. (2004). Spatial and temporal analysis of *Convolvulus arvensis* L. populations over four growing seasons *European Journal of Agronomy* 21(3) pp. 287-296)

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T67-](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T67-4B8589H-1&_user=10&_coverDate=10%2F31%2F2004&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1463659303&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d105c556db1bf9e72f2b4f81c19bbb1a&searchtype=a)

[4B8589H-](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T67-4B8589H-1&_user=10&_coverDate=10%2F31%2F2004&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1463659303&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d105c556db1bf9e72f2b4f81c19bbb1a&searchtype=a)

[1&_user=10&_coverDate=10%2F31%2F2004&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1463659303&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d105c556db1bf9e72f2b4f81c19bbb1a&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T67-4B8589H-1&_user=10&_coverDate=10%2F31%2F2004&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1463659303&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d105c556db1bf9e72f2b4f81c19bbb1a&searchtype=a)

Karydas, C. G., Sekuloska, I., & Sarakiotis, I. (2005). Fine scale mapping of agricultural landscape features to be used in environmental risk assessment in an olive cultivation area. *IASME Transactions*, 4, 582–589.

http://users.auth.gr/~xkarydas/PUBLICATIONS/xkarydas_IASME.pdf

Linskey, C. M. and Bauer F. C. (1929). Illinois Agricultural Experiment Station, Citcular 346.

López-Granados, F., Jurado-Expósito, M., Álamo, S., & García-Torres, L. (2004). Leaf nutrient spatial variability and site-specific fertilization maps within olive (*Olea europaea* L.) orchards. *European Journal of Agronomy*, 21, 209–222

<http://www.soilzone.com/Library/Crops/Olives/Nutrition/Leaf%20nutrient%20spatial%20variability%20and%20site-specific%20fertilization%20maps%20within%20olive%20orchards.pdf>

Loukas, M. and Krimbas, C. B. (1983). History of olive cultivars based on their genetic distances. *J Hort Sci* 58: 121–127.

http://books.google.gr/books?id=xReHR3_QYdkC&pg=PA462&lpg=PA462&dq=Loukas,+M.+and+Krimbas,+C.+B.+1983.+History+of+olive+cultivars+based+on+their+genetic+distances.+J+Hort+Sci+58:+121%E2%80%93127&source=bl&ots=pirDxU-VcN&sig=S7zXTvEr8uza1Xt7dA2j6JQGBfk&hl=el&ei=iE-STKOzJcij4qbUj5zwAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBoQ6AEwAQ#v=onepage&q=Loukas%2C%20M.%20and%20Krimbas%2C%20C.%20B.%201983.%20History%20of%20olive%20cultivars%20based%20on%20their%20genetic%20distances.%20J%20Hort%20Sci%2058%3A%20121%E2%80%93127&f=false

Marques da Silva J. R. (2006). Analysis of the Spatial and Temporal Variability of Irrigated Maize Yield *Biosystems Engineering* 94 (3) pp.337-349

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1463663481&_sort=r&_st=13&_view=c&_acct=C000050221&_versi

[on=1& urlVersion=0& userid=10&md5=fa9ec9da16d3630b0cb037f4be7af3d3&searchtype=a](#)

Meng, X., Roberts, G.W., Dodson, A.H., Cosser, E., Barnes, J., Rizos, C., (2004). Impact of GPS satellite and pseudolite geometry on structural deformation monitoring: analytical and empirical studies. *Journal of Geodesy*. 77(12)
<http://www.springerlink.com/content/k1jer6hw2ty9rad4/>

Nelson, D. W. & Sommers, L. E. (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter. In A. L. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. Agronomy Monograph No. 9 (pp. 570–571). Madison, WI, USA: Soil Science Society of America.

Oerke, E. C., Denhe, H. W., Schonbeck, F. and Weber, A. (1994). Crop production and crop protection. Elsevier Publications, Amsterdam. 808 p.

Olsen, S. R. & Sommers, L. E. (1982). Phosphorus. In A. L. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. Agronomy Monograph No. 9 (pp. 403–430). Madison, WI, USA: Soil Science Society of America.

Qiao, J., Sasao, A., Shibusawa, S., Kondo, N. and Morimoto, E. (2004). Mapping Yield and Quality using the Mobile Fruit Grading Robot *Biosystems Engineering* 90 (2) pp.135-142
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL& method=list& ArticleListID=1463641077& sort=r& st=13&view=c& acct=C000050221& version=1& urlVersion=0& userid=10&md5=6113d65cbd014e93b68e5d8352b07941&searchtype=a

Rugini E., 1986. Olive (*Olea europaea* L.). *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 1: Trees I* (ed. By Y.P.S. Bajaj): pp. 253-267.

Sepulcre-Cantó, G., Zarco-Tejada, P. J., Jiménez-Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., de Miguel, E., Villalobos, F. J. (2006). Within-field thermal variability detection as function of water stress in *Olea europaea* L. orchards with high spatial remote sensing imagery. *Agricultural and Forest Meteorology* 136, 31–44
http://www.irnase.csic.es/users/jefer/pdf/Sepulcre-Cant%F3_2006.pdf

Sepulcre-Cantó, G., Zarco-Tejada, P. J., Jiménez-Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Soriano, M. A., Fereres, E., Vega, V., Pastor, M. (2007). Monitoring yield and fruit quality parameters in open-canopy tree crops under water stress. Implications for ASTER. *Remote Sensing of Environment* 107, 455–470
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL& udi=B6V6V-4MC71NV-1& user=10& coverDate=04%2F12%2F2007& rdoc=1& fmt=high& orig=search& origin=search& sort=d& docanchor=&view=c& searchStrId=1465529

[788&rerunOrigin=google&acct=C000050221&version=1&urlVersion=0&userid=10&md5=591fe9bbce8e312104d3173affd9ddcd&searchtype=a](http://www.scribd.com/doc/108888888/788&rerunOrigin=google&acct=C000050221&version=1&urlVersion=0&userid=10&md5=591fe9bbce8e312104d3173affd9ddcd&searchtype=a)

Srinivasan, Ancha (2006). Handbook of precision agriculture: Principles and applications. Food products press. Binghamton. N.Y. pp. 19-85, 414-426

Surfer 8. (1997-2002). A Powerful Contouring, Gridding, and Surface Mapping Package for Scientists and Engineers
<http://www.mpassociates.gr/software/distrib/science/golden/surfer8.html>

Therios, I. (2009). Olives Crops Production Science In Horticulture. CAB International UK. Pp.408

Thomas, G. W. (1982). Exchangeable cations. In A. L. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds.), Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph No. 9 (pp. 159–165). Madison, WI, USA: Soil Science Society of America.

Van Sickle, J. (2001). GPS for Land Surveyors, 2nd edition., Taylor and Francis, New York- London. pp 284

Vrindts, E., Mouazen, A. M., Reyniers, M., Maertens, K., Maleki, M. R., Ramon, H. and De Baerdemaeker, J. (2005). Management Zones based on Correlation between Soil Compaction, Yield and Crop Data Biosystems Engineering 92 (4) pp.419-428.

[http://www.sciencedirect.com/science?ob=ArticleURL&udi=B6WXV-](http://www.sciencedirect.com/science?ob=ArticleURL&udi=B6WXV-4H98T53-)

[5&user=10&coverDate=12%2F31%2F2005&rdoc=1&fmt=high&orig=search&origin=search&sort=d&docanchor=&view=c&searchStrId=1463667880&rerunOrigin=google&acct=C000050221&version=1&urlVersion=0&userid=10&md5=759e5e55b9593092beb9539fdb2beac8&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?ob=ArticleURL&udi=B6WXV-4H98T53-5&user=10&coverDate=12%2F31%2F2005&rdoc=1&fmt=high&orig=search&origin=search&sort=d&docanchor=&view=c&searchStrId=1463667880&rerunOrigin=google&acct=C000050221&version=1&urlVersion=0&userid=10&md5=759e5e55b9593092beb9539fdb2beac8&searchtype=a)

Wackernagel, H. (2003). Multivariate geostatistics (3rd ed., 387 pp.). Berlin: Springer-Verlag. ISBN 3-540- 44142-5.

B) Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Αγγελοπούλου, Α. Δ., Blackmore, S., Φουντάς, Σ., Γέμτος, Θ. Α. και Νάνος, Γ. Δ. (2007). Μελέτη χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας παραγωγής και ποιότητας σε οπωρώνες μηλιάς. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, 18-20 Οκτωβρίου, Λάρισα. pp. 858- 867.

http://www.egme.gr/EGME_PRAKTIKA/PDFS/5_conference/5_Proceedings%20EGME%202007_Part%209.pdf

Αμπατζίδης, Ι. Γ., Βουγιούκας, Σ. Γ και Μπόχτης, Δ. Δ. (2007α). Ιχνηλασιμότητα εντός αγρού κατά την παραδοσιακή συγκομιδή οπωροφόρων δένδρων με χρήση RFID. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, 18 20 Οκτωβρίου, Λάρισα. pp. 795-802.

http://www.eagme.gr/EGME_PRAKTIKA/PDFS/5_conference/5_Proceedings%20EGME%202007_Part%209.pdf

Αμπατζίδης, Ι. Γ., Τζελέπης, Γ. Σ. και Βουγιούκας, Σ. Γ. (2007b). Σύστημα μέτρησης και ταυτοποίησης της παραγωγής επιτραπέζιων σταφυλιών κατά την παραδοσιακή συγκομιδή 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, 18-20 Οκτωβρίου, Λάρισα. pp. 843-849.

http://www.eagme.gr/EGME_PRAKTIKA/PDFS/5_conference/5_Proceedings%20EGME%202007_Part%209.pdf

Ανδριτσάνος, Β. Δ., Πικριδάς, Χ., Ρωσσικόπουλος, Δ., Τζιαβός, Η. Ν. και Φωτίου, Α. (1997). Προσδιορισμός υψομέτρων με το GPS για χαρτογραφικές εφαρμογές. 4^ο Εθνικό συνέδριο Χαρτογραφίας: Χαρτογραφία και χάρτες στην ανάδειξη και προστασία του περιβάλλοντος. Καστοριά 16-17 Οκτωβρίου 1997.

[http://e-](http://e-topo.web.auth.gr/TOMEIS_INDEX/TOMEASA/Pikridas/Give/PUBLS/4.pdf)

[topo.web.auth.gr/TOMEIS_INDEX/TOMEASA/Pikridas/Give/PUBLS/4.pdf](http://e-topo.web.auth.gr/TOMEIS_INDEX/TOMEASA/Pikridas/Give/PUBLS/4.pdf)

Βασιλακάκης, Μ. Δ., 1996. Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Δενδροκομίας Θεσσαλονίκη.

Γρηγορίου Κ., 2006. Εφαρμογή ορθών γεωργικών και περιβαλλοντικών πρακτικών στην ελιά. Λευκωσία.

Δημοπούλου Μ. (2008). Συγκριτική μελέτη online υπηρεσιών μετεπεξεργασίας δεδομένων GPS. Διπλωματική Εργασία Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα. Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών.

http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2619/3/dimorouloum_gps.pdf

Εταιρία ανάπτυξης Πηλίου Α. Ε. (2003). Διαγνωστική Έκθεση Περιφερειακής Ομάδας Έργου Οπωροκηπευτικών για την Ελιά. Περιφέρεια Θεσσαλίας Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης.

www.thessalia.gr/diktio/uploads/.../Diagnostiki%20gia%20elia.doc

Θερίος Ι., 2005. Ελαιοκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.

Καραγιάννης, Ε., Καραρίζος, Π., Δρόσος, Β., Γιαννούλας, Β. (2005). Δυνατότητες εφαρμογής του συστήματος GPS στις εργασίες διάνοιξης του δάσους. Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής. Διοργάνωση: Εταιρία Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδας. Αθήνα 6-8 Οκτωβρίου 2005.

http://www.eagme.gr/EGME_PRAKTIKA/PDFS/4_conference/4_Proceedings%20EGME%202005_Part%202.pdf

Καρυδάς Χ. Γ. και Συλλαίος, Ν. Γ. (2000). Γεωργία Ακριβείας: Περιγραφή της μεθόδου – Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές. 2^ο ειδικό συνέδριο «Πληροφοριακά συστήματα στον Αγροτικό Τομέα» της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, Χανιά, 10/2000.

http://users.auth.gr/~xkarydas/PUBLICATIONS/xkarydas_2ConfEEEE.pdf

Κατσουγιαννόπουλος, Σ. (2010). Μετάδοση δεδομένων GNSS για προσδιορισμό θέσης σε πραγματικό χρόνο. Εφαρμογές στον Ελληνικά χώρο. ΧΩΡΟγραφίες Τόμος 1 – Αρ 1
<http://geo.teiser.gr/ojs/index.php/Chorografies/article/viewFile/7/10>

Κυριτσάκης, Α. 2002. Το Ελαιόλαδο, Παραλαβή, ιδιότητες ποιοτικές κατηγορίες. Γεωργία-Κτηνοτροφία, Τεύχος 3/2002, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, σελ. 142-148.

Μανασή Θ. (2006). Το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης και πλοήγησης Galileo της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος και σύγκριση του με το GPS. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθήνα. Τμήμα Γεωγραφίας.
<http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/644/1/mpompoth.pdf>

Μαρκινός, Α., Γέμτος, Θ., Τούλιος, Λ., Πατέρας, Δ., Ζέρβα Γ. και Παπαιοικονόμου, Μ. (2003). Γεωργία Ακριβείας στο βαμβάκι: συσχέτιση χαρτών παραγωγής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας. 3^ο Πανελλήνιο συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, 29-31 Μαΐου 2003, Θεσσαλονίκη. pp. 222-225.
http://www.egme.gr/EGME_PRAKTIKA/PDFS/3_conference/3_Proceedings%20EGME%202003_Part%204.pdf

Πανταζάτου Κ. Σ., (2009). Ηλεκτρομαγνητική Μελέτη και Υλοποίηση διαύλου επικοινωνίας Δορυφορικού Καναλιού Διπλωματική Εργασία Πάτρα
http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/2580/3/Nimertis_Pantazatou%28ele%29.pdf

Ποντίκης Κ., 2000. Ειδική Δενδροκομία. Ελαιοκομία. Τόμος Τρίτος Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Ράππος, Ε. Αγγελοπούλου, Α. Παπαθανασίου, Ι., Γέμτος Θ. Α. και Νάνος, Γ. Δ. (2005). Συμβολή στη Γεωργία Ακριβείας χαρτών παραγωγής και ποιοτικών χαρακτηριστικών δύο ποικιλιών μήλων. 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, 6-8 Οκτωβρίου 2005 Αθήνα pp. 403-405.
http://www.egme.gr/EGME_PRAKTIKA/PDFS/4_conference/4_Proceedings%20EGME%202005_Part%202.pdf

Σταθόπουλος Χ. (2008). Εφαρμογές των GIS και αποτελεσματικότητα δικτύου ATM τραπεζών. Μεταπτυχιακή Διπλωματική. Πανεπιστήμιο Πατρών Σχολή Διοίκησης Επιχειρήσεων.
<http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/956/1/GIS%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91%20%CE%94%CE%99%CE%9A%CE%A4%CE%A5%CE%9F%CE%A5%20%CE%91%CE%A4%CE%9C%20%CE%A4%CE%A1%CE%91%CE%A0%CE%95%CE%96%CE%A9%CE%9D.pdf>

Στραφιώτης Σ.-Δ. (2009). Διερεύνηση της σύστασης του πτητικού κλάσματος της βρώσιμης Ελιάς Καλάμων μετά από SPME δειγματοληψία. Μεταπτυχιακή

Διατριβή Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Χημείας. Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων.
<http://invenio.lib.auth.gr/record/113507/files/%CE%A3%CF%84%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CF%8E%CF%84%CE%B7%20%CE%A3%CF%84%CE%B1%CE%BC%CE%AC%CF%84%CE%B7-%CE%94%CE%B1%CF%85%CF%8A%CE%B4.pdf?version=1>

Τάνος, Α., Αγγελοπούλου, Α., Φουντάς, Σ. Γέμτος, Θ. Α., Νάνος, Γ. Δ. και Χατζηνίκος, Α. (2007). Ζώνες διαχείρισης βάσει χαρτών παραγωγής, ποιοτικών χαρακτηριστικών και ηλεκτρικής αγωγιμότητας. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, 18-20 Οκτωβρίου, Λάρισα. pp. 866-867.
http://www.eame.gr/EGME_PRAKTIKA/PDFS/5_conference/5_Proceedings%20EGME%202007_Part%209.pdf

Τζιαχρής, Π., Παπαδημητρίου, Κ. και Παρασχάκης, Ι. (1999). Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) σε περιβαλλον internet και intranet. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις
<http://www.gipsynoise.gr/HellasGI/conf.html>

Τομέας Δημοσιότητας Κλάδου Γ., Ε. και Δ. (2005). Η καλλιέργεια της ελιάς Έκδοση Λευκωσία – Κύπρος
[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/6E7D46D4450A4B85C2257110003F4F1F/\\$file/2_2005%20ELIA.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/6E7D46D4450A4B85C2257110003F4F1F/$file/2_2005%20ELIA.pdf?OpenElement)

Φουντάς, Σ. (2000). Απόψεις Βρετανών γεωργών για τη συμβολή του Precision Farming στη διαχείριση καλλιεργειών 2^ο Εθνικό Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής Βόλος 28 – 30 Σεπτεμβρίου 200.
http://www.eame.gr/EGME_PRAKTIKA/2%CE%BF%20%CE%A3%CF%85%CE%BD%CE%AD%CE%B4%CF%81%CE%B9%CE%BF.htm

Φουντάς, Σ. και Γέμτος, Θ. 2008. Εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις της Θεσσαλίας. Τεχνολογική πλατφόρμα τροφίμων Θεσσαλίας, τεύχος 2- Ιούνιος 2008
<http://www.sbtke.gr/docs/platforma/2.pdf>

Φτάκα, Αλ. Χ. (2006). Η γεωργία ακριβείας ως εργαλείο της γεωργικής πρακτικής για την αειφόρο ανάπτυξη. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αιγαίου Σχολή Περιβάλλοντος : Τμήμα Περιβάλλοντος
<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=10021>

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Γεωργία Ακριβείας, GPS, GIS, χωρική παραλλακτικότητα, χρονική παραλλακτικότητα, παραγωγή ελιάς.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000104276