



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ
ΔΗΜΟΥ ΔΕΛΤΑ ΠΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΝΤΑΙ ΜΕ ΡΥΖΙ, ΒΑΜΒΑΚΙ ΚΑΙ
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟ**

Του φοιτητή Αγγέλου Βασιλείου [Α.Μ. 2014/314]

Επιβλέπων καθηγητής: Καραγιαννίδης Νικήτας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστίσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Καραγιαννίδη Νικήτα, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης επιθυμώ να ευχαριστήσω τον κ. Στέφανο Στεφάνου και την κ. Αγάπη Τσανακτσίδου για τη βοήθεια που μου προσέφεραν στις εργαστηριακές αναλύσεις.

Περιεχόμενα

1. Σκοπός – Περίληψη	3
2. Εισαγωγή	4
2.1. Βαμβάκι	4
2.2. Καλαμπόκι	12
2.3. Ρύζι	20
3. Τοποθεσία αγροτεμαχίων μέσω GPS	26
4. Εργαστηριακές αναλύσεις	32
4.1. Μηχανική ανάλυση	32
4.2. pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα	34
4.3. Προσδιορισμός ανθρακικού ασβεστίου CaCO_3	34
4.4. Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας	36
4.5. Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός των νιτρικών NO_3	38
4.6. Προσδιορισμός φωσφόρου με τη μέθοδο OLSEN	39
4.7. Φλογοφωτομετρικός προσδιορισμός K^+	41
4.8. Προσδιορισμός ασβεστίου Ca^{+2} και μαγνησίου Mg^{+2}	43
4.9. Προσδιορισμός των ιχνοστοιχείων: Fe^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2}	45
5. Αποτελέσματα	46
6. Αποτελέσματα ανα αγροτεμάχιο	57
7. Συνιστώμενη λίπανση	73
8. Λίπανση ανά αγροτεμάχιο και ανά καλλιέργεια	74
9. Πίνακας οριακών τιμών	78
10. Βιβλιογραφία	79

1. Σκοπός – περίληψη πτυχιακής εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την απόκτηση μιάς γενικής εικόνας για τα χαρακτηριστικά, τη γονιμότητα και τη θρεπτική κατάσταση των εδαφών της περιοχής του Δήμου Δέλτα Θεσσαλονίκης, η οποία καλλιεργείται κυρίως με ρύζι, βαμβάκι και καλαμπόκι.

Από 16 αγροτεμάχια των δημοτικών κοινοτήτων Κυμίνων, Μαλγάρων και Χαλάστρας έγινε συλλογή συνολικά 32 δειγμάτων εδάφους (16 σε βάθος 0-30cm και 16 σε βάθος 30-60cm). Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις στο εργαστήριο εδαφολογίας του ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης οι οποίες περιλαμβάνουν τη μηχανική ανάλυση, μέτρηση pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας, προσδιορισμό του ανθρακικού ασβεστίου και της οργανικής ουσίας, καθώς και ποσοτική μέτρηση του νιτρικού αζώτου, του αφομοιώσιμου φωσφόρου, του ανταλλάξιμου καλίου, του ασβεστίου και μαγνησίου. Από τα ιχνοστοιχεία του εδάφους μετρήθηκαν ο σίδηρος, ο χαλκός, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προκύπτει πως τα εδάφη είναι μέσης κοκκομετρικής σύστασης, αλκαλικά (pH 8-8,5), με κανονικά επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Η περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο είναι περίπου 2% οπότε χαρακτηρίζεται χαμηλή έως μέση. Η οργανική ουσία βρίσκεται στο σύνηθες επίπεδο για τα ελληνικά εδάφη με μέση τιμή 1,35%.

Από μετρήσεις των μακροστοιχείων προκύπτει πως τη στιγμή της δειγματοληψίας το νιτρικό άζωτο και το κάλιο βρίσκεται σε επάρκεια, ενώ ο φώσφορος σε ανεπάρκεια. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο βρίσκονται σε πολύ υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης.

Από τα ιχνοστοιχεία που μετρήθηκαν ο σίδηρος και ο χαλκός βρίσκονται σε επάρκεια ενώ το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος σε ανεπάρκεια.

2. Εισαγωγή

2.1. Βαμβάκι



Γενικά

Το βαμβάκι είναι κλωστικό φυτό μεγάλης οικονομικής σημασίας. Η καλλιέργειά του απαντάται σήμερα σε μία ζώνη η οποία επεκτείνεται από 45° ΒΠ μέχρι 32° ΝΠ, κυρίως όμως εντοπίζεται στις τροπικές περιοχές. Καλλιεργείται σε 70 χώρες από τις οποίες κυριότερες είναι η Κίνα, η Ινδία, οι ΗΠΑ, το Πακιστάν, η Βραζιλία και η Τουρκία. Στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στην Ελλάδα και στην Ισπανία. Η καλλιεργούμενη έκταση τα τελευταία χρόνια έχει σταθεροποιηθεί παγκοσμίως στα 300-330 εκατομμύρια στρέμματα με συνολική παραγωγή 22-23 εκατομμύρια τόννους βαμβακιού.

Το κύριο προϊόν για το οποίο καλλιεργείται το βαμβάκι είναι οι ίνες του, οι οποίες αποτελούν την πρώτη ύλη για το σημαντικότερο τμήμα της διεθνούς κλωστοβιομηχανίας. Με το νήμα που παράγεται από τις ίνες του υφαίνονται διάφορων ειδών υφάσματα για την παραγωγή ενδυμάτων και άλλων αντικειμένων καθημερινής χρήσης. Οι σπόροι του βαμβακιού παρόλο ότι θεωρούνται σαν υποπροϊόν, είναι σημαντική πηγή λαδιού για ανθρώπινη κατανάλωση και για τη βιομηχανία. Η

βαμβακόπιτα που μένει μετά την παραγωγή του λαδιού αποτελεί άριστη τροφή για τα βοοειδή.

Η καλλιεργούμενη έκταση στη χώρα μας από 200.000 στρέμματα το 1930 ξεπέρασε τα 4.000.000 στρέμματα το 2001. Με την αναμόρφωση όμως της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής στην Ευρωπαϊκή Ένωση η οικονομική ενίσχυση στην βαμβακοκαλλιέργεια μειώθηκε με αποτέλεσμα η καλλιεργούμενη έκταση να μειωθεί και τα τελευταία χρόνια να σταθεροποιηθεί στα 2.000.000-2.800.000 στρέμματα. Το βαμβάκι καλλιεργείται κυρίως στη Θεσσαλία, στη Μακεδονία, στη Θράκη και λιγότερο στα υπόλοιπα διαμερίσματα της χώρας. Η μέση στρεμματική απόδοση σύσπορου βαμβακιού από 55kg το 1931 έφτασε σε 300kg το 1995, απόδοση που περίπου επιτυγχάνεται μέχρι και σήμερα.

Όλα τα είδη του βαμβακιού κατατάσσονται στο γένος *Gossypium*, το οποίο πήρε το όνομά του από τον Carl Linnaeus στα μέσα του 18^{ου} αιώνα. Το γένος *Gossypium* περιλαμβάνει περίπου 49 είδη τα οποία είναι είτε διπλοειδή είτε τετραπλοειδή. Τα τετραπλοειδή είδη θεωρείται ότι προέρχονται από το Νέο Κόσμο κυρίως από το Μεξικό, το Περού, τη Βραζιλία, τη Χαβάη και τα Νησιά Γκαλαπάγκος. Δύο από αυτά, τα *Gossypium hirsutum* και *Gossypium barbadense* είναι τα κυρίως καλλιεργούμενα σήμερα είδη βαμβακιού.

Καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα

Η χώρα μας από άποψη κλιματολογικών συνθηκών βρίσκεται στα βορειότερα όρια της ζώνης καλλιέργειας του βαμβακιού, ώστε η απόδοση και η ποιότητα του προϊόντος να εξαρτώνται πάρα πολύ από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες (κυρίως τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου) κάθε περιοχής. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βαμβακιού στην Ελλάδα ανήκουν αποκλειστικά στο είδος *Gossypium hirsutum*.

Το χνοώδες βαμβάκι (*Gossypium hirsutum*) είναι τετραπλοειδές και στο είδος αυτό ανήκουν όλα τα βαμβάκια τα γνωστά με το όνομα upland. Τα φυτά είναι μικροί ετήσιοι θάμνοι, με ύψος 1-1,5m, με λίγους φυλλοφόρους κλάδους. Τα στελέχη έχουν χρώμα πράσινο ή καφετί και τα φύλλα σχίζονται σε 3 ή 5 αβαθείς λοβούς, οι οποίοι καταλήγουν σε μύτη. Οι βλαστοί και τα φύλλα μπορεί να φέρουν τρίχες ή όχι. Τα άνθη είναι μεγάλα, με πέταλα χρώματος ανοιχτού κίτρινου, συνήθως χωρίς σκούρη κηλίδα. Τα καρύδια είναι μεγάλα, επιμήκη ή σφαιρικά και έχουν 3-5 χώρους με 5-11 σπόρους σε κάθε χώρο. Οι σπόροι καλύπτονται με πυκνό στρώμα ινών μήκους 13-33mm και συνήθως φέρουν χνούδι. Το *Gossypium hirsutum* καταλαμβάνει το μεγαλύτερο

ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων με βαμβάκι και έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα του βαμβακιού αποτελείται από μία πασσαλώδη ρίζα, η οποία εισχωρεί κατακόρυφα στο έδαφος σε βάθος μέχρι και 2m. Σε απόσταση 10-15cm από το σημείο έναρξης σχηματισμού της κύριας ρίζας αναπτύσσονται πολυάριθμες δευτερεύουσες διακλαδώσεις και σε απόσταση περίπου 5cm από το σημείο έναρξης αυτών σχηματίζονται τρίτης τάξεως διακλαδώσεις. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζεται ένα δίκτυο ριζών του οποίου ο μεγαλύτερος όγκος κατανέμεται στα πρώτα 90cm του εδάφους. Η συνολική ξηρά ουσία των ριζών αποτελεί το 10-20% της συνολικής ξηράς ουσίας που παράγει το φυτό.

Κύριος βλαστός

Ο κύριος βλαστός προέρχεται από την επιμήκυνση και ανάπτυξη του ακραίου μεριστώματος. Ο αριθμός των κόμβων και το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων καθορίζεται από γενετικούς και οικολογικούς παράγοντες. Ο κύριος βλαστός αναπτύσσεται κάθετα προς το έδαφος, είναι κυλινδρικός, κοίλος εσωτερικά, γεμάτος με εντεριώνη. Κατά μήκος του βλαστού σχηματίζονται μεγάλα φύλλα σε κανονική σπειροειδή διάταξη. Οι κατώτεροι μασχαλιαίοι οφθαλμοί δίνουν γένεση σε κλάδους φυλλοφόρους. Οι μασχαλιαίοι που βρίσκονται προς την κορυφή του φυτού και οι πλευρικοί παράγουν κατά κανόνα κλάδους ανθοφόρους. Ο αριθμός των φυλλοφόρων κλάδων εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα των φυτών και τους παράγοντες του περιβάλλοντος. Οι ανθοφόροι κλάδοι παράγονται από τον κύριο βλαστό και από τους φυλλοφόρους κλάδους, έχουν συμποδιακή ανάπτυξη και σχηματίζουν οξεία γωνία με τον κύριο βλαστό.

Φύλλα

Παρατηρούνται τριών ειδών φύλλα: κοτυληδόνες, παράφυλλα και πραγματικά φύλλα. Τα φύλλα των κοτυληδόνων έχουν νεφροειδές σχήμα και πλάτος περίπου 5cm. Τα παράφυλλα είναι τα πρώτα φύλλα που σχηματίζονται στο βλαστό, είναι μικρά, δεν

διακρίνονται εύκολα και δεν έχουν έλασμα. Τα πραγματικά φύλλα παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς το μέγεθος, το σχήμα και την υφή. Τα πρώτα πραγματικά φύλλα που σχηματίζονται είναι καρδιόσχημα ενώ στα υπόλοιπα το έλασμα παρουσιάζει 3 ή 5 λοβούς. Το έλασμα του φύλλου έχει κηρώδη εφυμενίδα με πολλά στομάτια και μπορεί να είναι λείο ή τριχωτό. Στο κάτω μέρος του μίσχου προβάλλουν 3 ως 5 κύρια νεύρα πολύ πιο παχιά από το έλασμα.

Άνθη

Οι οφθαλμοί οι οποίοι θα εξελιχθούν σε άνθη εμφανίζονται στην αρχή σαν μικρές πράσινες πυραμιδοειδείς κατασκευές οι οποίες ονομάζονται χτένια. Τα χτένια αποτελούνται από τρία βράκτια φύλλα τα οποία περικλείουν τελείως και προστατεύουν τον ανθοφόρο οφθαλμό. Κάθε άνθος αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Τα τρία βράκτια φύλλα.
2. Τον κάλυκα με πέντε μικρά ακανόνιστα σέπαλα ενωμένα στη βάση.
3. Τη στεφάνη με πέντε πέταλα. Τα πέταλα την ημέρα που γίνεται η άνθηση έχουν χρώμα μπεζ ενώ μετά τη γονιμοποίηση το χρώμα γίνεται κόκκινο και στη συνέχεια η στεφάνη μαραίνεται και πέφτει.
4. Τους στήμονες, ο αριθμός των οποίων κυμαίνεται από 90 έως 100. Αναπτύσσονται πάνω σε μία σωληνωτή θήκη που περιβάλλει εντελώς το στύλο.
5. Τον ύπερο, δηλαδή μια μικρή κωνική πολύχωρη ωοθήκη, το στύλο και το στίγμα. Οι χώροι της ωοθήκης είναι συνήθως 4 με 5 και μέσα στον κάθε χώρο σχηματίζονται 8 με 12 ωάρια από τα οποία προκύπτουν κατά μέσο όρο 9 σπόροι.

Καρύδια

Οι καρποί του βαμβακιού ονομάζονται καρύδια. Είναι κάψες που συνήθως έχουν σφαιρικό ή ωοειδές σχήμα, δερματώδη εμφάνιση και χρώμα ανοιχτό πράσινο. Το μέγεθος και βάρος τους επηρεάζεται εκτός από τον γενότυπο και από κλιματολογικούς, εδαφικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Το βάρος του κάθε καρυδιού στα upland βαμβάκια κυμαίνεται από 3-10gr. Όταν τα καρύδια ωριμάσουν σχίζονται στο σημείο ένωσης των καρπόφυλλων και το σύσπορο βαμβάκι συγκρατείται στη βάση τους.

Σπόρος

Οι σπόροι περιβάλλονται από ίνες και συνήθως χνούδι. Ο ώριμος σπόρος έχει σχήμα απιοειδές με μήκος 6-12mm και βάρος 0,1-0,13gr. Οι σπόροι είναι προσκολλημένοι στο εσωτερικό του καρυδιού και συνήθως υπάρχουν 8 σπόροι σε κάθε χώρο.

Ίνες

Οι ίνες του βαμβακιού είναι επιμήκυνση ενός κυττάρου της επιδερμίδας του σπόρου. Όσο τα καρύδια είναι κλειστά οι ίνες είναι ζωντανά κύτταρα, τα οποία βρίσκονται σε σπαργή και οι ίνες έχουν κυλινδρική μορφή. Με το άνοιγμα όμως των καρυδιών ξηραίνονται και πεθαίνουν και η ίνα παίρνει πεπλατησμένη μορφή και παρουσιάζει αναδιπλώσεις.

Αύξηση και ανάπτυξη

Η πορεία ανάπτυξης του φυτού του βαμβακιού μπορεί να διακριθεί σε 5 βασικά στάδια:

1. Φύτρωμα - εμφάνιση κοτυληδόνων
2. Πρώτη ανάπτυξη - διαμόρφωση της φυτοστοιβάδας
3. Σχηματισμός ανθοφόρων οφθαλμών – έναρξη άνθησης
4. Άνθηση – έναρξη καρποφορίας
5. Ανάπτυξη και ωρίμανση των καρυδιών

Το βαμβάκι είναι φυτό συνεχούς ανάπτυξης (η βλαστική αύξηση συνεχίζεται ενώ εμφανίζονται άνθη και καρποί) οπότε μεταξύ των σταδίων 3,4 και 5 παρουσιάζονται αλληλοεπικαλύψεις.

Οικολογικές απαιτήσεις

Κλίμα

Το βαμβάκι για ικανοποιητική παραγωγή έχει ανάγκη από βλαστική περίοδο 170-200 ημερών, με σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Το κλίμα της Ελλάδας λόγω της γεωγραφικής θέσης και του εδαφικού αναγλύφου είναι πολύ ασταθές. Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν στο κρίσιμο στάδιο του ανοίγματος καρυδιών είναι ο σημαντικότερος παράγοντας ο οποίος καθορίζει εάν μια περιοχή είναι κατάλληλη για βαμβακοκαλλιέργεια ή όχι.

Η κατώτερη θερμοκρασία για το φύτευμα και την πρώτη ανάπτυξη είναι 14-15°C, η άριστη θερμοκρασία για τα μετέπειτα στάδια ανάπτυξης 28-30°C και η ανώτερη 38-39°C.

Για να καλλιεργηθεί το βαμβάκι χωρίς άρδευση χρειάζεται ετήσια βροχόπτωση 450-500mm, από τα οποία τα 200mm πρέπει να πέσουν κατά την περίοδο ανάπτυξης. Με μικρότερη βροχόπτωση απαιτείται συμπλήρωση νερού με άρδευση.

Το βαμβάκι απαιτεί άφθονο φωτισμό για την ανάπτυξή του. Η έλλειψη φωτισμού κάνει τα φυτά μονοστέλεχα, καθυστερεί την ανάπτυξη των καρποφόρων κλάδων και ευνοεί την καρπόπτωση. Η ηλιοφάνεια στη χώρα μας είναι ικανοποιητική για την ανάπτυξη του φυτού σε όλα τα στάδια.

Έδαφος

Το βαμβάκι μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα μέσης μηχανικής σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία και μέσης γονιμότητας. Επίσης πρέπει να έχουν επαρκές βάθος καθώς το βαμβάκι είναι βαθύριζο φυτό. Πρέπει να αποφεύγονται τα πολύ υγρά και συνεκτικά με περιορισμένη στράγγιση εδάφη, τα πολύ άγονα και αμμώδη, τα πολύ όξινα ή αλατούχα. Το καλύτερο pH για το βαμβάκι είναι 6,5-7,5. Σε pH μικρότερο από 6 τα στοιχεία N, P, K, Ca, Mg και S γίνονται λιγότερο διαθέσιμα ενώ αντίθετα τα Mn, Zn, Fe και Cu γίνονται περισσότερο διαθέσιμα. Θεωρείται ότι το βαμβάκι είναι καλλιέργεια ανθεκτική στα άλατα και δεν επηρεάζεται από τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας μέχρι 7,7dS/m.

Καλλιεργητική τεχνική

Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει συνίσταται και στην καλλιέργεια του βαμβακιού. Ως το καταλληλότερο σύστημα αμειψισποράς θεωρείται βαμβάκι (2 με 3 χρόνια) – χειμερινό σιτηρό (1 χρόνο). Με το σύστημα αυτό μειώνεται ο πληθυσμός των πολυετών ζιζαζίων και περιορίζονται ασθένειες όπως η αδρομύκωση. Η παρεμβολή ψυχανθούς βελτιώνει τη γονιμότητα με την αζωτοδέσμευση. Δεν συνιστάται να καλλιεργείται βαμβάκι μετά από ρύζι λόγω της μεγάλης υγρασίας του εδάφους.

Διαχείριση φυτικών υπολειμάτων

Τα φυτικά υπολείματα πρέπει να ενσωματώνονται στο έδαφος για τη διατήρηση της οργανικής ουσίας και όχι να καίγονται. Εάν προηγήθηκε καλλιέργεια χειμερινού σιτηρού ή ψυχανθούς τότε ένα όργωμα το φθινόπωρο είναι αρκετό για την ενσωμάτωση. Εάν η προηγούμενη καλλιέργεια είναι βαμβάκι ή καλαμπόκι επιβάλλεται πριν την ενσωμάτωση ο τεμαχισμός των υπολειμάτων με στελεχοκόπτη.

Κατεργασία του εδάφους

Η κατεργασία του εδάφους περιλαμβάνει εργασίες όπως υπεδαφοκαλλιέργεια κάθε 3 με 4 χρόνια, ισοπέδωση, όργωμα, καταστροφή ζιζανίων το χειμώνα, προετοιμασία της σποροκλίνης και κατασκευή αναχωμάτων.

Σημασία των θρεπτικών στοιχείων

Άζωτο

Το άζωτο επηρεάζει περισσότερο την απόδοση του βαμβακιού και λιγότερο την ποιότητα των ινών. Έλλειψη αζώτου μειώνει τόσο τη βλαστική ανάπτυξη όσο και την καρποφορία. Τα φυτά παρουσιάζουν καχεκτική ανάπτυξη, τα παλιά φύλλα αποκτούν πρασινοκίτρινο χρωματισμό και πέφτουν πρόωρα και παρατηρείται πτώση καρποφόρων οργάνων με αποτέλεσμα μειωμένες αποδόσεις. Επαρκής ποσότητα αζώτου αυξάνει τη βλαστική ανάπτυξη, το δείκτη φυλλικής επιφάνειας, την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη και την ένταση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών. Επιμηκύνει επίσης την περίοδο καρποφορίας με συνέπεια το σχηματισμό περισσότερων ανθοφόρων κλάδων, ανθέων και καρυδιών. Αυξάνει το βάρος των σπόρων και συνεπώς το βάρος των καρυδιών. Υπερβολική ποσότητα αζώτου ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη σε βάρος της καρποφορίας, καθυστερεί την ωρίμανση, προκαλεί ανθόρροια και καρπόρροια. Επίσης το πολύ άζωτο δημιουργεί υδαρείς ιστούς και τα φυτά γίνονται ευαίσθητα σε ασθένειες και έντομα.

Φώσφορος

Είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και για την πρωίμιση της παραγωγής. Έλλειψη φωσφόρου στην αρχή της βλαστικής περιόδου έχει αρνητικές

συνέπειες όπως νανισμός, βαθυπράσινο χρώμα στα φύλλα και εμφάνιση κηλίδων με χρώμα σκουριάς στην περιφέρεια των φύλλων.

Κάλιο

Η επάρκεια του καλίου είναι σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη του βαμβακιού, γιατί αυξάνει τη φυλλική επιφάνεια, προάγει τη φωτοσύνθεση, μειώνει τη διαπνοή, περιορίζει την οψιμότητα από περίσσεια αζώτου ή την πρωιμότητα από περίσσεια φωσφόρου. Τροφοπενία καλίου δημιουργεί κιτρινοπράσινα φύλλα με κίτρινες κηλίδες αναμεσα στις νευρώσεις.

Λοιπά μακροστοιχεία

Το βαμβάκι χρειάζεται πολύ ασβέστιο καθόλη τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Αυξάνει τη ζωηρότητα των φυταρίων και προφυλάσσει την καλλιέργεια από ασθένειες.

Απαραίτητο στοιχείο για το βαμβάκι είναι και το θείο, έλλειψη του οποίου προκαλεί κιτρίνισμα των φύλλων, μικρή ανάπτυξη των φυτών με λίγα καρύδια. Επίσης σημαντικό είναι και το μαγνήσιο έλλειψη του οποίου προκαλεί μεσονεύρια χλώρωση, ανάπτυξη ερυθροκυανού χρώματος και πρόωρη φυλλόπτωση.

Μικροστοιχεία

Η καλλιέργεια του βαμβακιού στη χώρα μας έχει περισσότερο ανάγκη τα: Fe, B, Mn και Zn.

Έλλειψη σιδήρου δημιουργεί χλώρωση αρχικά των φύλλων της κορυφής, η οποία στη συνέχεια επεκτείνεται και στα υπόλοιπα. Το βόριο είναι απαραίτητο για το σχηματισμό των καρυδιών. Έλλειψή του εμφανίζεται σε εδάφη με υψηλό pH και συμπτώματά της είναι ο νανισμός, η νέκρωση των οφθαλμών και η πτώση των χτενιών. Τα συμπτώματα έλλειψης μαγγανίου εμφανίζονται στα ανώτερα νεαρά φύλλα με μορφή νεκρώσεων, ενώ οι νευρώσεις παραμένουν πράσινες.

2.2. Καλαμπόκι



Γενικά

Το καλαμπόκι ή αραβόσιτος (*Zea mays*) είναι το τρίτο σε σπουδαιότητα σιτηρό στον κόσμο, μετά το σιτάρι και το ρύζι. Θεωρείται φυτό της Αμερικής και κατά γενική άποψη αναφέρεται ότι εξημερώθηκε πριν από 7.000-10.000 χρόνια στο Νότιο Μεξικό. Στη συνέχεια εξαπλώθηκε ταχύτατα στη Νότια και Βόρεια Αμερική. Στην Ευρώπη αναφέρεται πως μεταφέρθηκε από τον Κολόμβο το 1493. Το καλαμπόκι καλλιεργείται σε όλες τις χώρες του κόσμου. Προσαρμόζεται σε ευρύ φάσμα κλιματολογικών συνθηκών λόγω των πολλών διαφορετικών τύπων του, οι οποίοι έχουν βιολογικό κύκλο από 2 έως 11 μήνες. Η καλλιέργειά του εκτείνεται από 50°ΒΠ μέχρι 40°ΝΠ. Στην Ευρώπη καλλιεργείται στη Γαλλία, την Ιταλία, Ρουμανία, Ουκρανία, Σερβία, Ρωσία, Ισπανία και Γερμανία. Οι αποδόσεις κυμαίνονται ευρύτατα μεταξύ των διαφόρων χωρών και φτάνει μέχρι 1.500kg/στρ.

Στη χώρα μας μέχρι και τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο το καλαμπόκι καταλάμβανε σημαντικές εκτάσεις περίπου 2.500.000 στρέμματα καθώς χρησιμοποιούνταν για την παρασκευή ψωμιού. Μετά το 1960 παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση της συνολικής έκτασης με παράλληλα αύξηση όμως της συνολικής παραγωγής με την εισαγωγή των

διπλών υβριδίων και βελτίωση της καλλιεργητικής τεχνικής. Από το 1980 και μετά παρατηρήθηκε νέα αύξηση με την εισαγωγή των πολύ αποδοτικών απλών υβριδίων.

Το καλαμπόκι έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό για ικανοποιητική παραγωγή και στη χώρα μας καλλιεργείται αποκλειστικά σε αρδευόμενες εκτάσεις με αφθονία νερού όπως στη Μακεδονία, τη Θράκη και τη Δυτική Στερεά Ελλάδα. Καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό του και δευτερευόντως για παραγωγή βιομάζας. Ο καρπός χρησιμοποιείται κυρίως ως ζωοτροφή, μια σημαντική όμως ποσότητα καταναλώνεται από τον άνθρωπο.

Το καλαμπόκι είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό και το πρώτο γενετικό υλικό που καλλιεργήθηκε ήταν οι πληθυσμοί, προϊόν ελεύθερης διασταύρωσης. Η διαπίστωση της υψηλής ετέρωσης που παρουσιάζει το καλαμπόκι και η δημιουργία των υβριδίων θεωρείται το σπουδαιότερο γεγονός στην καλλιέργεια του καλαμποκιού. Τα απλά υβρίδια παράγονται από τη διασταύρωση δύο καθαρών σειρών και τα διπλά υβρίδια από τη διασταύρωση δύο απλών υβριδίων. Τα υβρίδια είναι πολύ παραγωγικότερα από τους πληθυσμούς, έχουν όμως μικρότερη προσαρμοστικότητα και περισσότερες απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες και γονιμότητα εδάφους.

Το καλαμπόκι παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία τύπων. Ανάλογα με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, τη δομή και τις ιδιότητες του αμύλου του κόκκου διακρίνουμε 6 βασικούς τύπους. Αυτοί είναι: το μικρόκοκκο (pop), το σκληρό (flint), το οδοντόμορφο (dent), το αλευρώδες (floury), το γλυκό (sweet) και το ενδεδυμένο (pod).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ριζικό σύστημα

Η μορφή του ριζικού συστήματος του καλαμποκιού είναι θυσσανώδης και έχει τριών ειδών ρίζες: τις εμβρυακές, τις μόνιμες και τις εναέριες. Οι εμβρυακές ρίζες διακρίνονται στην πρωτογενή εμβρυακή ρίζα και στις δευτερογενείς που είναι συνήθως 3 έως 5, οι καταβολές τους υπάρχουν στο έμβρυο και έτσι αναπτύσσονται από το σπόρο κατά το φύτεμα. Οι μόνιμες ρίζες εκφύονται από τους πρώτους κόμβους του στελέχους που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και αποτελούν τον κύριο όγκο του ριζικού συστήματος ο οποίος και βρίσκεται στα πρώτα 30-50cm του εδάφους. Οι εναέριες ρίζες εκφύονται από τους πρώτους 2-3 κόμβους πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, κατά το τελευταίο στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης, συνήθως μετά την έκπτυξη της φόβης. Όσες από αυτές επιμηκυνθούν και κατορθώσουν να εισχωρήσουν στο έδαφος, μπορούν να αποκτήσουν τη φυσιολογική λειτουργία των ριζών.

Βλαστός

Ο βλαστός ή καλάμι έχει συνήθως 8-21 μεσογονάτια ανάλογα με το γενότυπο και είναι εσωτερικά γεμάτος με εντεριώνη. Το μήκος του κυμαίνεται από 0,6-5m και η διάμετρος από 1,3-5cm. Τα μεσογονάτια είναι μεγαλύτερα σε μήκος και σχεδόν κυλινδρικά στο επάνω μέρος του φυτού, ενώ βραχύτερα και φέρουν αυλάκια στο κατώτερο τμήμα. Σε κάθε κόμβο του στελέχους εκτός από τον υψηλότερο υπάρχει ένας οφθαλμός. Οι οφθαλμοί που βρίσκονται στο μέσο και ανώτερο τμήμα του φυτού, όταν εκπτυχθούν παράγουν βλαστούς στους οποίους στη συνέχεια θα σχηματιστούν οι σπάδικες, ενώ εκείνου που βρίσκονται κοντά ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους μπορούν να παράγουν αδέρφια. Το αδέρφωμα θεωρείται γενικά ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό στο καλαμπόκι. Τα καινούργια υβρίδια του οδοντόμορφου καλαμποκιού σπάνιο σχηματίζουν αδέρφια.

Φύλλα

Τα φύλλα του καλαμποκιού αναπτύσσονται ανά ένα σε κάθε κόμβο. Το ανεπτυγμένο φύλλο αποτελείται από το έλασμα και τον κολεό. Μεταξύ του κολεού και του ελάσματος υπάρχει ένα διαφοροποιημένο τμήμα που καλείται κολάρο. Σε ορισμένους γενότυπους στο σημείο συνένωσης του κολεού με το έλασμα σχηματίζεται ανεπτυγμένο γλωσσίδιο. Το μήκος του ελάσματος κυμαίνεται από 30-150cm και το πλάτος από 4-15cm. Ο αριθμός των φύλλων ποικίλλει από 8-48, εξαρτάται από το γενότυπο και είναι ανάλογος του μήκους του βιολογικού κύκλου. Οι νευρώσεις του φύλλου είναι παράλληλες. Στην πάνω επιφάνεια του ελάσματος υπάρχουν τρίχες και μεγάλα στομάτια ενώ η κάτω επιφάνεια είναι λεία τα στομάτια μικρότερα αλλά περισσότερα σε αριθμό.

Άνθη-ταξιανθίες

Το καλαμπόκι είναι το μόνο αγρωστώδες που είναι φυτό μόνοικο και δικλινές. Τα θηλυκά και τα αρσενικά άνθη σχηματίζουν χωριστές ταξιανθίες στο ίδιο φυτό. Η αρσενικά ταξιανθία είναι φόβη, σχηματίζεται στη κορυφή του φυτού και ο κεντρικός της άξονας είναι προέκταση του άκρου του βλαστού. Η θηλυκή ταξιανθία που ονομάζεται σπάδικας, είναι στάχης και σχηματίζεται στο άκρο μικρών πλευρικών διακλαδώσεων του κεντρικού στελέχους.

Ο σπάδικας είναι στάχυς με παχυμένη τη ράχη. Τα σταχύδια κατά ζεύγη είναι κατανεμημένα σε όλο το μήκος του σπάδικα. Κάθε σπάδικας περιφερειακά φέρει συνήθως από 4-15 σειρές ζευγών σταχυδίων. Ο αριθμός των σταχυδίων κατά μήκος του σπάδικα κυμαίνεται από 30-70.

Κάθε θηλυκό άνθος έχει 3 υποτυπώδεις στήμονες και έναν ύπερο. Ο ύπερος αποτελείται από την ωοθήκη και έναν επιμήκη νηματοειδή στήλο. Μετά την επικονίαση οι στήλη ξηραίνονται. Ο αριθμός των θηλυκών ταξιανθιών (σπαδικών) είναι συνήθως 1-3.

Ώριμος σπάδικας και καρπός

Οι σπάδικες έχουν πάντα ζυγό αριθμό κόκκων. Η ράχη του σπάδικα, στο σημείο που είναι τοποθετημένοι οι κόκκοι, είναι λευκοί ή έγχρωμοι. Ο καρπός του καλαμποκιού είναι καρύοψη, όπως και στα άλλα σιτηρά. Αποτελείται από το περικάρπιο και το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Το ενδοσπέρμιο αποτελεί περίπου το 80% του κόκκου. Μακροσκοπικά διακρίνεται σε ένα τμήμα αδιαφανές, με αλευρώδη εμφάνιση (αλευρώδες ενδοσπέρμιο) και ένα τμήμα διαφανές με υαλώδη εμφάνιση (υαλώδες ενδοσπέρμιο). Το ποσοστό συμμετοχής των δύο αυτών ειδών ενδοσπερμίου και η κατανομή τους στον κόκκο χρησιμοποιούνται στη διάκριση των διαφόρων τύπων καλαμποκιού όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Οικολογικές απαιτήσεις

Θερμοκρασία

Το καλαμπόκι χαρακτηρίζεται ως φυτό των θερμών περιοχών όχι όμως των πολύ θερμών. Δεν μπορεί να αναπτυχθεί όταν η μέση θερμοκρασία του καλοκαιριού είναι μικρότερη από 19°C ή όταν η μέση νυχτερινή θερμοκρασία του καλοκαιριού είναι μικρότερη από 15°C. Για το φύτερωμα χρειάζεται θερμοκρασία μεγαλύτερη από 10°C. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης κυμαίνεται από 24-30°C. Μπορεί να αναπτυχθεί και με υψηλότερες θερμοκρασίες, αλλά τότε απαιτείται επάρκεια νερού καθόλη τη διάρκεια της ανάπτυξης. Γενικά από τη θερμοκρασία επηρεάζεται κυρίως η διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης. Όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές επιβραδύνεται ο ρυθμός ανάπτυξης με συνέπεια να παραρτηρείται οψίμιση.

Υγρασία

Το καλαμπόκι παρόλο που έχει μικρότερο συντελεστή διαπνοής από αρκετά καλλιεργούμενα φυτά εντούτοις έχει μεγάλες ανάγκες σε νερό, λόγω της μεγάλης ποσότητας ξηράς ουσίας που σχηματίζει. Παράλληλα όμως υποφέρει από την κατάκλυση με νερό, ιδίως στα βαριά εδάφη. Για να αποδώσει ικανοποιητικά χρειάζεται άφθονη υγρασία εδάφους καθόλη τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Για ικανοποιητική απόδοση, η βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης πρέπει να είναι 450 έως 600mm. Σε περιοχές όπως στη χώρα μας, όπου η βροχόπτωση είναι περιορισμένη κατά τους θερινούς μήνες, η άρδευση είναι απαραίτητη.

Φωτοπερίοδος και ένταση φωτισμού

Το καλαμπόκι θεωρείται φυτό βραχείας φωτοπεριόδου. Οι ημέρες μεγάλου μήκους επιμηκύνουν τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης, αυξάνουν το μέγεθος και τον αριθμό των φύλλων και καθυστερούν την εμφάνιση των ταξιανθιών. Αντίθετα οι ημέρες μικρού μήκους επιταχύνουν την άνθηση και περιορίζουν τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών.

Εδαφικές απαιτήσεις

Το καλαμπόκι προσαρμόζεται σε διάφορους τύπους εδαφών. Τα καλύτερα όμως αποτελέσματα δίνει σε εδάφη πυλώδη έως ιλυοπυλώδη. Τα αμμώδη εδάφη δεν θεωρούνται κατάλληλα, γιατί συνήθως έχουν μικρή γονιμότητα, ξηραίνονται εύκολα και χρειάζονται μεγάλη ποσότητα νερού άρδευσης. Στα συνεκτικά εδάφη δημιουργούνται προβλήματα κακού αερισμού που επηρεάζουν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

Το pH των εδαφών που είναι κατάλληλο για το καλαμπόκι κυμαίνεται από 5,6 έως 7,5 με άριστο το 6,8. Θεωρείται μέτρια ευαίσθητο είδος σε σχέση με την αντοχή του στην αλατότητα του εδάφους. Ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους 1,7mS/cm είναι το όριο πέρα από το οποίο η απόδοση ελαττώνεται γραμικά. Ποσοστιαία μείωση της απόδοσης κατά 50% παρατηρείται σε ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους 7 - 8mS/cm. Η αυξημένη αλατότητα στο έδαφος καθυστερεί τη βλάστηση του σπόρου, μειώνει τη βλαστική ανάπτυξη και οδηγεί σε αύξηση του μεσοδιαστήματος από την άνθηση των αρσενικών έως την άνθηση των θηλυκών ανθέων. Επιπλέον οι αναπτυσσόμενοι σπάδικες είναι μικρότεροι.

Καλλιεργητική τεχνική

Αμειψισπορά

Το καλαμπόκι είναι φυτό που εξαντλεί το έδαφος, γιατί απορροφά πολλά θρεπτικά στοιχεία. Επίσης διαταράσσει την ισορροπία C/N στο έδαφος, επειδή αφήνει υπολείμματα πλούσια σε κυτταρίνες. Γενικά η αμειψισπορά με την παρεμβολή ενός ψυχανθούς είναι γνωστό ότι αυξάνει τις αποδόσεις. Τα ευνοϊκά αποτελέσματα της αμειψισποράς είναι πιο εμφανή σε εδάφη που δεν στραγγίζουν καλά και όταν εφαρμόζεται μειωμένη κατεργασία. Τα τελευταία χρόνια όμως, διεθνώς και στη χώρα μας, υπάρχει η τάση για μονοκαλλιέργεια καλαμποκιού χωρίς σημαντική μείωση των αποδόσεων. Παράλληλα όμως εφαρμόζονται μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και γίνεται επιμελημένη ζιζανιοκτονία και έλεγχος των εχθρών και ασθενειών του φυτού. Η αμειψισπορά όμως κρίνεται επιβεβλημένη στα πλαίσια της μείωσης του κόστους και της εφαρμογής καλλιέργειας φιλικής προς το περιβάλλον.

Κατεργασία του εδάφους

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος κατεργασίας του εδάφους είναι ο παραδοσιακός. Κατά αυτών, η πρώτη φροντίδα είναι η διαχείριση των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, όταν αυτή ήταν καλαμπόκι ή βαμβάκι. Γίνεται τεμαχισμός αυτών με στελεχοκόπτη ή δισκοσβάρνα για να είναι ευκολότερη η ενσωμάτωση. Ορισμένοι παραγωγοί για να διευκολυθεί το όργωμα καίνε τα υπολείμματα του καλαμποκιού. Στη συνέχεια απαραίτητο θεωρείται το φθινοπωρινό όργωμα με το οποίο γίνεται η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων. Με το όργωμα επίσης περιορίζεται η επιφανειακή απορροή του νερού των βροχών και δημιουργείται καλή δομή στα βαριά εδάφη με τον θρυμματισμό των μεγάλων σβόλων. Τον Απρίλιο πριν τη σπορά γίνεται ένα δισκοσβάρνισμα, που ακολουθείται από καλλιεργητή, με τα οποία ψιλοχωματίζεται το έδαφος και ενσωματώνονται τα λιπάσματα, τα ζιζανιοκτόνα και τα εντομοκτόνα εδάφους.

Σημασία των θρεπτικών στοιχείων

Αζωτο

Είναι ένα από τα κυριότερα στοιχεία για την ανάπτυξη του καλαμποκιού, αφού αποτελεί συστατικό των αμινοξέων, των πρωτεϊνών, της χλωροφύλλης και των νουκλεϊνικών οξέων (DNA, RNA). Το άζωτο ευνοεί τη ζωηρή ανάπτυξη ιδιαίτερα στα

πρώτα στάδια και προσδίδει στα φυτά σκούρο πράσινο χρώμα. Η έλλειψη του αζώτου, έχει σοβαρά αρνητικά αποτελέσματα, αφού τα φυτά γίνονται αδύναμα και καχεκτικά, χλωρωτικά (κιτρινισμένα φύλλα), με χαμηλές αποδόσεις. Η υπερβολική χρήση είναι δυνατόν να δημιουργήσει σοβαρές επιπτώσεις στην καλλιέργεια όπως υδαρή φυτά, πλάγιασμα, οψίμιση και μείωση της ποιότητας.

Φώσφορος

Είναι απαραίτητος για τα φυτά στις λειτουργίες της φωτοσύνθεσης, της αναπνοής και της κυτταροδιαίρεσης. Συμβάλει σημαντικά στη δημιουργία ενός πλούσιου ριζικού συστήματος και στη μεταφορά των θρεπτικών ουσιών από τις ρίζες, στους βλαστούς και τα φύλλα. Είναι δυνατό σε ορισμένες περιπτώσεις να αυξήσει την ανθεκτικότητα των φυτών σε ασθένειες. Με εξαίρεση το άζωτο, η απόδοση του καλαμποκιού μειώνεται περισσότερο με την έλλειψη φωσφόρου παρά οποιουδήποτε άλλου θρεπτικού στοιχείου. Σε έλλειψη P τα φυτά γίνονται καχεκτικά και συχνά τα παλιά φύλλα παίρνουν ένα βαθυπράσινο χρωματισμό. Οι βλαστοί παίρνουν συχνά ένα ερυθρωπό χρωματισμό γιατί ευνοείται ο σχηματισμός ανθοκυανών.

Κάλιο

Ο ρόλος του είναι κυρίως να ενεργοποιεί και να ρυθμίζει τη δράση πολλών ενζύμων. Είναι απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση, για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και για τη μετατόπιση των βαρέων μετάλλων μέσα στο φυτό. Ρυθμίζει την οικονομία του νερού και βελτιώνει την ποιότητα των καρπών. Είναι απαραίτητο γιατί παίζει ρόλο καταλυτικό σε ένα μεγάλο μέρος βιοχημικών αντιδράσεων (πολυμερισμό υδατανθράκων), βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων, αυξάνει τη αντοχή σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (ασθένειες, ξηρασία).

Το κάλιο κινείται εύκολα μέσα στο φυτό και τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται πρώτα στα παλιά φύλλα. Αρχίζουν μ' ένα κιτρίνισμα που εξελίσσεται σε νέκρωση και προχωρεί απ' την κορυφή σ' όλη την περιφέρεια του φύλλου. Σε περίπτωση έλλειψης K η φωτοσύνθεση μειώνεται, ενώ η αναπνοή αυξάνει με αποτέλεσμα την εξασθένηση του φυτού.

Λοιπά μακροστοιχεία

Το ασβέστιο (Ca) σαν συστατικό της κυτταρικής μεμβράνης συντελεί στη σταθεροποίηση της κυτταρικής δομής του φυτού. Βοηθά την ανάπτυξη της ρίζας και των φύλλων, ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα και προάγει τη σύνθεση των πρωτεϊνών. Είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της περατότητας των μεμβρανών. Σε περίπτωση έλλειψης Ca, η μεμβράνη που ελέγχει την πρόσληψη των θρεπτικών (πλασμαλήμμα) χάνει το χαρακτήρα επιλεκτικότητας (γίνεται δηλαδή περατή σ' όλα τα ιόντα). Σε έλλειψη Ca παρατηρείται αναστολή στην αύξηση του ριζικού συστήματος και σε προχωρημένο στάδιο ο ακραίος οφθαλμός νεκρώνεται.

Το μαγνήσιο (Mg) βρίσκεται στη χλωροφύλλη (φωτο-σύνθεση) και κατά δεύτερο λόγο στα σπέρματα και τους καρπούς. Μετακινείται εύκολα μέσα στο φυτό, γι' αυτό και τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται πρώτα στα παλιά φύλλα. Τα φύλλα εμφανίζουν μεσονεύρια κατά κηλίδες χλώρωση που καταλήγει σε νέκρωση.

Ιχνοστοιχεία

Ο σίδηρος (Fe) αποτελεί συστατικό πολλών ενζύμων που καταλύουν αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Οποσδήποτε σχετίζεται με την παραγωγή και τη σταθερότητα της χλωροφύλλης. Το μεγαλύτερο ποσοστό του Fe (>80%) βρίσκεται στους χλωροπλάστες (φυτοφεριτίνη, φερεδοξίνη). Σε έλλειψη Fe αυξάνουν οι διαλυτές ενώσεις του N σε βάρος των πρωτεϊνών, τα νεαρά φύλλα παρουσιάζουν έντονη μεσονεύρια χλώρωση ενώ τα νεύρα παραμένουν πράσινα.

Το μαγγάνιο (Mn) είναι συστατικό πολλών ενζύμων, ενεργοποιεί πολλά άλλα ένζυμα, καταλύει τον σχηματισμό της χλωροφύλλης και την αναγωγή των νιτρικών (όπως ο Fe). Επιταχύνει το φύτευμα αλλά και την ωρίμανση. Η τροφопενία Mn εμφανίζεται πρώτα στα νεαρά φύλλα σε μορφή μεσονεύριας χλώρωσης. Στα αγροστώδη όπως το καλαμπόκι εμφανίζονται μαύρες κηλίδες στη βάση των νεαρών φύλλων.

Ο χαλκός (Cu) συμμετέχει στο σχηματισμό της χλωροφύλλης (το 80% του Cu βρίσκεται στους χλωροπλάστες) και αποτελεί ενεργό στοιχείο πολλών οξειδωτικών ενζύμων. Είναι συστατικό πολλών πρωτεϊνών.

Ο ψευδάργυρος (Zn) σχηματίζει γέφυρες στις ενζυμικές αντιδράσεις. Είναι συστατικό πολλών ενζύμων. Συμμετέχει στον σχηματισμό του αμύλου και των πρωτεϊνών. Σε έλλειψή του παρατηρείται ελάττωση του RNA με συνέπεια την μείωση της σύνθεσης των πρωτεϊνών και την αύξηση της γλυκόζης, του μη πρωτεϊνικού N και του DNA. Τα

κυριότερα συμπτώματα απ' την έλλειψή του είναι η μικροφυλλία και η βραχυγονάτωση.

2.3. Ρύζι



Γενικά

Το ρύζι είναι το δεύτερο σπουδαιότερο σιτηρό στον κόσμο μετά από το σιτάρι και αποτελεί το κυριότερο φυτό παραγωγής τροφής για τον άνθρωπο. Καλλιεργείται κυρίως στην Ασία, όπου καταλαμβάνει πάνω από το 90% των εκτάσεων που καλλιεργούνται με ρύζι παγκοσμίως. Μικρότερες εκτάσεις καλλιεργούνται στη Λατινική Αμερική και την Αφρική. Οι κυριότερες περιοχές με μεσογειακό κλίμα όπου καλλιεργείται το ρύζι είναι η Ν. Ευρώπη, η Αίγυπτος, το Ιράν, οι ΗΠΑ και η Αυστραλία. Στην Ευρώπη οι δύο χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ρυζιού είναι η Ιταλία και η Ισπανία και ακολουθούν με μεγάλη διαφορά η Ουκρανία, η Ελλάδα και η Πορτογαλία. Πάνω από το 80% της παραγωγής ρυζιού αφορά ρύζι ποικιλιών *indica* και το υπόλοιπο ποικιλιών *japonica*. Το ρύζι καλλιεργείται με διάφορους τρόπους ανάλογα με τις τοπογραφικές συνθήκες κάθε περιοχής. Η πλειονότητα του ρυζιού αρδεύεται και

διεθνώς ονομάζεται paddy ρύζι. Είναι εντατικοποιημένη μορφή καλλιέργειας και από αυτήν παράγεται το 75% της παγκόσμιας ποσότητας ρυζιού. Σε αυτόν τον τρόπο καλλιέργειας εφαρμόζονται προηγμένες τεχνολογίες παραγωγής. Η υπόλοιπη ποσότητα καλλιεργείται σε μη αρδευόμενες εκτάσεις οι οποίες δέχονται ικανοποιητικές βροχοπτώσεις όπως οι τροπικές περιοχές όπου η καλλιεργητική περίοδος συμπίπτει με τις βροχές των μουσώνων. Το ρύζι αποτελεί μια από τις δυναμικότερες καλλιέργειες στη χώρα μας. Τα τελευταία χρόνια η καλλιεργήσιμη έκταση με ρύζι είναι περίπου 250.000στρ και απαντάται κυρίως στους νομούς Θεσσαλονίκης (51%), Σερρών (16%) και λιγότερο στους νομούς Καβάλας, Ημαθίας, Φθιώτιδας, Αιτωλοακαρνανίας και Πιερίας. Η μέση απόδοση τα τελευταία χρόνια είναι 753kg/στρ με υψηλότερη στο νομό Θεσσαλονίκης και μικρότερη στις άλλες περιοχές. Η Ελλάδα κατατάσσεται στις τέσσερις χώρες με την υψηλότερη απόδοση στον κόσμο. Στη χώρα μας το ρύζι καλλιεργείται κυρίως με κατάκλυση κυρίως σε αλατούχα παθογενή εδάφη, τα οποία είναι ακατάλληλα για άλλες καλλιέργειες. Καλλιεργείται όμως και σε μη παθογενή εδάφη σε περιοχές με επάρκεια νερού.

Οικότυποι ρυζιού

Το ρύζι ανήκει στο γένος *Oryza*. Το *Oryza sativa* είναι το κύριο είδος ρυζιού και πιθανώς κατάγεται από την νοτιοανατολική Ασία. Στο *Oryza sativa* διακρίνονται τρεις οικότυποι, η *indica*, η *japonica* και η *javanica*. Οι οικότυποι παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα μεταξύ τους. Ο *indica* είναι ιθαγενής των υγρών τροπικών και υποτροπικών περιοχών της Ασίας, ο *japonica* των εύκρατων και υποτροπικών περιοχών και ο *javanica* ορισμένων περιοχών της Ινδονησίας. Οι *indica* και *japonica* είναι οι πλέον διαδεδομένοι και παρουσιάζουν μεγάλες μορφολογικές διαφορές όπως και διαφορές στην ποιότητα των κόκκων.

Ο *indica* είναι μακρόκοκκος και γενικά υψηλόσωμος με όχι ισχυρά στελέχη, τα οποία παρουσιάζουν την τάση να πλάγιαζουν. Ο *japonica* αντίθετα έχει κόκκους με μικρό μήκος και τα στελέχη είναι κοντά, ισχυρά και αντέχουν στο πλάγιασμα. Ο *javanica* μορφολογικά μοιάζει με τον *japonica*.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το ρύζι παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τα χειμερινά σιτηρά παρότι είναι εαρινό σιτηρό. Το ριζικό σύστημα αποτελείται από μία εμβρυακή ρίζα και από πολυάριθμες μόνιμες ρίζες. Στο ρύζι που καλλιεργείται με κατάκλυση, όπως στη χώρα μας, ο

μεγαλύτερος όγκος του ριζικού συστήματος είναι συγκεντρωμένος στα πρώτα 10-20cm του εδάφους. Το ρύζι σχηματίζει και εναέριες ρίζες από κόμβους που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Τα φυτά παρουσιάζουν μεγάλη τάση αδελφώματος. Συνήθως σχηματίζονται 4-5 αδέλφια ανά φυτό στις συνήθεις πυκνότητες σποράς.

Το στέλεχος (καλάμι) είναι κενό εσωτερικά και φέρει 10-23 μεσογονάτια. Οι πρώιμες ποικιλίες έχουν λιγότερα μεσογονάτια συγκριτικά με τις όψιμες. Το ύψος των φυτών κυμαίνεται συνήθως από 60-180cm.

Τα φύλλα αποτελούνται από το έλασμα και τον κολεό. Ο κολεός είναι αρκετά επιμήκης και δεν περιβάλλει πλήρως σε όλο το μήκος του το αντίστοιχο τμήμα του στελέχους. Το έλασμα είναι επίμηκες, τραχύ στην υφή, δύσκαμπτο και φέρει στη βάση του ωτίδια τα οποία συνήθως έχουν μικρές τρίχες. Στο σημείο ένωσης του κολεού με το έλασμα σχηματίζεται γλωσσίδιο, που χαρακτηρίζεται από το μεγάλο μήκος του.

Η ταξιανθία του ρυζιού είναι φόβη, μήκους 10-25cm. Ο κεντρικός άξονας της φόβης είναι προέκταση του στελέχους. Η φόβη φέρει 8-10 κόμβους και 75-150 σταχίδια. Κάθε σταχίδιο αποτελείται συνήθως από ένα ανθίδιο. Τα ανθίδια περιέχουν 6 στήμονες, ύπερο με δισχιδές στίγμα και περιβάλλονται από το χιτώνα και τη λεπίδα. Το ρύζι είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό με ένα πολύ μικρό ποσοστό φυσικής σταυρογονιμοποίησης.

Ο κόκκος είναι καρύοψη και περιβάλλεται από τα λέπυρα, τα οποία παραμένουν ενωμένα με το σπόρο και μετά τον αλωνισμό.

Οικολογικές απαιτήσεις

Το ρύζι παρουσιάζει μεγάλη ικανότητα προσαρμογής. Θεωρείται φυτό των τροπικών και υποτροπικών περιοχών, το οποίο προσαρμόζεται όμως πολύ καλά στα εύκρατα κλίματα, όπου μάλιστα δίνει τις υψηλότερες αποδόσεις. Είναι φυτό απαιτητικό σε θερμοκρασία. Η μέση θερμοκρασία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τους 20°C σε όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου. Παρ'όλο ότι λόγω της τροπικής του προέλευσης αντέχει σε θερμοκρασίες μέχρι και 50°C, η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 30-32°C. Κατώτερη θερμοκρασία του εδάφους για το φύτεμα θεωρούνται οι 12-15°C, ανάλογα με την ποικιλία και του νερού οι 12°C. Άριστη θερμοκρασία για φωτοσύνθεση είναι οι 25-30°C.

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι σπουδαίος κλιματικός παράγοντας για την ανάπτυξη του ρυζιού και οι απαιτήσεις διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης. Περιορισμένη ηλιακή ακτινοβολία κατά τη φάση της βλαστικής ανάπτυξης έχει μικρή επίδραση στην απόδοση. Αντίθετα κατά την αναπαραγωγική φάση και κατά τη διάρκεια του γεμίσματος του κόκκου οι απαιτήσεις είναι μεγάλες. Περιορισμένη ηλιακή ακτινοβολία στα στάδια αυτά συντελεί σε μειωμένο αριθμό σταχυδίων και στη δημιουργία κενών σταχυδίων, με αποτέλεσμα σημαντική μείωση των αποδόσεων. Το ρύζι είναι φυτό βραχείας φωτοπεριόδου.

Οι ανάγκες του ρυζιού σε νερό είναι πολύ μεγάλες και από πολλούς ερευνητές χαρακτηρίζεται σαν ημι-υδρόβιο φυτό. Είναι το μόνο από τα σπουδαιότερα φυτά μεγάλης καλλιέργειας που μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές με στάσιμο νερό. Συνήθως καλλιεργείται με κατάκλυση. Σχεδόν καθόλη τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου αναπτύσσονται μέσα στο νερό και ουσιαστικά συμπεριφέρεται ως ένα υδρόφυτο. Οι περισσότερες ποικιλίες προσαρμόζονται σε αβαθείς συνθήκες νερού, μπορεί όμως να καλλιεργηθεί και σε συνθήκες μεγάλου βάθους. Το βάθος του νερού ρυθμίζεται με την άρδευση ή εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις, οπότε στην περίπτωση αυτή δεν είναι σταθερό. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις λαμβάνονται όταν το βάθος του νερού ρυθμίζεται περίπου στα 15cm ή λιγότερο.

Εδαφικές απαιτήσεις

Το ρύζι αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε μεγάλη ποικιλία εδαφών και σε ευρέα όρια οξύτητας και αλκαλικότητας του εδάφους (pH 5-7,5), παρ'όλο ότι τα καλύτερα εδάφη είναι τα ελαφρώς όξινα (pH 5,5-6,5). Σε εδάφη με υψηλό pH πιθανόν να δημιουργηθούν προβλήματα στην παραγωγή λόγω μειωμένης διαθεσιμότητας ορισμένων στοιχείων όπως είναι ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος. Συνεχής χρησιμοποίηση αζωτούχων λιπασμάτων σε αμμωνική μορφή είναι δυνατόν να προκαλέσει μείωση του pH μέχρι και 2 μονάδες.

Το ρύζι παρόλο που θεωρείται φυτό σχετικά ανθεκτικό στα άλατα, είναι πολύ ευαίσθητο σε ορισμένα στάδια του βιολογικού κύκλου όπως είναι το φύτερωμα, το αδελφωμα και το στάδιο διόγκωσης της ταξιανθίας. Μεταξύ των ποικιλιών παρουσιάζεται διαφορετική ευαισθησία στα άλατα. Τα νεαρά φυτά κατά το φύτερωμα είναι δυνατόν να ζημιωθούν με $EC_e=0,5dS/m$ αργότερα όμως γίνονται πιο ανθεκτικά και αναφέρεται ότι κατά την αναπαραγωγική φάση μπορούν να αντέξουν και μέχρι $EC_e=6dS/m$. Γενικά η παραγωγικότητα του ρυζιού δεν μειώνεται μέχρι $EC_e=4dS/m$, ενώ η μείωση της απόδοσης κατά 50% παρατηρείται μετά τα $6dS/m$. Σε υψηλή

συγκέντρωση αλάτων τα φυτά γίνονται χλωρωτικά, στη συνέχεια παίρνουν χρώμα καστανό και πεθαίνουν.

Για το ρύζι που καλλιεργείται υπό κατάκλυση, τα καλύτερα εδάφη είναι τα συνεκτικά, με περίπου ίση αναλογία αργίλου και ιλύος. Στρώμα συνεκτικού υπεδάφους είναι επιθυμητό για τον περιορισμό της διήθησης του νερού της άρδευσης. Τα ελαφρά εδάφη δεν συνιστώνται γιατί οι απώλειες σε νερό και θρεπτικά στοιχεία είναι μεγάλες λόγω της μεγάλης διήθησης του νερού προς τα βαθύτερα στρώματα. Για το upland ρύζι τα καλύτερα εδάφη είναι τα μέτρια έως βαριά πηλώδη.

Στη χώρα μας το ρύζι κυρίως (κατά 90%) καλλιεργείται σε αλατούχα παθογενή εδάφη, με κατάκλυση. Τα άλατα διηθούνται με τη βοήθεια του νερού στα κατώτερα στρώματα του εδάφους, οπότε δεν δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα στα φυτά. Σε περιοχές με αφθονία νερού για άρδευση, καλλιεργείται και σε μη παθογενή εδάφη. Για λόγους τεχνικής της καλλιέργειας, το έδαφος θα πρέπει να είναι ισοπεδωμένο και να έχει μικρή κλίση.

Αμειψισπορά

Στη χώρα μας είναι δύσκολο να εφαρμοστεί κανονικό σύστημα αμειψισποράς, λόγω της καλλιέργειας του ρυζιού σε παθογενή εδάφη, όπου τα άλλα φυτά μεγάλης καλλιέργειας δεν αναπτύσσονται ικανοποιητικά. Επιπλέον το εισόδημα των παραγωγών από την ρυζοκαλλιέργεια είναι μεγάλο, με αποτέλεσμα το ρύζι να καλλιεργείται σαν μονοκαλλιέργεια για σειρά ετών. Η πιο συνήθης αμειψισπορά, όταν η αλατότητα του εδάφους δεν εμποδίζει την ανάπτυξη άλλων καλλιεργειών, είναι τρία χρόνια ρύζι και στη συνέχεια ένα χρόνο καλαμπόκι ή ζαχαρότευτλα ή βαμβάκι. Η αμειψισπορά είναι απαραίτητη για την καταπολέμηση πολυετών ή και ετήσιων ζιζανίων.

Σημασία των θρεπτικών στοιχείων

Η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από το ρύζι έχει πολλές ομοιότητες με το καλαμπόκι. Όμως η κατάκλυση που εφαρμόζεται στο ρύζι επηρεάζει τη συμπεριφορά και τη διαθεσιμότητα τους στο έδαφος. Από τα θρεπτικά στοιχεία, για τη χώρα μας, ενδιαφέρον για το ρύζι παρουσιάζουν το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο και ο ψευδάργυρος

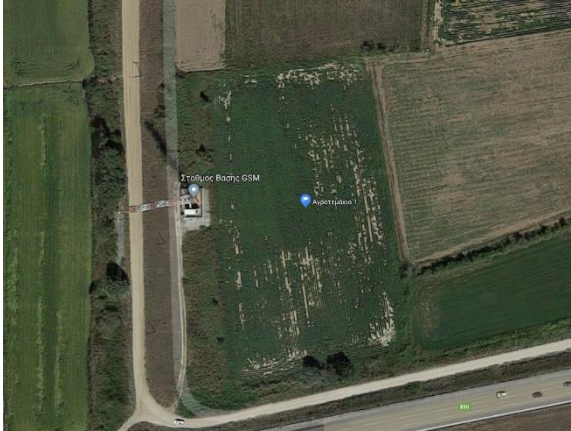
Το άζωτο αυξάνει το αδελφωμα, τον αριθμό των φύβων, τον αριθμό των κόκκων ανά φύβη και το βάρος των κόκκων και τελικά την απόδοση. Ο φώσφορος στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών προωθεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Στα μετέπειτα στάδια, επιταχύνει την άνθηση και την ωρίμανση και αυξάνει το βάρος των κόκκων. Το κάλιο παίζει ρόλο στον καθορισμό του αριθμού των αδελφιών, τη σύνθεση και μεταφορά των υδατανθράκων στο σχηματισμό και το γέμισμα των κόκκων. Επίσης σκληραγωγεί τους ιστούς του φυτού και έτσι αυξάνει την αντοχή στις ασθένειες, τους εχθρούς, τις αντίξοες καιρικές συνθήκες και μειώνει το πλάγιασμα.

Προβλήματα έλλειψης ψευδαργύρου, σιδήρου και μαγγανίου έχουν παρατηρηθεί σε διάφορες χώρες. Στη χώρα μας αναφέρθηκε έλλειψη κυρίως Zn, σε εδάφη με υψηλό pH. Η διαθεσιμότητα του του Zn στο έδαφος και η πρόσληψη του από το ρύζι ρυθμίζεται από τις χημικές ιδιότητες του εδάφους και από αλληλεπιδράσεις εντός της ριζόσφαιρας. Η έλλειψη Zn μειώνει την ανάπτυξη του ρυζιού περισσότερο από όλα τα άλλα μικροστοιχεία.

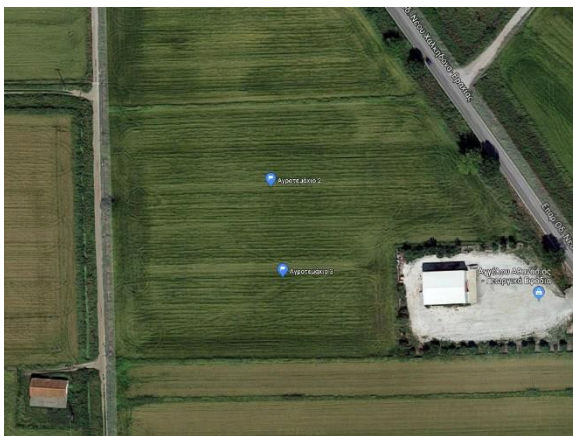
3. Ακριβής τοποθεσία αγροτεμαχίων μέσω GPS

Συνολική απεικόνιση των 16 αγροτεμαχίων

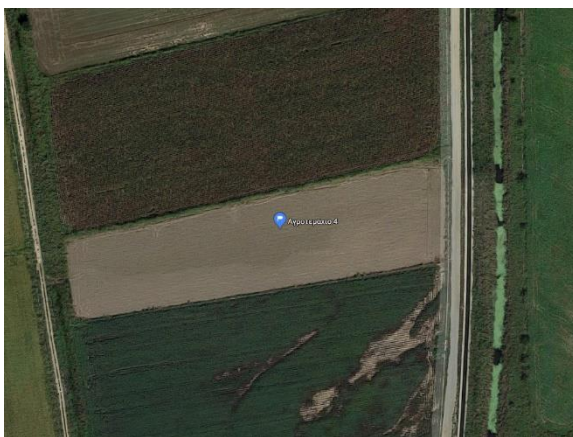




Αγροτεμάχιο 1
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.606532,22.717497



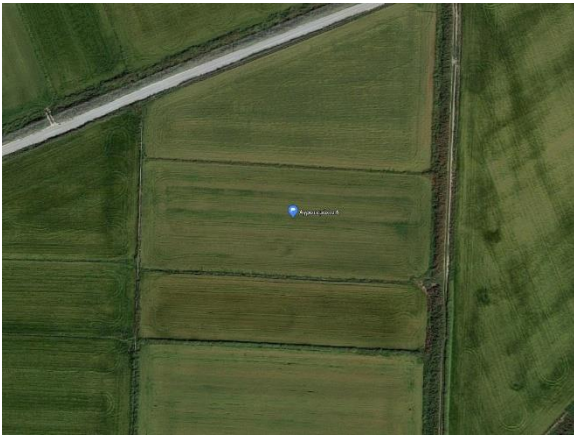
Αγροτεμάχιο 2 και 3
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.626741,22.673258



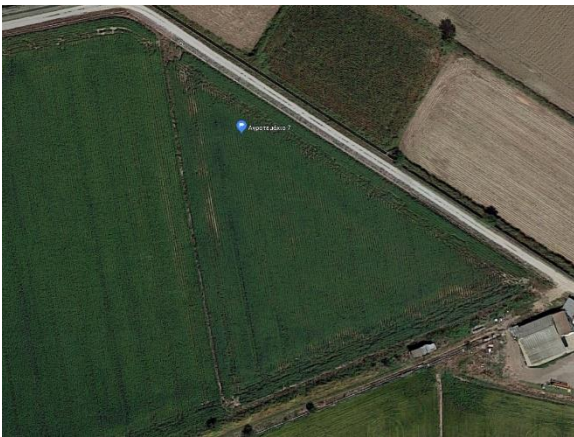
Αγροτεμάχιο 4
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.619194,22.645841



Αγροτεμάχιο 5
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.635115,22.664195



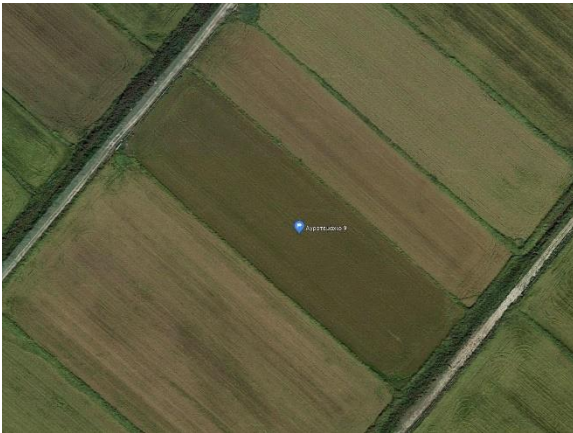
Αγροτεμάχιο 6
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.633569,22.660723



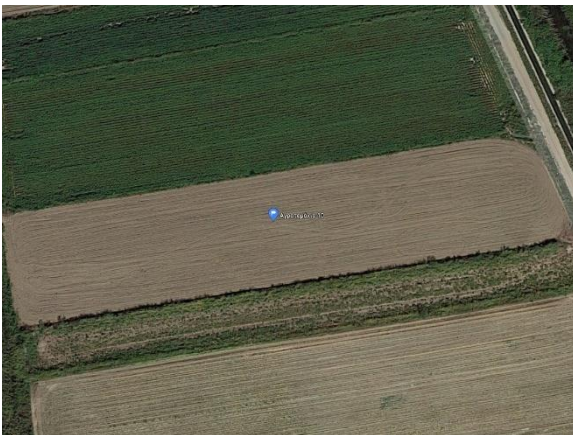
Αγροτεμάχιο 7
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.640001,22.659196



Αγροτεμάχιο 8
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.645577,22.677005



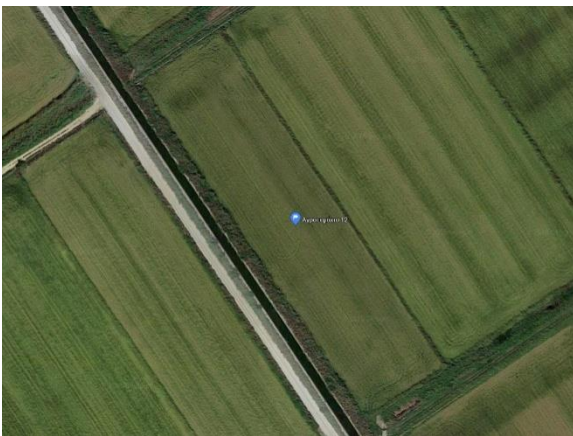
Αγροτεμάχιο 9
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.629252,22.684429



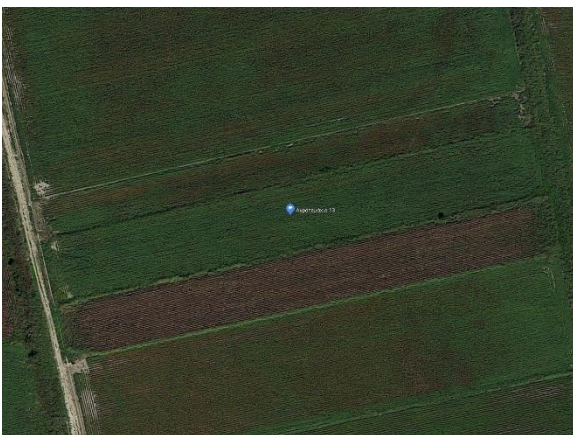
Αγροτεμάχιο 10
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.613845,22.646789



Αγροτεμάχιο 11
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.595572,22.679291



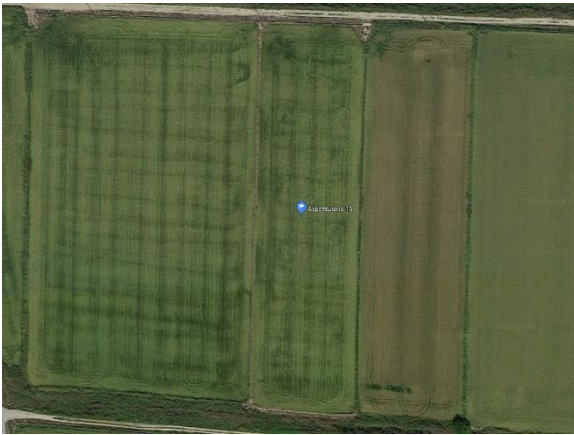
Αγροτεμάχιο 12
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.588216,22.666266



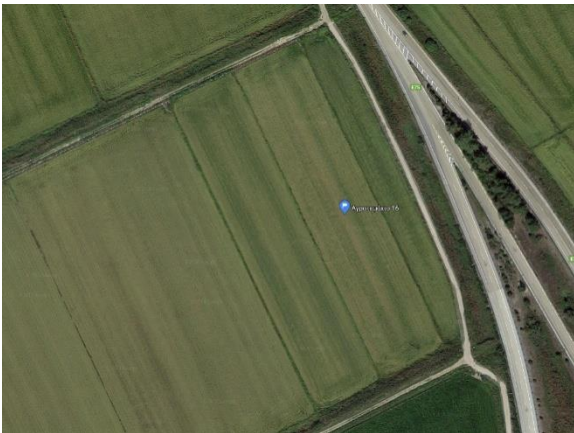
Αγροτεμάχιο 13
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.598687,22.699589



Αγροτεμάχιο 14
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.591754,22.697488



Αγροτεμάχιο 15
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.649582,22.723487



Αγροτεμάχιο 16
Γεωγραφικές συντεταγμένες
40.613466,22.728030

4. Εργαστηριακές αναλύσεις

4.1. Μηχανική σύσταση εδάφους

Η μηχανική ανάλυση του εδάφους γίνεται με τη μέθοδο του υδρομέτρου και στηρίζεται στην αρχή ότι η ταχύτητα καθίζησης των εδαφικών κόκκων σ' ένα αιώρημα εδάφους – νερού είναι σταθερή και ανάλογη του μεγέθους των εδαφικών τεμαχιδίων και μπορεί να υπολογιστεί από το **Νόμο του Stokes**, που δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$V = \frac{2r^2(D - d)g}{9\eta}$$

Όπου: V=ταχύτητα πτώσης τεμαχιδίων ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)

r=ισοδύναμη ακτίνα τεμαχιδίων (cm)

D=πυκνότητα τεμαχιδίων ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

d=πυκνότητα νερού ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

g=επιτάχυνση της βαρύτητας ($981 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$)

η =συντελεστής ιξώδους του υγρού ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)

Αντιδραστήρια

1. Διαμεριστικό διάλυμα εξαμεταφωσφορικού νατρίου (NaPO_3)₆, pH 8,3 (διάλυση 35,7 g (NaPO_3)₆ και \approx 2,5 g Na_2CO_3 σε 1 L διαλύματος).

Σκεύη και όργανα

Κύλινδρος μηχανικής ανάλυσης (1 L)

Αναδευτήρας μηχανικής ανάλυσης (mixer ηλεκτρικό)

Πυκνόμετρο Βουγιούκου

Υδραργυρικό θερμόμετρο

Ράβδος για την ανάδευση του αιωρήματος στον κύλινδρο

Ογκομετρικός κύλινδρος

Χρονόμετρο

Ζυγός.

Μέθοδος

Ζυγίζουμε 50 g εδάφους και τα μεταφέρουμε σε μεταλλικό ποτήρι. Προσθέτουμε 150 mL απιονισμένο νερό, καθώς και 10 mL διάλυμα μεταφωσφορικού νατρίου (διαμεριστικό) για την καταστροφή των συσσωματωμάτων. Το μεταλλικό ποτήρι προσαρμόζεται στον ηλεκτρικό αναδευτήρα (mixer) και το δείγμα αφήνεται να ανακινηθεί μηχανικά για 5 λεπτά. Στη συνέχεια το εδαφικό αιώρημα μεταφέρεται στον κύλινδρο με προσοχή ώστε να μην μείνουν υπολείμματα στο μεταλλικό ποτήρι και ο κύλινδρος συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή των 1000 mL. Το αιώρημα ανακατεύεται με μία ράβδο ανάδευσης τόσο ώστε τα τεμαχίδια να ανασηκωθούν από τον πυθμένα. Αμέσως σημειώνεται ο χρόνος που σταμάτησε η ανακίνηση.

Στη συνέχεια, τοποθετείται προσεκτικά το πυκνόμετρο στο αιώρημα και 40 sec μετά την παύση της ανάδευσης λαμβάνεται η ανάγνωση του υδρομέτρου στην επιφάνεια του αιωρήματος σε g (ιλύος + άργιλου)/L .

Το αιώρημα παραμένει σε ηρεμία και μετά από 2h βυθίζεται το πυκνόμετρο εκ νέου στο αιώρημα και λαμβάνεται η νέα ένδειξη (σε g/L), που αναφέρεται στα g άργιλου.

Οι ενδείξεις του πυκνομέτρου διορθώνονται ανάλογα με τη θερμοκρασία του αιωρήματος, τη στιγμή της ανάγνωσης με τον εξής τρόπο

Αν $\theta = 20^{\circ}\text{C}$, τότε η ανάγνωση του πυκνόμετρου παραμένει η ίδια.

Αν $\theta > 20^{\circ}\text{C}$, τότε για κάθε επιπλέον $0,5^{\circ}\text{C}$ προστίθενται $0,2 \text{ g/L}$ στην ανάγνωση του πυκνόμετρου.

Αν $\theta < 20^{\circ}\text{C}$, τότε για κάθε $0,5^{\circ}\text{C}$ αφαιρούνται $0,2 \text{ g/L}$ από την ανάγνωση του πυκνόμετρου.

Η βασική αρχή στην οποία στηρίζονται οι υπολογισμοί είναι:

$$\text{άμμος \%} + \text{ιλύς \%} + \text{άργιλος \%} = 100\%$$

$$1. 1\text{η ανάγνωση πυκνομέτρου} \pm \Delta.\Theta. = \text{ιλύς} + \text{άργιλος}$$

$$2. (\text{ιλύς} + \text{άργιλος}) \times 2 = (\text{ιλύς} + \text{άργιλος})\%$$

$$3. 100 - (\text{ιλύς} + \text{άργιλος})\% = \text{άμμος \%}$$

$$4. 2\text{η ανάγνωση πυκνομέτρου} \pm \Delta.\Theta. = \text{άργιλος}$$

$$5. \text{άργιλος} \times 2 = \text{άργιλος \%}$$

$$6. (\text{ιλύς} + \text{άργιλος})\% - \text{άργιλος}\% = \text{ιλύς}\%$$

Σημείωση: Αρχικά η μέτρηση έγινε με 100 γρ εδάφους αλλά η ένδειξη του υδρομέτρου ήταν πάνω από τα όρια της βαθμονομημένης κλίμακας. Συνεπώς οι μετρήσεις έγιναν με 50 γρ εδάφους όπως περιγράφηκε προηγουμένως.

4.2. Προσδιορισμός pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους

Η προτεινόμενη και πιο αξιόπιστη διαδικασία προσδιορισμού του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους είναι η μέτρηση σε εκχύλισμα προερχόμενο από πάστα κορεσμού.

Σκεύη και όργανα

πλαστικά κυλινδρικά δοχεία των 500 mL
σπάτουλα με μορφή λεπίδας
ζυγός ακριβείας
αντλία και συστοιχία κενού
χωνί διήθησης
ηθμός
γυάλινα φιαλίδια
υδροβολέας
pH-μετρο
αγωγιμόμετρο

Μέθοδος

Ζυγίζουμε 100g εδάφους και τα μεταφέρουμε σε πλαστικό δοχείο. Προσθέτουμε στο έδαφος σταδιακά απιονισμένο νερό με τον ογκομετρικό κύλινδρο και το αναδεύουμε με σπάτουλα μέχρι να κορεστεί το έδαφός μας με νερό. Μία ένδειξη για τον κορεσμό αποτελεί το αργό κλείσιμο της χαραγής που αφήνει η σπάτουλα στην επιφάνεια της πάστας. Κλείνουμε το δοχείο και αφήνουμε το κορεσμένο πλέον έδαφος σε ηρεμία για 24h. Στη συνέχεια, πραγματοποιούμε την εκχύλιση του εδάφους με την βοήθεια αντλίας κενού. Η διαδικασία της εκχύλισης σταματά όταν δημιουργηθούν σκισίματα στην επιφάνεια της πάστας κορεσμού. Αν το εκχύλισμα είναι θολό τότε πραγματοποιούμε διήθηση. Το παραληφθέν εκχύλισμα συλλέγεται σε πλαστικό δοχείο και το μεταφέρουμε στο ηλεκτρονικό αγωγιμόμετρο και pH-μετρο. Η μέτρηση γίνεται με βύθιση των αντίστοιχων ηλεκτροδίων στο εκχύλισμα.

4.3. Προσδιορισμός ανθρακικού ασβεστίου

Η μέτρηση του ανθρακικού ασβεστίου στηρίζεται στην διάσπασή του υπό την επίδραση αραιού υδροχλωρικού οξέως σε δείγμα εδάφους και στον υπολογισμό του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται. Η μέτρηση του όγκου του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται γίνεται με ειδική συσκευή που ονομάζεται ασβεστόμετρο.

Αντιδραστήρια

Υδροχλωρικό οξύ (HCl) 4 N

Σκεύη και όργανα

Αναλυτικός ζυγός

Ασβεστόμετρο Scheibler

Κάψα από πορσελάνη

φιαλίδιο

Μέθοδος

Η ποσότητα του εδάφους που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ανθρακικού ασβεστίου καθορίζεται με προκαταρκτικό έλεγχο. Δηλαδή, ποσότητα εδάφους τοποθετείται σε κάψα πορσελάνης και αποχύνεται πάνω σε αυτήν μικρή ποσότητα HCl 4 N. Αν ο αφρισμός είναι έντονος, τότε χρησιμοποιείται 0,5 g εδάφους. Αν ο αφρισμός είναι άτονος ή ανύπαρκτος, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθούν έως και 10 g εδάφους. Τα δείγματα είχαν σχετικά έντονο αφρισμό οπότε χρησιμοποιήθηκαν περίπου 1 g εδάφους. Στην συνέχεια μεταφέρουμε την ποσότητα αυτή του εδάφους στην κωνική φιάλη της συσκευής του ασβεστόμετρου. Στη συνέχεια γεμίζουμε το φιαλίδιο με HCl 4N κατά τα 3/4 και το τοποθετούμε με προσοχή μέσα στην κωνική φιάλη έτσι ώστε να μην έρθει σε επαφή το HCl με το έδαφος. Στο ασβεστόμετρο σημειώνουμε την αρχική ένδειξη του βοθμονομημένου σωλήνα. Στη συνέχεια ανακινούμε την κωνική φιάλη ώστε το HCl που υπάρχει στο φιαλίδιο να έρθει σε επαφή με το έδαφος. Παρατηρείται αφρισμός και το CO₂ που εκλύεται εκτοπίζει τον αέρα του δοχείου και πιέζει το χρωματισμένο υγρό στο βαθμολογημένο σωλήνα. Όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση σημειώνεται η τελική ένδειξη της επιφάνειας του υγρού στον βαθμολογημένο σωλήνα. Η διαφορά των δύο ενδείξεων είναι ο εκλυόμενος όγκος (V) του CO₂. Παράλληλα σημειώνουμε και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος από το θερμόμετρο που είναι ενσωματωμένο στο ασβεστόμετρο.

Το ποσοστό % του $CaCO_3$ υπολογίζεται από την σχέση:

$$CaCO_3 (\%) = \frac{V}{W} K$$

Όπου $V = mlCO_2$ που εκλύθηκαν

$W = g$ εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν και

$K =$ συντελεστής μετατροπής $1 mlCO_2$ σε $gCaCO_3$

Ο συντελεστής K παίρνει τις ακόλουθες τιμές:

$K = 0,44$ σε θερμοκρασία $0oC$ και πίεση $760 mmHg$

$K = 0,42$ σε θερμοκρασία $15oC$ και πίεση $760 mmHg$

$K = 0,41$ σε θερμοκρασία $20oC$ και πίεση $760 mmHg$

$K = 0,40$ σε θερμοκρασία $30oC$ και πίεση $760 mmHg$

4.4. Προσδιορισμός οργανικής ουσίας εδάφους με τη μέθοδο της υγρής οξείδωσης

Η μέθοδος προσδιορίζει τον οργανικό άνθρακα που οξειδώνεται από ένα ισχυρό οξειδωτικό μέσο έμμεσα με δύο διαδοχικές αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Σαν οξειδωτικό μέσο χρησιμοποιείται το διχρωμικό κάλιο.

Αντιδραστήρια

1. Διάλυμα διχρωμικού καλίου ($K_2Cr_2O_7$) 1N

(διάλυση $49,04 g$ ξηρού $K_2Cr_2O_7$ σε $900 mLH_2O$ και αναγωγή του όγκου του διαλύματος σε $1 L$ με την προσθήκη H_2O)

2. Πυκνό θειικό οξύ ($98\% H_2SO_4$)

3. Διάλυμα θειικού σιδήρου ($FeSO_4$) 0,5 N

(διάλυση $139 gFeSO_4 \cdot 7 H_2O$ και προσθήκη $15 mL$ πυκνού H_2SO_4 . Μετά την ψύξη του διαλύματος γίνεται αναγωγή του όγκου σε $1 L$. Η προσθήκη του πυκνού H_2SO_4 γίνεται για να αποφευχθεί υδρόλυση του $FeSO_4$

4. Πυκνό φωσφορικό οξύ ($85\% H_3PO_4$).

5. Δείκτης διφαινουλαμίνης 0,5%

(διάλυση $0,6 g$ διφαινουλαμίνης σε μίγμα $20 mLH_2O$ και $100 mL$ πυκνού H_2SO_4)

Σκεύη και όργανα

Κωνικές φιάλες των $500 mL$

Ογκομετρικοί κύλινδροι των 20 και $100 mL$

Προχοΐδα των 50 ml

Υδροβολέας

Αναλυτικός ζυγός

Απαγωγός εστία

Μέθοδος

Η μέθοδος που ακολουθούμε για τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας είναι η εξής :

Ζυγίζουμε ποσότητα εδάφους περίπου 1g και το βάζουμε σε κωνική φιάλη των 500 ml. Προσθέτουμε 10 ml διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N με την προχοΐδα και ανακινούμε με ήπια περιστροφική κίνηση ώστε να διαβραχεί το έδαφος (αλλά όχι τα τοιχώματα της φιάλης). Σε απαγωγό εστία προσθέτουμε 20 ml πυκνό H_2SO_4 . Αφήνουμε σε ηρεμία την κωνική φιάλη για 30 min. Μετά την πάροδο των 30 min, προσθέτουμε περίπου 200 ml H_2O , 10 ml πυκνό H_3PO_4 και 2ml δείκτη διφαινυλαμίνης, ώστε το εδαφικό αιώρημα να αποκτήσει χρώμα σκούρο μπλέ. Τέλος, ογκομετρούμε με $FeSO_4$ 0,5N μέχρις ότου το χρώμα αλλάξει και από σκούρο μπλέ γίνει σκούρο πράσινο . Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται χωρίς έδαφος (λευκός προσδιορισμός), για τον έλεγχο της κανονικότητας του διαλύματος $FeSO_4$, η οποία μεταβάλλεται με το χρόνο.

Στο τέλος των 2 ογκομετρήσεων, σημειώνονται οι όγκοι V_0 και V (ml) του διαλύματος $FeSO_4$ 0,5 N, που καταναλώνεται για το λευκό και το δείγμα μας , αντίστοιχα.

Το ποσοστό % του οργανικού C υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C (\%) = \frac{10 \cdot (V_0 - V) \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot f}{V_0 \cdot W}$$

Όπου:

10 = ο όγκος (ml) του διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N

V_0 = ο όγκος (ml) του διαλύματος $FeSO_4$ 0,5N που καταναλώθηκε κατά την ογκομέτρηση του λευκού προσδιορισμού.

V = ο όγκος (ml) του διαλύματος $FeSO_4$ 0,5N που καταναλώθηκε κατά την ογκομέτρηση του δείγματος.

W = η μάζα του εδάφους (g)

0,003 = συντελεστής μετατροπής

f = 1,3 ο συντελεστής που αφορά το ποσοστό του C που οξειδώθηκε.

Η οργανική ουσία (%κ.β.) υπολογίζεται αν πολλαπλασιάσουμε το προηγούμενο αποτέλεσμα με 1,724 καθώς ο οργανικός C αποτελεί το 58 % (κατά μέσο όρο) της οργανικής ουσίας των καλλιεργούμενων εδαφών.

4.5. Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός νιτρικών NO_3^-

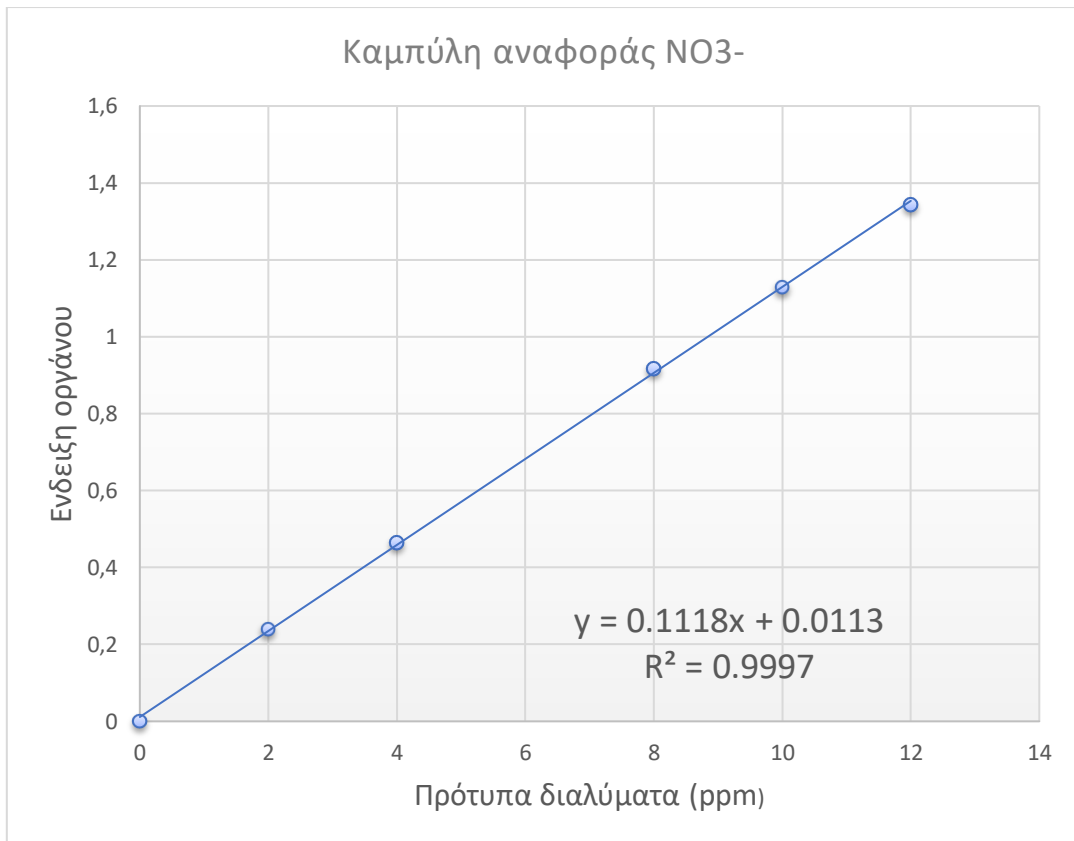
(Υπολογίζουμε τα νιτρικά ως την πλέον αφομοιώσιμη πηγή αζώτου στο έδαφος).

Σκεύη και όργανα: Κωνικές φιάλες 50 mL, Συσκευή ανακίνησης, πλαστικά δοχεία, κυψελίδες χαλαζία, φασματοφωτόμετρο υπεριώδους – ορατού

Μέθοδος

Για να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση νιτρικών στο εκχύλισμα, θα πρέπει να πρώτα να κάνουμε την καμπύλη αναφοράς. Δηλαδή να μετρήσουμε στο όργανο διαλύματα με γνωστές συγκεντρώσεις νιτρικών και να πάρουμε την ένδειξη του οργάνου για αυτές. Με βάση αυτήν την καμπύλη, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση νιτρικών στο άγνωστο δείγμα από την ένδειξη οργάνου.

Σημειώνεται η ένδειξη [απορρόφηση (Abs) σε μήκος κύματος (λ) 210 nm] του φασματοφωτόμετρου υπεριώδους – ορατού (UV – Vis) για τα πρότυπα διαλύματα NO_3^- συγκεντρώσεων 2 – 12 ppm. Σε σύστημα ορθογωνίων αξόνων τοποθετούνται οι συγκεντρώσεις C (ppm) των πρότυπων διαλυμάτων και οι αντίστοιχες ενδείξεις του οργάνου. Στη συνέχεια υπολογίζεται και χαράσσεται η ευθεία ελαχίστων τετραγώνων.



5 g εδάφους, τοποθετούνται σε πλαστικά φιαλίδια και προστίθεντε 50 mL KCl 1M. Ακολουθεί ανακίνηση των δειγμάτων για 1 ώρα. Έπειτα γίνεται η διήθηση με διηθητικό χαρτί και ακολουθεί αραιώση 1 προς 10. Το αραιωμένο διήθημα κατόπιν το μετρούμε στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 210 και 270 nm. Η διαφορά μεταξύ των δύο μετρήσεων στα δύο μήκη κύματος είναι η τιμή που χρησιμοποιούμε στην εξίσωση της καμπύλης αναφοράς για να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση των νιτρικών σε ppm στο εκχύλισμα. Αυτήν τη τιμή τη μετατρέπουμε σε ppm στο έδαφος.

4.6. Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου με τη μέθοδο Olsen

Αντιδραστήρια

Διάλυμα NaHCO₃ 0,5 N με pH = 8,5

Διάλυμα θειϊκού οξέος H₂SO₄ 5N

Σκεύη και όργανα

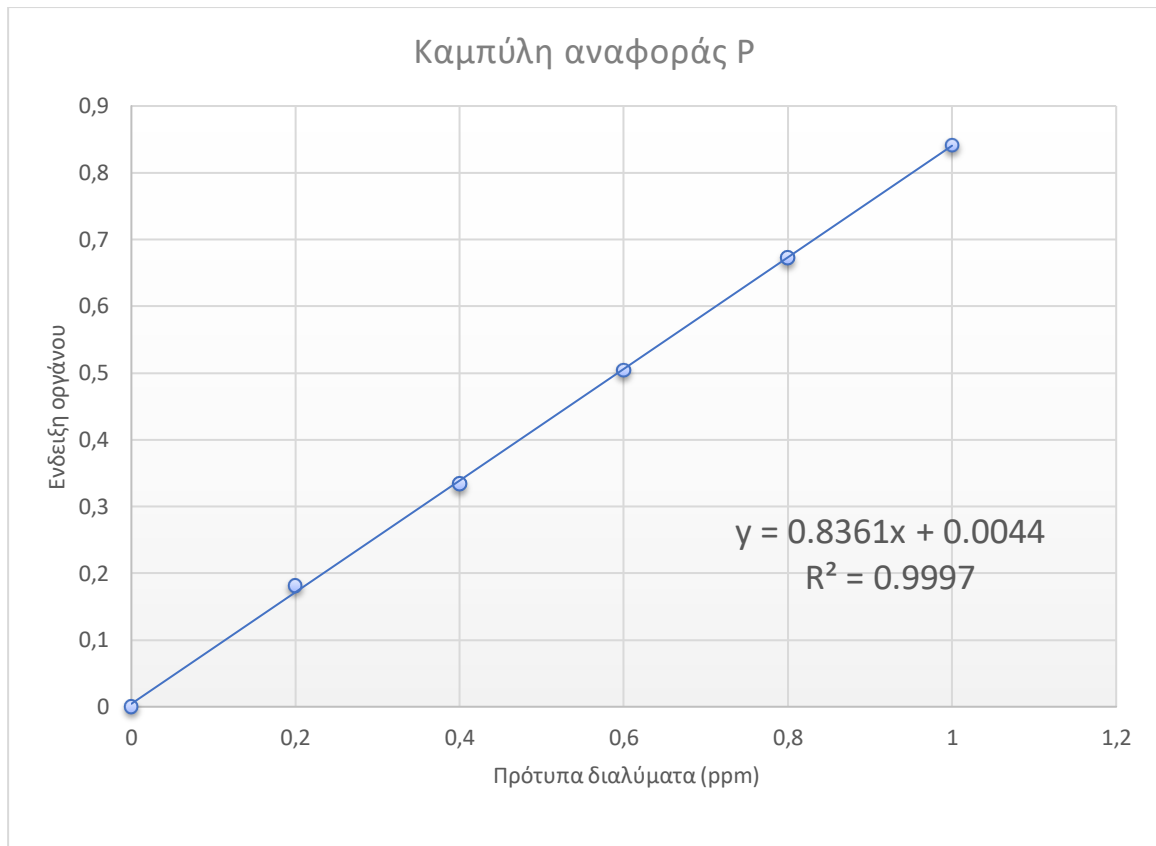
Φασματοφωτόμετρο,
Ζυγός ακριβείας,
Συσκευή ανακινήσεις,
Προχοίδα μέτρησης των 10ml,
Κωνικές φιάλες των 50ml,
Πλαστικά δοχεία.

Μέθοδος

Για να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση φωσφόρου στο εκχύλισμα όπως και στα νιτρικά, θα πρέπει να πρώτα να κάνουμε την καμπύλη αναφοράς. Δηλαδή να μετρήσουμε στο φασματοφωτόμετρο διαλύματα με γνωστές συγκεντρώσεις φωσφόρου και να πάρουμε την ένδειξη του οργάνου για αυτές. Με βάση αυτήν την καμπύλη, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση φωσφόρου στο άγνωστο δείγμα από την ένδειξη οργάνου.

2,5 g έδαφος τοποθετούνται σε πλαστικά δοχεία και προσθήθεντε 50 mL εκχυλιστικό διάλυμα NaHCO_3 . Ακολουθεί ανακίνηση για 30 λεπτά και διήθηση.

Ποσότητα 10 mL από το διήθημα μεταφέρεται σε ογκομετρικές φιάλες των 50 mL στις οποίες προσθέτουμε 8 mL διάλυμα Β. Συμπληρώνουμε μέχρι την χαραγή με H_2O και περιμένουμε για την ανάπτυξη του μπλε χρώματος. Ακολουθεί μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο. Χρησιμοποιούμε την ένδειξη του οργάνου στην εξίσωση της καμπύλης αναφοράς για να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση του φωσφόρου σε ppm στο εκχύλισμα. Το αποτέλεσμα το πολλαπλασιάζουμε επί 100 για να βρούμε τα ppm φωσφόρου στο έδαφος.



4.7. Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου καλίου (K^+)

Αντιδραστήρια

Οξικό αμμώνιο (77 g CH_3COONH_4 σε 1000 mL H_2O και pH=7)

Υλικά και όργανα

Φλογοφωτόμετρο προπανίου ή ακετυλενίου

Ογκομετρικές φιάλες των 100ml

Ογκομετρική φιάλη των 1000ml

Σιφώνιο των 10 ml

Κωνικές των 50 ml

Μηχανή ανακίνησης

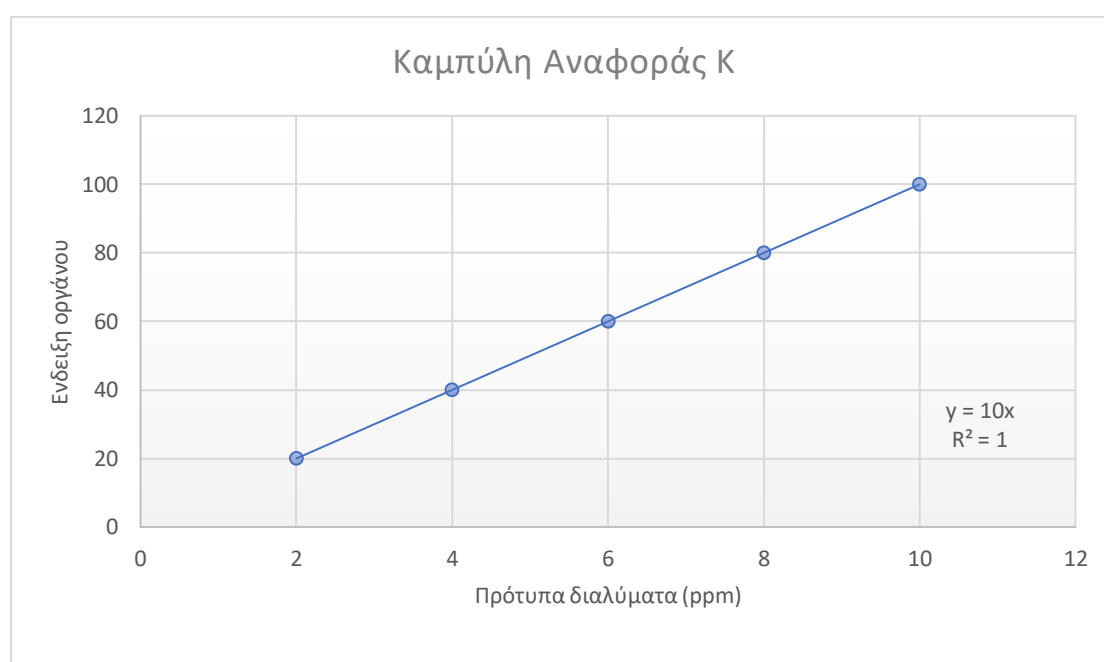
Διηθητικό χαρτί

Πλαστικά δοχεία

Μέθοδος

Τοποθετούμε 2,5gr εδάφους σε πλάστικό φιαλίδιο και προσθέτουμε 25 ml οξικό αμμώνιο. Στη συνέχεια τοποθετούμε το δείγμα στη συσκευή ανακίνησης για μισή ώρα, και παίρνουμε το διήθημα.

Ο προσδιορισμός των κατιόντων καλίου γίνεται με φλογοφωτόμετρο του οποίου η αρχή λειτουργίας είναι η εξής. Το διάλυμα αναρροφάται και υπό μορφή λεπτότατου νέφους σταγονιδίων ψεκάζει ομοιόμορφα την ισχυρή φλόγα. Τα άτομα του K^+ ή που περιέχονται στο δείγμα απελευθερώνονται από αυτό και έρχονται σε ένα τέτοιο σημείο διέγερσης που εκπέμπουν έγχρωμη ακτινοβολία σε χαρακτηριστικό μήκος κύματος για το κάθε στοιχείο. Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία διαχωρίζεται με το μονοχρωμάτορα (πρίσμα), μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια με φωτοευαίσθητο ηλεκτρικό κύκλωμα, ενισχύεται και καταγράφεται. Η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση των ιόντων K^+ στο διάλυμα. Η ένδειξη οργάνου μετατρέπεται σε συγκέντρωση των στοιχείων στο δείγμα με τη βοήθεια της λεγόμενης καμπύλης αναφοράς του οργάνου. Αυτή κατασκευάζεται από μία σειρά διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης K^+ (πρότυπα διαλύματα) και των αντίστοιχων ενδείξεων που δίνει το όργανο όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Οπότε η συγκέντρωση στο δείγμα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C_{(K^+)}(mg/L) = \frac{\text{Ενδειξη οργάνου}}{10} \cdot \text{ποσοστό αραίωσης}$$

Στη συνέχεια πολλαπλασιάζουμε το αποτέλεσμα επί 10 για να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση σε ppm στο έδαφος.

4.8. Προσδιορισμός των κατιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) και μαγνησίου (Mg^{+2})

Η μέθοδος που χρησιμοποιούμε για τον ποσοτικό προσδιορισμό των κατιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) και μαγνησίου (Mg^{+2}) είναι η ογκομετρική ανάλυση.

Για την μέτρηση του ασβεστίου βάζουμε 5ml εκχύλισμα από το έδαφος μας σε κωνική 250ml. Προσθέτουμε 100ml απιονισμένο νερό, 2ml NaOH 4N με pH 12,5, 10 σταγόνες υδροχλωρική υδροξυλαμίνη και 10 σταγόνες τριαιθανολαμίνη. Χρησιμοποιούμε δείκτη calcon οπότε το διάλυμα χρωματίζεται ερυθροϊώδες. Η ογκομέτρηση γίνεται με EDTA 0,02N. Κάθε σταγόνα EDTA που προστίθεται, δημιουργεί σύμπλοκο με το ασβέστιο του δείγματος στην κωνική. Όταν δεσμευθεί όλο το ασβέστιο, το χρώμα του διαλύματος στην κωνική φιάλη αλλάζει από ερυθροϊώδες σε κυανό. Η αλλαγή του χρώματος σηματοδοτεί το τέλος της ογκομέτρησης, οπότε και σημειώνουμε τα mL EDTA που καταναλώθηκαν.

Η ποσότητα των κατιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) υπολογίζεται από τη σχέση

$$Ca^{+2}(meq/L) = \frac{1000}{A} \cdot B \cdot N$$

όπου:

A = mL εκχυλίσματος κορεσμού

B = mL EDTA που καταναλώθηκαν στην ογκομέτρηση

N = η κανονικότητα του EDTA

Μετατρέπουμε την ποσότητα αυτή σε mg/L με τη σχέση

$$Ca^{+2}(mg/L) = Ca^{+2}(meq/L) \cdot XI$$
$$Ca^{+2}(mg/L) = Ca^{+2}(meq/L) \cdot \frac{A_r}{\sigma\theta\acute{\epsilon}\nu\omicron\varsigma}$$

και πολλαπλασιάζουμε με 10 για να βρούμε τα ppm στο έδαφος

Ο προσδιορισμός των κατιόντων μαγνησίου (Mg^{+2}) γίνεται έμμεσα από τον προσδιορισμό του αθροίσματος των κατιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) και μαγνησίου (Mg^{+2}).

Βάζουμε 5ml εκχύλισμα από το έδαφος μας σε κωνική 250ml. Προσθέτουμε 100ml απιονισμένο νερό, 8ml ρυθμιστικό διάλυμα NH_4Cl με pH 10,2, 10 σταγόνες υδροχλωρική υδροξυλαμίνη και 10 σταγόνες τριαιθανολαμίνη και 10 σταγόνες σιδηροκυανιούχο κάλιο. Χρησιμοποιούμε δείκτη EBT οπότε το διάλυμα χρωματίζεται βυσσινέρυθρο. Η ογκομέτρηση γίνεται με EDTA 0,02N. Όταν δεσμευθεί όλο το ασβέστιο και το μαγνήσιο, το χρώμα του διαλύματος στην κωνική φιάλη αλλάζει σε κυανό. Η αλλαγή του χρώματος σηματοδοτεί το τέλος της ογκομέτρησης, οπότε και σημειώνουμε τα mL EDTA που καταναλώθηκαν. Από τα mL EDTA που καταναλώθηκαν για τον προσδιορισμό του αθροίσματος αφαιρούνται τα mL EDTA που καταναλώθηκαν για τον προσδιορισμό του ασβεστίου. Η διαφορά θα δώσει την συγκέντρωση των κατιόντων μαγνησίου. Χρησιμοποιούμε ξανά τη σχέση:

$$Mg^{+2}(meq/L) = \frac{1000}{A} \cdot B \cdot N$$

όπου:

A = mL εκχυλίσματος κορεσμού

B = mL EDTA που καταναλώθηκαν στην ογκομέτρηση

N = η κανονικότητα του EDTA

Μετατρέπουμε την ποσότητα αυτή σε mg/L με τη σχέση

$$Mg^{+2}(mg/L) = Mg^{+2}(meq/L) \cdot XI$$
$$Mg^{+2}(mg/L) = Mg^{+2}(meq/L) \cdot \frac{A_r}{σθένος}$$

και πολλαπλασιάζουμε με 10 για να βρούμε τα ppm στο έδαφος.

4.9. Προσδιορισμός ιχνοστοιχείων (Fe^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2})

Σκεύη και όργανα

Πλαστικά δοχεία των 50 ml

Συσκευή ανακίνησης

Διηθητικό χαρτί

Φασματοφωτόμετρο ICP

Αντιδραστήρια

1. Εκχυλιστικό διάλυμα

(29,8 gTEA , 3,93 gDTPA, 2,94 gCaCl₂ 2H₂O σε 1 L H₂O και ρύθμιση pH στο 7,3)

Μέθοδος

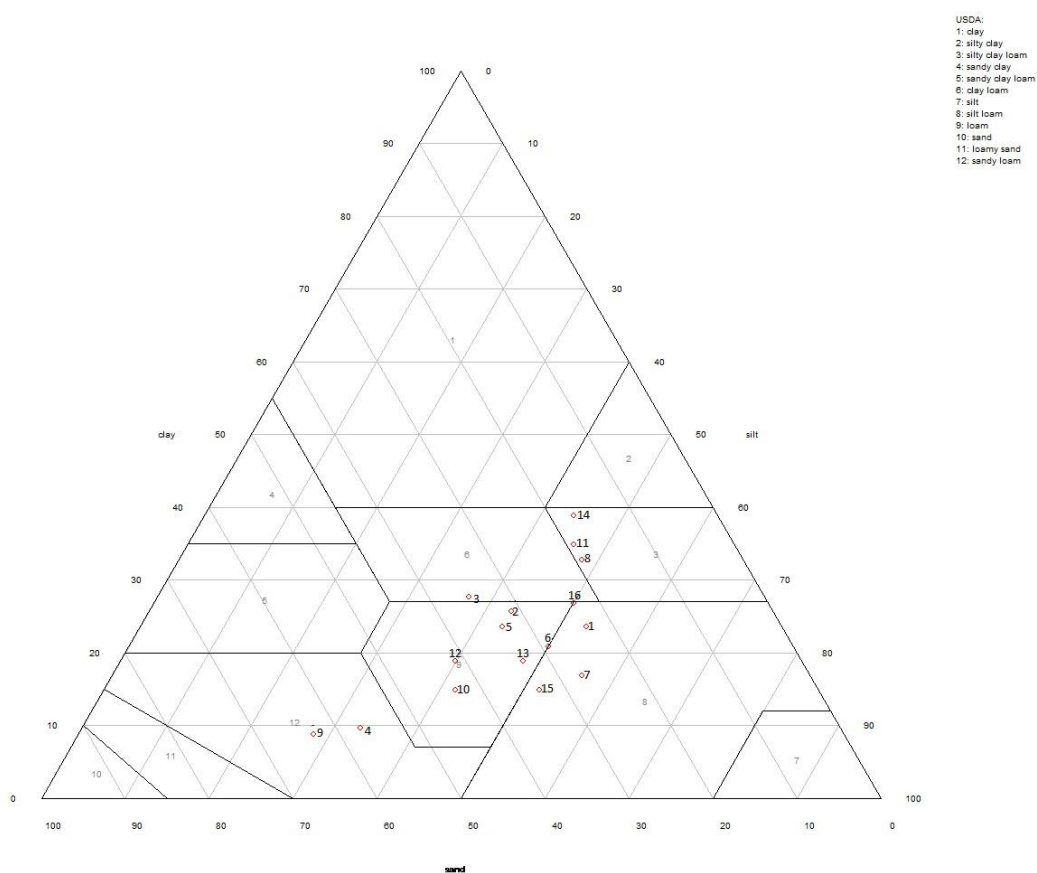
Τοποθετούμε 20gr εδάφους σε πλαστικό δοχείο των 50ml. Στην συνέχεια προσθέτουμε 40 mL του εκχυλιστικού διαλύματος. Ακολουθεί ανακινήσει των δειγμάτων στην συσκευή ανακίνησης για 2 ώρες. Έπειτα γίνεται η διήθηση με διηθητικό χαρτί και μετρούμε το διάλυμα στο φασματοφωτόμετρο ICP.

5. Αποτελέσματα

Πίνακας 1: Μηχανική σύσταση εδάφους - Επιφανειακό στρώμα (0-30cm)

Δείγμα	Αμμος %	Ιλύς %	Αργίλος %	Χαρακτηρισμός
1	23.2	53.2	23.6	Ιλοσπηλώδες
2	31.2	43.2	25.6	Πηλώδες
3	35.2	37.2	27.6	Αργιλοπηλώδες
4	57.2	33.2	9.6	Αμμοπηλώδες
5	33.2	43.2	23.6	Πηλώδες
6	29.2	50	20.8	Ιλοσπηλώδες
7	27.2	56	16.8	Ιλοσπηλώδες
8	19.2	48	32.8	Ιλοαργιλοπηλώδες
9	63.2	28	8.8	Αμμοπηλώδες
10	43.2	42	14.8	Πηλώδες
11	19.2	46	34.8	Ιλοαργιλοπηλώδες
12	41.2	40	18.8	Πηλώδες
13	33.2	48	18.8	Πηλώδες
14	17.2	44	38.8	Ιλοαργιλοπηλώδες
15	33.2	52	14.8	Ιλοσπηλώδες
16	23.2	50	26.8	Ιλοσπηλώδες

Επιφανειακό στρώμα (0-30cm)

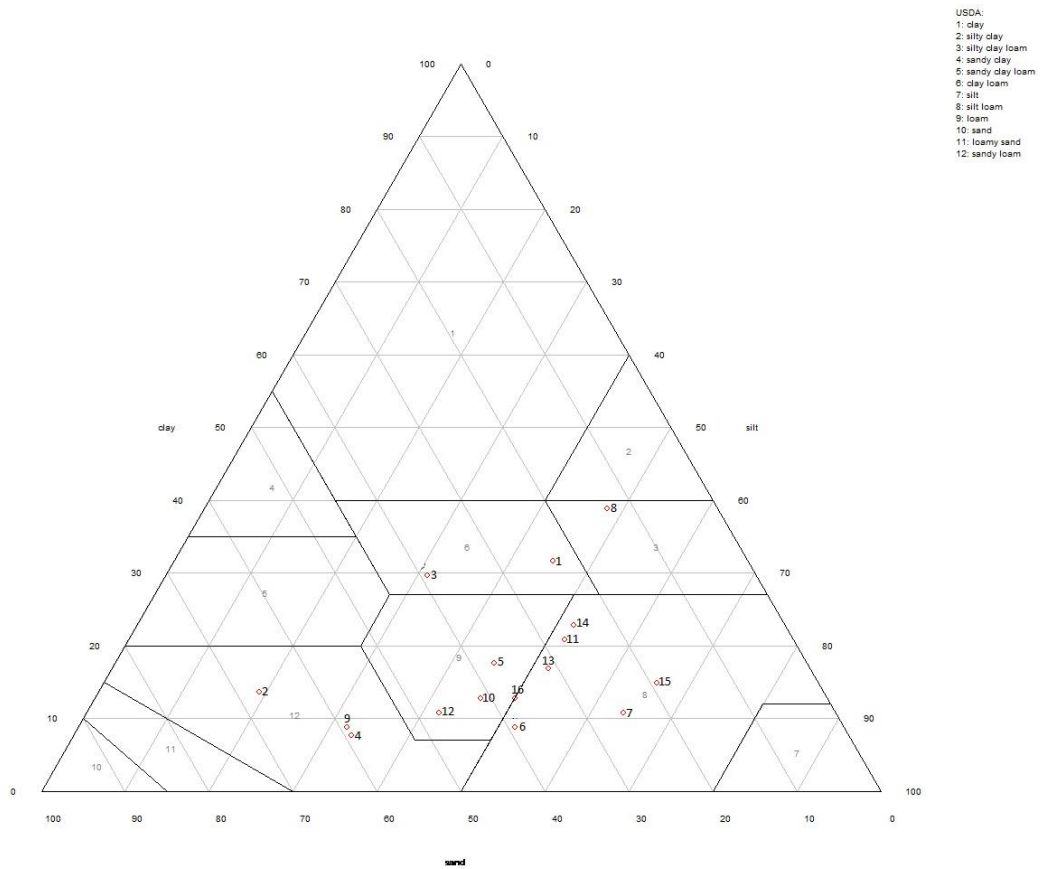


Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1 και το τρίγωνο κοκκομετρικής σύστασης για το επιφανειακό στρώμα, το ποσοστό επί τοις εκατό της άμμου κυμαίνεται από 17,2% έως 63,2%, της ιλύως από 28% έως 56% και της αργίλου από 9,6% έως 38,8%. Και τα 16 δείγματα ανήκουν σε εδάφη τα οποία χαρακτηρίζονται ως πηλώδη, είναι δηλαδή μέσης κοκκομετρικής σύστασης. Αυτά συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των άλλων δυο κατηγοριών όσον αφορά τις φυσικές ιδιότητες. Αυτές οι ιδιότητες είναι η υδατοπερατότητα, ο καλός αερισμός, η συγκολλητικότητα, η ικανότητα στήριξης των φυτών και η ευκολία κατεργασίας των με γεωργικά μηχανήματα. Συνεπώς τα πηλώδη εδάφη είναι τα πλέον επιθυμητά για καλλιέργεια.

Πίνακας 2: Μηχανική σύσταση εδάφους - Υπέδαφος (30-60cm)

Δείγμα	Αμμος %	Ιλύς %	Αργίλος %	Χαρακτηρισμός
1	23.2	45.2	31.6	Αργιλοπηλώδες
2	67.2	19.2	13.6	Αμμοπηλώδες
3	39.2	31.2	29.6	Αργιλοπηλώδες
4	59.2	33.2	7.6	Αμμοπηλώδες
5	37.2	45.2	17.6	Πηλώδες
6	39.2	52	8.8	Ιλοοπηλώδες
7	25.2	64	10.8	Πηλώδες
8	13.2	48	38.8	Ιλοαργιλοπηλώδες
9	59.2	32	8.8	Αμμοπηλώδες
10	41.2	46	12.8	Πηλώδες
11	27.2	52	20.8	Ιλοοπηλώδες
12	47.2	42	10.8	Πηλώδες
13	31.2	52	16.8	Ιλοοπηλώδες
14	25.2	52	22.8	Ιλοοπηλώδες
15	19.2	66	14.8	Ιλοοπηλώδες
16	37.2	50	12.8	Ιλοοπηλώδες

Υπέδαφος (30-60cm)



Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 2 και το τρίγωνο κοκκομετρικής σύστασης για το υπέδαφος, το ποσοστό επί τοις εκατό της άμμου κυμαίνεται από 13,2% έως 67,2%, της ιλύως από 19,2% έως 64% και της αργίλου από 7,6% έως 38,8%. Και τα 16 δείγματα ανήκουν σε εδάφη τα οποία χαρακτηρίζονται πηλώδη, ανήκουν στα μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη (όπως και τα επιφανειακά εδάφη) και έχουν πολύ καλές φυσικές ιδιότητες.

Πίνακας 3: pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα

Δείγμα	Επιφανειακό στρώμα (0-30cm)		Υπέδαφος(30-60cm)	
	pH	EC (μS/cm)	pH	EC (μS/cm)
1	8.11	2840	8.3	2820
2	8.32	1092	8.15	694
3	8.4	742	8.24	1126
4	8.47	397	8.27	265
5	8.29	570	8.22	532
6	8.31	604	8.33	690
7	8.19	887	8.05	922
8	8.32	563	8.34	533
9	8.21	816	8.34	575
10	8.46	416	8.39	510
11	8.4	787	8.34	977
12	8.46	732	8.28	1079
13	8.47	377	7.73	1158
14	8.15	444	8.31	457
15	8	1607	8.02	1256
16	8.17	682	8.13	506

Το pH στο επιφανειακό στρώμα κυμαίνεται από 8 έως 8,47 με μέση τιμή 8,3. Στο υπέδαφος κυμαίνεται από 7,73 έως 8,39 με μέση τιμή 8,21. Όλα τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά, χωρίς όμως να υπάρχει κάποια παθογένεια (αλκαλίωση ή νατρίωση).

Η αγωγιμότητα στα επιφανειακά δείγματα βρίσκεται μεταξύ 377 και 2840 μS/cm με μέση τιμή 847,2 μS/cm. Η πλειοψηφία των δειγμάτων (13 από τα 16) έχουν κάτω από 1000 μS/cm, δηλαδή κανονική αγωγιμότητα που δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα σε καμιά καλλιέργεια. Δυο δείγματα (2 και 15) έχουν χαμηλή προς μέτρια

αγωγιμότητα που πιθανόν να προκαλέσει προβλήματα στην ανάπτυξη και απόδοση κάποιων πολύ ευαίσθητων στην αλατότητα καλλιεργειών (π.χ. πυρηνόκαρπα, αραβόσιτος), και μόνον ένα δείγμα (1) έχει υψηλή αγωγιμότητα που θα πρέπει να καλλιεργείται με ανθεκτικές στην αλατότητα καλλιέργειες (π.χ. μηδική, βαμβάκι).

Στα υπεδάφεια δείγματα η αγωγιμότητα βρίσκεται μεταξύ 265 και 2820 ds/cm με μέση τιμή 888,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Η πλειοψηφία των δειγμάτων (11 από τα 16) έχουν κάτω από 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, δηλαδή κανονική αγωγιμότητα. Τέσσερα δείγματα (3, 12, 13 και 15) έχουν χαμηλή προς μέτρια αγωγιμότητα ενώ μόνο ένα δείγμα (1) έχει υψηλή αγωγιμότητα.

Συμπερασματικά και συνδυάζοντας τις τιμές του pH και της αγωγιμότητας προκύπτει πως όλα τα εδάφη που εξετάστηκαν είναι κανονικά, χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα αλατότητας ή νατρίωσης.

Πίνακας 4: Ανθρακικό ασβέστιο %

Δείγμα	Επιφανειακό στρώμα (0-30cm)	Υπέδαφος (30-60cm)
1	2.04	1.94
2	2.22	1.43
3	2.16	1.96
4	1.51	1.04
5	1.53	1.93
6	1.79	1.78
7	1.94	2.20
8	1.95	2.25
9	1.31	2.04
10	1.82	1.93
11	2.45	2.93
12	2.32	2.78
13	2.58	2.74
14	2.48	2.65
15	1.95	2.30
16	2.26	2.29

Οι τιμές του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνονται για το επιφανειακό στρώμα από 1,31% έως 2,58% με μέση τιμή 2,02%. Τα δείγματα 4,5,6,7,8,9,10 και 15 έχουν χαμηλή περιεκτικότητα ενώ τα δείγματα 1,2,3,11,12,13,14 και 16 έχουν μέση περιεκτικότητα. Αντίστοιχα για το υπέδαφος οι τιμές κυμαίνονται από 1,04% έως 2,93% με μέση τιμή 2,14%. Τα δείγματα 1,2,3,4,5,6 και 10 έχουν χαμηλή περιεκτικότητα ενώ τα δείγματα 7,8,9,11,12,13,14,15 και 16 έχουν μέση περιεκτικότητα. Παρουσία ανθρακικού ασβεστίου στα εδάφη είχαμε υποπτευθεί και από τις τιμές του pH οι οποίες ήταν σταθερά στο εύρος 8 με 8,5. Ωστόσο οι εν λόγω τιμές δεν μπορούν να βλάψουν καμιά καλλιέργεια, γιατί ακόμα και πολύ

ευαίσθητες στο CaCO₃ καλλιέργειες όπως η ακτινιδιά αντέχουν σε περιεκτικότητες CaCO₃ έως και 7-7,5%.

Πίνακας 5: Οργανική ουσία %

Δείγμα	Οργανικός άνθρακας %	Οργανική ουσία %
1	0.75	1.30
2	0.98	1.68
3	1.06	1.82
4	0.53	0.91
5	0.69	1.19
6	0.71	1.23
7	0.73	1.26
8	1.08	1.86
9	0.59	1.02
10	0.65	1.13
11	0.92	1.58
12	0.82	1.41
13	0.69	1.20
14	0.90	1.55
15	0.47	0.81
16	0.92	1.58

Τα ποσοστά της οργανικής ουσίας κυμαίνονται από 0,81% έως 1,86% με μέση τιμή 1,35%. Τα δείγματα 4 και 15 έχουν χαμηλή περιεκτικότητα, ενώ τα υπόλοιπα 14 δείγματα έχουν μέση περιεκτικότητα. Τα ποσοστά αυτά θεωρούνται φυσιολογικά και συμβαδίζουν με τις τιμές της οργανικής ουσίας που απαντάται στα ελληνικά εδάφη, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία.

Πίνακας 6: Μακροστοιχεία Ν Ρ Κ

Δείγμα	N (mg/Kg εδ.)	P (mg/Kg εδ)	K (mg/Kg εδ.)
1	44.14	13.88	310
2	42.92	8.97	280
3	48.21	11.36	230
4	41.29	4.19	170
5	40.68	5.62	190
6	36.82	5.38	180
7	38.65	5.50	230
8	40.07	8.85	160
9	40.89	5.62	130
10	43.53	5.86	110
11	39.26	11.72	150
12	43.33	6.22	160
13	48.41	7.06	170
14	37.84	0.96	290
15	41.29	9.09	130
16	39.46	10.65	240

Το νιτρικό άζωτο όπως φαίνεται στον πίνακα 6 παρουσιάζει σταθερότητα στις τιμές του οι οποίες κυμαίνονται από 36,82ppm έως 48,41ppm με μέση τιμή 41,68ppm. Όλες οι τιμές κρίνονται επαρκείς με τις περισσότερες να βρίσκονται προς το άνω όριο επάρκειας (50ppm).

Αντίθετα τα επίπεδα φωσφόρου παρουσιάζουν διακυμάνσεις μεταξύ των 16 δειγμάτων. Οι τιμές κυμαίνονται από 0,96ppm έως 13,88ppm με μέση τιμή 7,56ppm. Τα δείγματα 4 και 14 χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανεπάρκεια, τα υπόλοιπα δείγματα από ανεπάρκεια μόνο.

Τα επίπεδα καλίου κυμαίνονται από 110 έως 310ppm με μέση τιμή 195,6ppm. Τα δείγματα 9,10,11 και 15 έχουν μέτρια περιεκτικότητα σε κάλιο ενώ τα υπόλοιπα δείγματα βρίσκονται σε επίπεδα επάρκειας.

Πίνακας 7: Μακροστοιχεία Ca⁺² Mg⁺²

Δείγμα	Ca⁺² (mg/Kg εδ)	Mg⁺² (mg/Kg εδ)
1	5760	576
2	6400	240
3	6080	288
4	4640	144
5	5440	384
6	5600	336
7	5200	336
8	5760	1200
9	4240	336
10	5120	336
11	7200	576
12	5040	480
13	5760	240
14	6960	432
15	5440	144
16	5760	240

Όπως φαίνεται στον πίνακα 7 τα επίπεδα ασβεστίου στα εδάφη είναι πολύ υψηλά. Κυμαίνονται από 4240 έως 7200 ppm με μέση τιμή 5650 ppm. Όλες οι τιμές βρίσκονται πολύ πάνω από το όριο υπερεκάρκειας.

Αντίστοιχα και για το μαγνήσιο έχουμε υπερεπάρκεια για όλα τα δείγματα με τιμές από 144 έως 1200 ppm. Η μέση τιμή είναι 339 ppm.

Πίνακας 8: Ιχνοστοιχεία

Δείγμα	Fe (mg/Kg εδ)	Mn (mg/Kg εδ)	Cu (mg/Kg εδ)	Zn (mg/Kg εδ)
1	28.71	14.084	5.312	2.018
2	41.943	12.549	7.197	0.981
3	36.847	11.766	6.103	1.021
4	13.21	8.796	2.79	0.589
5	21.708	10.992	4.046	0.644
6	30.029	11.035	5.32	0.549
7	26.715	10.814	3.715	0.473
8	30.073	11.59	7.59	0.835
9	20.75	8.293	2.789	0.43
10	16.083	7.752	3.122	0.793
11	24.154	10.504	4.466	0.784
12	23.559	8.075	3.881	0.94
13	16.007	7.753	4.445	0.757
14	16.33	6.193	3.036	0.763
15	16.966	10.721	2.856	0.42
16	29.705	9.294	4.72	0.402

Οι τιμές σιδήρου βρίσκονται μεταξύ 13,21 ppm και 41,94 ppm με μέση τιμή 24,55 ppm. Τα δείγματα 4,5,9,10,11,12,13,14,15 χαρακτηρίζονται από επάρκεια και τα δείγματα 1,2,3,6,7,8 και 16 από υπερέπαρκεια.

Οι τιμές μαγγανίου βρίσκονται μεταξύ 6,19 ppm και 14,08 ppm με μέση τιμή 10,01 ppm. Όλα, και τα 16 δείγματα χαρακτηρίζονται από ανεπάρκεια.

Οι τιμές χαλκού βρίσκονται μεταξύ 2,79 ppm και 7,2ppm με μέση τιμή 4,46ppm. Όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται από υπερέπαρκεια.

Οι τιμές ψευδαργύρου βρίσκονται μεταξύ 0,4 ppm και 2,02 ppm με μέση τιμή 0,77 ppm. Τα δείγματα 4,5,6,7,9,10,11,13,14,15 και 16 χαρακτηρίζονται από ανεπάρκεια, τα δείγματα 2,8 και 12 από μέτρια επάρκεια και τα δείγματα 1 και 3 από επάρκεια .

6. Αποτελέσματα ανά αγροτεμάχιο

Πίνακας 1: Αγροτεμάχιο 1

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	23,2% άμμος 53,2% ιλύς 23,6% άργιλος	Ιλοσηπλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	23,2% άμμος 45,2% ιλύς 31,6% άργιλος	Αργιλοσηπλώδες
pH 0-30cm	8,11	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,3	Αλκαλικό
EC 0-30cm	2840 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Υψηλή
EC 30-60cm	2820 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Υψηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,04%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	1,94%	Χαμηλή
Οργανική ουσία	1,3%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO_3^-	44,14 ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	13,88 ppm	Μέτρια
Κάλιο K^+	310 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca^{+2}	5760 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg^{+2}	576 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	28,71 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	14,08 ppm	Μέτρια
Χάλκος Cu	5,31 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	2,02 ppm	Επαρκής

Πίνακας 2: Αγροτεμάχιο 2

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	31,2% άμμος 43,2% ιλύς 25,6% άργιλος	Πηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	67,2% άμμος 19,2% ιλύς 13,6% άργιλος	Αμμοπηλώδες
pH 0-30cm	8,32	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,15	Αλκαλικό
EC 0-30cm	1092μS/cm	Χαμηλή
EC 30-60cm	694μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,22%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	1,47%	Χαμηλή
Οργανική ουσία	1,68%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	42,92ppm	Επαρκής
Φώσφορος P ⁺	8,97 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	280 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	6400 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	240 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	41,94 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	12,55 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	7,2 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,98 ppm	Μέτρια

Πίνακας 3: Αγροτεμάχιο 3

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	35,2% άμμος 37,3% ιλύς 27,6% άργιλος	Αργιλοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	39,2% άμμος 31,2% ιλύς 29,6% άργιλος	Αργιλοπηλώδες
pH 0-30cm	8,4	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,24	Αλκαλικό
EC 0-30cm	742μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	1126μS/cm	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,16%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	1,96%	Χαμηλή
Οργανική ουσία	1,82%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	48,21ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	11,36 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	230 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	6080 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	288 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	36,85 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	11,77 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	6,31 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	1,02 ppm	Επαρκής

Πίνακας 4: Αγροτεμάχιο 4

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	57,2% άμμος 33,2% ιλύς 9,6% άργιλος	Αμμοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	59,2% άμμος 33,2% ιλύς 7,6% άργιλος	Αμμοπηλώδες
pH 0-30cm	8,47	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,27	Αλκαλικό
EC 0-30cm	397μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	265μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,51%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	1,04%	Χαμηλή
Οργανική ουσία	0,91%	Χαμηλή
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	41,29ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	4,19 ppm	Πολύ ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	170 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	4640 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	144 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	13,21 ppm	Ερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	8,80 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	2,79 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,59 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 5: Αγροτεμάχιο 5

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	33,2% άμμος 43,2% ιλύς 23,6% άργιλος	Πηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	37,2% άμμος 45,2% ιλύς 17,6% άργιλος	Πηλώδες
pH 0-30cm	8,29	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,22	Αλκαλικό
EC 0-30cm	570μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	532μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,53%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	1,93%	Χαμηλή
Οργανική ουσία	1,19%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	40,68ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	5,62 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	190 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	5440 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	384 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	21,71 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	10,99 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	4,05 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,64 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 6: Αγροτεμάχιο 6

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	29,2% άμμος 50% ιλύς 20,8% άργιλος	Ιλοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	39,2% άμμος 52% ιλύς 8,8% άργιλος	Ιλοπηλώδες
pH 0-30cm	8,31	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,33	Αλκαλικό
EC 0-30cm	604μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	690μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,79%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	1,78%	Χαμηλή
Οργανική ουσία	1,23%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	36,82ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	5,38 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	180 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	5600 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	336 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	30,03 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	11,04 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	5,32 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,55 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 7: Αγροτεμάχιο 7

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	27,2% άμμος 56% ιλύς 16,8% άργιλος	Ιλοοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	25,2% άμμος 64% ιλύς 10,8% άργιλος	Πηλώδες
pH 0-30cm	8,19	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,05	Αλκαλικό
EC 0-30cm	887μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	922μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,94%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,20%	Μέση
Οργανική ουσία	1,26%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	38,65ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	5,50 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	230 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	5200 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	336 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	26,72 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	10,81 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	3,72 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,47 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 8: Αγροτεμάχιο 8

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	19,2% άμμος 48% ιλύς 32,8% άργιλος	Ιλυοαργιλοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	13,2% άμμος 48% ιλύς 38,8% άργιλος	Ιλυοαργιλοπηλώδες
pH 0-30cm	8,32	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,34	Αλκαλικό
EC 0-30cm	563μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	533μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,95%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,25%	Μέση
Οργανική ουσία	1,86%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	40,07ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	8,85 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	160 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	5760 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	1200 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	30,07 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	11,59 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	7,59 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,84 ppm	Μέτρια

Πίνακας 9: Αγροτεμάχιο 9

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	63,2% άμμος 28% ιλύς 8,8% άργιλος	Αμμοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	59,2% άμμος 32% ιλύς 8,8% άργιλος	Αμμοπηλώδες
pH 0-30cm	8,21	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,34	Αλκαλικό
EC 0-30cm	816μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	575μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,31%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,04%	Μέση
Οργανική ουσία	1,02%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	40,89ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	5,62 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	130 ppm	Μέτρια
Ασβέστιο Ca ⁺²	4240 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	336 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	20,75 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	8,29 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	2,79 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,43 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 10: Αγροτεμάχιο 10

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	43,2% άμμος 42% ιλύς 14,8% άργιλος	Πηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	41,2% άμμος 46% ιλύς 12,8% άργιλος	Πηλώδες
pH 0-30cm	8,46	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,39	Αλκαλικό
EC 0-30cm	416μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	510μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,82%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	1,93%	Χαμηλή
Οργανική ουσία	1,13%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	43,53ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	5,86 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	110 ppm	Μέτρια
Ασβέστιο Ca ⁺²	5120 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	336 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	16,08 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	7,75 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	3,12 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,79 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 11: Αγροτεμάχιο 11

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	19,2% άμμος 46% ιλύς 34,8% άργιλος	Ιλυοαργιλοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	27,2% άμμος 52% ιλύς 20,8% άργιλος	Ιλυοπηλώδες
pH 0-30cm	8,4	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,34	Αλκαλικό
EC 0-30cm	787μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	977μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,45%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,93%	Μέση
Οργανική ουσία	1,58%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	38,26ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	11,72 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	150 ppm	Μέτρια
Ασβέστιο Ca ⁺²	7200 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	576 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	24,15 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	10,5 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	4,47 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,78 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 12: Αγροτεμάχιο 12

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	41,2% άμμος 40% ιλύς 18,8% άργιλος	Πηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	47,2% άμμος 42% ιλύς 10,8% άργιλος	Πηλώδες
pH 0-30cm	8,46	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,28	Αλκαλικό
EC 0-30cm	732μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	1079μS/cm	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,32%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,78%	Μέση
Οργανική ουσία	1,41%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	43,33ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	6,22 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	160 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	5040 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	480 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	23,56 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	8,08 ppm	Επαρκής
Χάλκος Cu	3,88 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,94 ppm	Μέτρια

Πίνακας 13: Αγροτεμάχιο 13

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	33,2% άμμος 48% ιλύς 18,8% άργιλος	Πηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	31,2% άμμος 52% ιλύς 16,8% άργιλος	Ιλοπηλώδες
pH 0-30cm	8,47	Αλκαλικό
pH 30-60cm	7,73	Αλκαλικό
EC 0-30cm	377μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	1058μS/cm	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,58%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,74%	Μέση
Οργανική ουσία	1,2%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	48,41ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	7,06 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	170 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	5760 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	240 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	16,01 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	7,75 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	4,46 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,76 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 14: Αγροτεμάχιο 14

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	17,2% άμμος 44% ιλύς 38,8% άργιλος	Ιλυοαργιλοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	25,2% άμμος 52% ιλύς 22,8% άργιλος	Ιλυοπηλώδες
pH 0-30cm	8,15	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,31	Αλκαλικό
EC 0-30cm	444μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	457μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,48%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,65%	Μέση
Οργανική ουσία	1,55%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	37,84ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	0,96 ppm	Πολύ ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	290 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	6960 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	432 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	16,33 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	6,19 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	3,04 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,76 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 15: Αγροτεμάχιο 15

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	33,2% άμμος 52% ιλύς 14,8% άργιλος	Ιλοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	19,2% άμμος 66% ιλύς 14,8% άργιλος	Ιλοπηλώδες
pH 0-30cm	8	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,02	Αλκαλικό
EC 0-30cm	1607μS/cm	Μέτρια
EC 30-60cm	1256μS/cm	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	1,95%	Χαμηλή
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,3%	Μέση
Οργανική ουσία	0,81%	Χαμηλή
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	41,29ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	9,09 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	130 ppm	Μέτρια
Ασβέστιο Ca ⁺²	5440 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	144 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	16,97 ppm	Επαρκής
Μαγγάνιο Mn	10,72 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	2,86 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,42 ppm	Ανεπαρκής

Πίνακας 16: Αγροτεμάχιο 16

	Τιμές	Χαρακτηρισμός
Μηχανική Σύσταση 0-30cm	23,2% άμμος 50% ιλύς 26,8% άργιλος	Ιλοπηλώδες
Μηχανική Σύσταση 30-60cm	37,2% άμμος 50% ιλύς 12,8% άργιλος	Ιλοπηλώδες
pH 0-30cm	8,17	Αλκαλικό
pH 30-60cm	8,13	Αλκαλικό
EC 0-30cm	682μS/cm	Κανονική
EC 30-60cm	506μS/cm	Κανονική
Ανθρακικό ασβέστιο 0-30cm	2,26%	Μέση
Ανθρακικό ασβέστιο 30-60cm	2,29%	Μέση
Οργανική ουσία	1,58%	Μέση
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃ ⁻	39,49ppm	Επαρκής
Φώσφορος P	10,65 ppm	Ανεπαρκής
Κάλιο K ⁺	240 ppm	Επαρκής
Ασβέστιο Ca ⁺²	5760 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγνήσιο Mg ⁺²	240 ppm	Υπερεπαρκής
Σίδηρος Fe	29,71 ppm	Υπερεπαρκής
Μαγγάνιο Mn	9,29 ppm	Ανεπαρκής
Χάλκος Cu	4,72 ppm	Υπερεπαρκής
Ψευδάργυρος Zn	0,4 ppm	Ανεπαρκής

7. Συνιστώμενη λίπανση

Το νιτρικό άζωτο είναι υδατοδιαλυτό και άμεσα απορροφήσιμο από τα φυτά. Τυχόν περίσσειά του στο έδαφος δεν είναι διαθέσιμη για καιρό και απομακρίνεται γρήγορα από το εδαφικό περιβάλλον, ακολουθώντας τη ροή του εδαφικού νερού. Για το λόγο αυτό η μέτρηση του για σκοπό την πρόταση αζωτούχου λίπανσης έχει νόημα μόνο αν γίνεται 10 με 15 ημέρες πριν τη σπορά. Σε διαφορετική περίπτωση συνηθίζεται να προστίθεται ολόκληρη η συνιστώμενη ποσότητα αζώτου που απαιτεί η κάθε καλλιέργεια.

Η προσθήκη φωσφόρου και καλίου θα ρυθμιστεί ανάλογα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων και τις απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Το κρίσιμο όριο καλίου είναι 150 ppm συνεπώς θα προστεθεί αν η συγκέντρωση είναι μικρότερη. Το καλαμπόκι είναι καλιόφιλη καλλιέργεια και το κρίσιμο όριο καλίου είναι 200ppm. Άρα κάλιο θα προστεθεί σε καλαμπόκι αν η συγκέντρωση του είναι λιγότερη από 200ppm.

Κάποια κατάλληλα λιπάσματα για βασική λίπανση είναι αυτά με αναλογία N-P₂O₅-K₂O περίπου 2-1-1 όπως 18-9-9 ή 20-10-10 με το άζωτο σε αμμωνιακή μορφή όπως είναι στην θειική αμμωνία και στην ουρία. Για εδάφη με επάρκεια καλίου ένα κατάλληλο λίπασμα είναι η φωσφορική αμμωνία του τύπου 20-10-0.

Για επιφανειακή λίπανση προτείνεται η νιτρική αμμωνία 33,5-0-0 ή η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία 26-0-0 ή η ουρία 46-0-0.

Προσθήκη ασβεστίου και μαγνησίου δε χρειάζεται σε κανένα από τα αγροτεμάχια. Προσθήκη ιχνοστοιχείων κάνουμε μόνο στα αγροτεμάχια με ανεπάρκεια. Συγκεκριμένα για το ψευδάργυρο η καλλιέργεια του ρυζιού χρειάζεται 1,5kg/στρ οπότε θα προστεθεί παντού.

Για την καλλιέργεια του ρυζιού σύμφωνα με τη βιβλιογραφία προτείνεται η λίπανση να γίνεται ως εξής: Το 40% του αζώτου και όλη η ποσότητα φωσφόρου και καλίου βασικά πριν τη σπορά και το υπόλοιπο 60% του αζώτου επιφανειακά σε δυο δόσεις. Για το καλαμπόκι και το βαμβάκι το 50% του αζώτου και ολόκληρη η ποσότητα φωσφόρου και καλίου βασικά πριν τη σπορά και το υπόλοιπο 50% του αζώτου επιφανειακά.

Οι παρακάτω υπολογισμοί έγιναν με δεδομένο ότι η μάζα του επιφανειακού εδάφους μέχρι τα 20cm είναι 300.000 kg/στρ και ότι για υψηλές αποδόσεις η καλλιέργεια του ρυζιού χρειάζεται 20 kg N, 8 kg P₂O₅, 8 kg K₂O και 1,5 kg Zn ανά στρέμμα, η καλλιέργεια του καλαμποκιού 28 kg N, 10 kg P₂O₅ και 10 kg K₂O ανά στρέμμα, και η καλλιέργεια του βαμβακιού 16 kg N, 8 kg P₂O₅ και 8 kg K₂O ανά στρέμμα.

8. Λίπανση ανά αγροτεμάχιο και ανά καλλιέργεια

Αγροτεμάχιο 1

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 6 kg/στρ P₂O₅ + 1,5 kg/στρ Zn + 2 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 0,5 kg/στρ Zn + 2 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 6 kg/στρ P₂O₅ + 0,5 kg/στρ Zn + 2 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 2

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 3

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 6 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 6 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 4

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 10,8 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 5

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 3,6 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 6

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 7,2 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 7

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 8

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 14,4 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 9

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 7,2 kg/στρ K₂O + 2 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 25,2 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 7,2 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 10

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 14,4 kg/στρ K₂O + 2 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 32,4 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 14,4 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 11

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 6 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 18 kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 6 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 12

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 14,4kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 13

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 10,8kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 14

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 4 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 12 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 4 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 4 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 15

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 7,2kg/στρ K₂O + 2 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 25,2kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 7,2kg/στρ K₂O + 1 kg/στρ Zn + 3,5 kg/στρ Mn

Αγροτεμάχιο 16

Ρύζι: 20 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 2 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Καλαμπόκι: 28 kg/στρ N + 10 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

Βαμβάκι 16 kg/στρ N + 8 kg/στρ P₂O₅ + 1 kg/στρ Zn + 3 kg/στρ Mn

9. Πίνακας οριακών τιμών

Οριακές τιμές θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και άλλων χαρακτηριστικών που χρησιμοποιούνται κατά την ερμηνεία της εδαφοανάλυσης.

1. Μηχανική ανάλυση

ελαφρά	LS και S
μέτρια ελαφρά	SL
μέσα	L, SiL, Si
μέτρια βαριά	CL, SCL, SiCL
βαριά	SC, SiC, C

2. pH

πολύ όξινο	< 5,5
όξινο	5,6-6,5
ελαφρά όξινο-αλκαλικό	6,6-7,5
αλκαλικό	7,6-8,5
πολύ αλκαλικό	> 8,6

3. Οργανική ουσία (%)

πολύ χαμηλή	< 0,5
χαμηλή	0,6-1
μέση	1,1-2
υψηλή	2,1-4
πολύ υψηλή	>4,1

4. CaCO₃ (%)

μηδενική	0
χαμηλή	0,01-2
μέση	2,1-5
υψηλή	5,1-10
πολύ υψηλή	>10,1

5. Αγωγιμότητα

κανονική	<1
χαμηλή	1,1-1,5
μέτρια	1,6-2
υψηλή	2,1-4
πολύ υψηλή	>4,1

6. Διαθέσιμος P (κατά Olsen)

Πολύ ανεπαρκώς	0-5
ανεπαρκώς	5,1-13
μέτρια	13,1-15
επαρκώς	15,1-25
υπερεπαρκές	>25,1

7. Διαθέσιμο Κάλιο

Πολύ ανεπαρκώς	0-50
ανεπαρκώς	51-100
μέτρια	101-150
επαρκώς	151-330
υπερεπαρκές	>331

8. Ασβέστιο

πολύ ανεπαρκώς	<100
ανεπαρκώς	101-250
μέτρια	251-300
επαρκώς	301-750
υπερεπαρκές	>751

9. Μαγνήσιο

πολύ ανεπαρκώς	< 20
ανεπαρκώς	21-40
μέτρια	41-50
επαρκώς	51-100
υπερεπαρκές	> 101

10. Νιτρικό Άζωτο

ανεπαρκώς	0-10
μέτρια	10,1-20
επαρκώς	20,1-50
υπερεπαρκές	>50

11. Μαγγάνιο

πολύ ανεπαρκώς	< 4
ανεπαρκώς	4,1-13
μέτρια	13,1-15
επαρκώς	15,1-25
υπερεπαρκές	> 26

12. Ψευδάργυρος

πολύ ανεπαρκώς	< 0,1
ανεπαρκώς	0,2-0,8
μέτρια	0,9-1
επαρκώς	1,1-2,5
υπερεπαρκές	> 2,6

13. Σίδηρος

πολύ ανεπαρκώς	< 1
ανεπαρκώς	1,1-2,5
μέτρια	2,6-4
επαρκώς	4,1-25
υπερεπαρκές	> 26

14. Χαλκός

πολύ ανεπαρκώς	< 0,3
ανεπαρκώς	0,4-0,5
μέτρια	0,6-0,8
επαρκώς	0,9-1,5
υπερεπαρκές	> 1,6

10. Βιβλιογραφία

Βιομηχανικά Φυτά, Δέσποινα Παπακώστα-Τασοπούλου 2013

Ειδική Γεωργία Σιτηρά και Ψυχανθή, Δέσποινα Παπακώστα-Τασοπούλου 2012

Εδαφολογία – Εργαστηριακές ασκήσεις, Στεφάνου Στέφανος 2014

Διδακτικές σημειώσεις του μαθήματος Γονιμότητα – Θρέψη – Λιπάσματα,
Καραγιαννίδης Νικήτας 2016

Οδηγός σωστής λίπανσης, Ελληνικά λιπάσματα ELFEABEE

Κρίσιμα όρια θρεπτικών και ερμηνεία των εδαφολογικών αναλύσεων, Κεραμίδας
Βησσαρίων 2007