

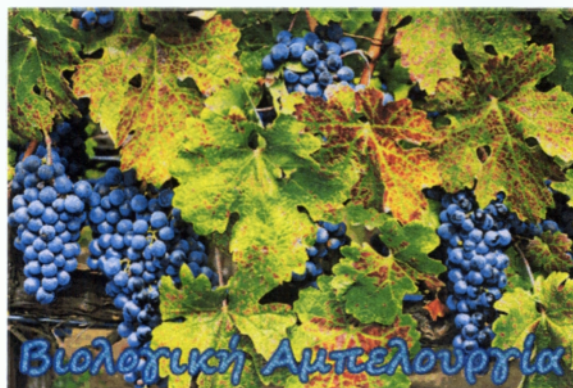
ΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**“Εδαφοανάλυση- Φυτοανάλυση αμπελώνος
βιολογικής καλλιέργειας στο Λεοντάρι Αρκαδίας”**

Του

Νάστου Ν. Λάμπρου



Επίβλεψη: Καθηγητής κος Ζακυνθινός Γεώργιος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το πέρας της πτυχιακής αυτής μελέτης θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς για την πολύτιμη βοήθεια του τον καθηγητή κ. Γιώργο Ζακυνθινό, την επιτροπή βαθμολόγησης, το σύνολο του διδακτικού προσωπικού του Τεχνολογικού Ιδρύματος Καλαμάτας για τις πολύτιμες γνώσεις που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου, καθώς και τον συνάδελφο μου Δαμουρά Θεόδωρο για την βοήθεια του!

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και ταυτόχρονα να αφιερώσω τη πτυχιακή αυτή μελέτη στην οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη και την αγάπη τους.

Πίνακας Περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	1
1.ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	2
1.1 Η μηχανική σύσταση του εδάφους.....	5
1.1.1 Κατηγορίες εδαφών ανάλογα με τη μηχανική τους σύσταση.....	5
1.1.2 Βελτίωση της μηχανικής σύστασης του εδάφους.....	6
1.2 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων(I.A.K)-Βαθμός κορεσμού με βάσεις.....	8
1.3 Οργανική Ουσία.....	10
1.3.1 Πηγές Οργανικής ουσίας.....	11
1.3.2 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα και επιδράσεις της οργανικής ουσίας....	12
1.4 Οξύτητα εδαφών – ΡΗ	13
1.4.1 Σπουδαιότητα του εδαφικού ΡΗ.....	14
1.4.2 Επίδραση ΡΗ στη διαλυτότητα των μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων....	15
1.5 Παρουσία αλάτων στο έδαφος.....	17
1.6 Αδιάλυτα Ανθρακικά-Ασβεστόλιθος.....	20
1.6.1 Ασβεστούχα εδάφη.....	21
1.7 Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους.....	23
1.7.1 Γενική θεώρηση.....	23
1.7.2 Ποσά θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος.....	25
1.7.3 Μορφές θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος.....	27
1.7.4 Τοξικότητες και τροφοπενίες.....	32

2.ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ-ΦΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ.....33

2.1 Ανάλυση του εδάφους.....	34
2.1.1 Δειγματοληψία εδάφους.....	35
2.2 Φυτοδιαγνωστική.....	40
2.2.1 Ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά.....	42

3.ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ-ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ,ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....48

3.1 Γεωγραφική Θέση.....	48
3.2 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά – Ιστορικά δεδομένα.....	49
3.3 Κλίμα της περιοχής-Μετεωρολογικά δεδομένα.....	53
3.4 Τα εδάφη της περιοχής.....	57

4.ΤΟ ΑΜΠΕΛΙ.....58

4.1 Η Ελληνική αμπελουργία και το αμπέλι διεθνώς.....	58
4.2 Μορφολογία του αμπελιού.....	60
4.2.1 Τα μέρη του αμπελιού.....	60
4.3 Κλάδεμα αμπελιού.....	64
4.4 Φυσιολογία του αμπελιού.....	65
4.5 Οικολογία του αμπελιού.....	67
4.6 Ασθένειες του αμπελιού.....	69
4.7 Ποικιλίες αμπέλου.....	70
4.8 Η ποικιλία ‘μοσχοφίλερο’.....	72
4.9 Ο Αμπελώνας.....	74

5. Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	78
5.1 Ορισμός βιολογικής γεωργίας.....	78
5.2 Στόχοι βιολογικής γεωργίας.....	79
5.3 Οι Βασικές αρχές της βιολογικής γεωργίας.....	79
5.3.1 Οφέλη βιολογικής γεωργίας.....	81
5.4 Η βιολογική καλλιέργεια στην ευρωπαϊκή ένωση.....	82
5.5 Στατιστικά στοιχεία στην ευρωπαϊκή ένωση.....	82
5.6 Η βιολογική καλλιέργεια στην Ελλάδα.....	84
5.7 Βιολογικά καλλιεργούμενες εκτάσεις στην Ελλάδα.....	87
5.8 Η βιολογική αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα.....	87
6.ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ-ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	89
6.1 Δειγματοληψία εδάφους.....	89
6.2 Δειγματοληψία φυτικών ιστών.....	90
6.3 Μέθοδοι εργαστηριακών αναλύσεων του εδάφους.....	92
6.4 Μέθοδοι εργαστηριακών αναλύσεων φυτικών ιστών.....	104
7.ΠΙΝΑΚΕΣ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	106
7.1 Εισαγωγή.....	106
7.2 Πίνακες και συμπεράσματα για τα εδαφικά δείγματα.....	106
7.3 Πίνακες και συμπεράσματα για τα θρεπτικά στοιχεία στους φυτικούς ιστούς.....	114
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	117
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	118

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Τα εδάφη διαφέρουν ως προς τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες, και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες, ανάλογα με τις ιδιότητές τους. Η διαφορές αυτές που έχουν στις ιδιότητές τους μαζί με τα ποσά των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν σε αυτά, δίνει τη διαφορετικότητα του καθενός όσον αφορά τη γονιμότητά τους. Έτσι, ορισμένα εδάφη χαρακτηρίζονται ως γόνιμα, άλλα ως μετρίως γόνιμα, και άλλα ως καθόλου γόνιμα, ή άγονα, μη κατάλληλα για την ανάπτυξη κάποιας καλλιέργειας. Έτσι, η πλήρης γνώση των ιδιοτήτων και των ποσοστών θρεπτικών στοιχείων του εδάφους είναι απολύτως απαραίτητη και για την ορθή χρήση του εκάστοτε εδάφους και μία επιτυχημένη καλλιέργεια στο συγκεκριμένο τύπο εδάφους. Αυτό που μας ενδιαφέρει περισσότερο είναι το διαλυτό και άμεσα διαθέσιμο κλάσμα του στοιχείου στα φυτά. Ο προσδιορισμός του διαθέσιμου αυτού κλάσματος μπορεί να γίνει με διάφορες τεχνικές. Οι τεχνικές αυτές αναφέρονται και βασίζονται:

- Στην ανάλυση του εδάφους(Εδαφοανάλυση)
- Στην ανάλυση του φυτού(Φυτοδιαγνωστική)

Η αξία της ανάλυσης εδάφους έγκειται κυρίως στον προσδιορισμό προβλημάτων που σχετίζονται με ανισορροπίες θρεπτικών στοιχείων ή προβλήματα σχετικά με το pH και την αλατότητα του εδάφους. Η ανάλυση αυτή μπορεί να δώσει στοιχεία για το τι είναι διαθέσιμο στα φυτά. Δε δίνει όμως επαρκείς πληροφορίες για την αλληλεπίδραση μεταξύ εδάφους και πρεμνών. Το βάθος, η δομή και η υδατοχωρητικότητα του εδάφους, οι διαφορές που έχουν μεταξύ τους οι ποικιλίες και τα υποκείμενα, συνδυασμό με τις διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες που μπορούν να εφαρμοστούν, επιδρούν στο πώς ένα πρέμνο απορροφά θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος. Η ανάλυση φύλλων είναι μια άμεση μέτρηση των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο φυτό, γι' αυτό η φυλλοδιαγνωστική είναι πιο αξιόπιστη μέθοδος. Παρ' όλα αυτά, η ανάλυση εδάφους είναι και αυτή σημαντική και δίνει κατευθύνσεις όσον αφορά τη λίπανση.

Πέρα από τα αποτελέσματα των αναλύσεων των φυτών και των εδαφών, γίνεται μια προσπάθεια να καταγραφούν και ορισμένες εδαφολογικές έννοιες που θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση της μελέτης και στην πιο ολοκληρωμένη παρουσίασή της. Επίσης δίνονται γενικές πληροφορίες για το αμπέλι, η καλλιέργεια του οποίου θεωρείται ως μία από τις σπουδαιότερες για τη χώρα μας. Τέλος παρατίθενται πληροφορίες και ορισμένα στοιχεία της ευρύτερης περιοχής στην οποία εδρεύει ο εξεταζόμενος αμπελώνας με σκοπό να εντοπισθούν ή να επαληθευτούν ορισμένες παράμετροι της μελέτης.

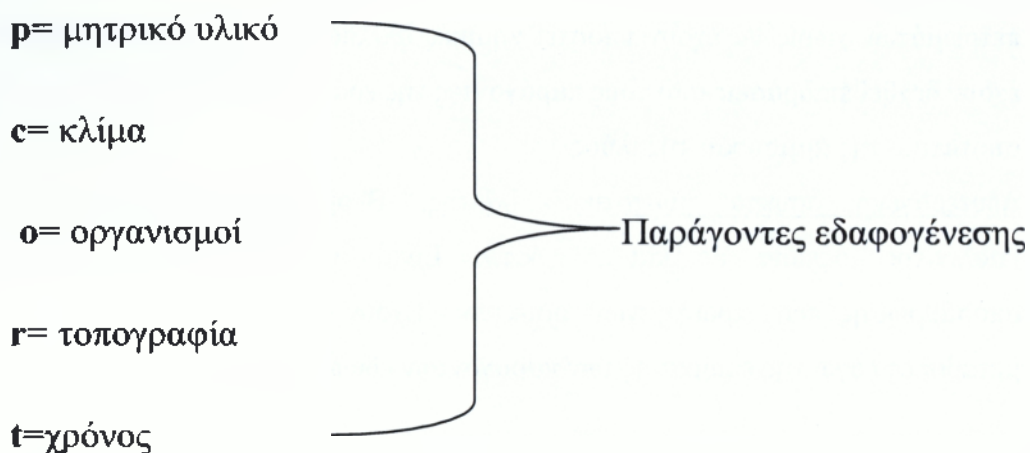
1.ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το έδαφος ορίζεται ως το ανώτατο στρώμα του φλοιού της Γης. Αποτελείται από ανόργανα και οργανικά συστατικά, νερό, αέρα και έμβιους οργανισμούς. Αποτελεί τη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ Γης, αέρα και υδάτινων πόρων και φιλοξενεί το μεγαλύτερο μέρος της βιόσφαιρας.

Σήμερα, είναι αποδεκτό ότι το έδαφος είναι ένας φυσικός σχηματισμός που αναπτύσσεται στην επιφάνεια της Γης, από τα προϊόντα αποσάθρωσης των πετρωμάτων με τη μακρόχρονη επίδραση του κλίματος και των ζώντων οργανισμών. Το έδαφος είναι ένα φυσικό, ανοικτό σύστημα που δέχεται επιδράσεις από το περιβάλλον και αυτό με τη σειρά του επιδρά στο περιβάλλον. Υπάρχει μια δυναμική ενεργειακή ισορροπία μεταξύ του εδάφους και του περιβάλλοντος. Λόγω αυτής της δυναμικότητάς του, το έδαφος συνεχώς μεταβάλλει τις ιδιότητές του και κατά συνέπεια τα δομικά του χαρακτηριστικά. Η σχέση μεταξύ των παραγόντων εδαφογένεσης(state factors) και εδαφικών ιδιοτήτων μπορεί να παρασταθεί από την πιο κάτω συνάρτηση, γνωστή σαν εξίσωση του Jenny(1941, 1958):

$$S = (p, c, o, r, t)$$

Όπου: S=εδαφική ιδιότητα



Όταν ένας από τους παράγοντες εδαφογένεσης διαφοροποιηθεί, προκύπτει διαφορετικός τύπος εδάφους. Επειδή υπάρχει πολύ μεγάλη ποικιλία για κάθε έναν από τους παράγοντες εδαφογένεσης, μπορεί να δημιουργηθεί άπειρος αριθμός διαφορετικών τύπων εδαφών. Ο καθένας από τους παραπάνω παράγοντες εκφράζουν αντίστοιχα λιθοσειρές, κλιματοσειρές, βιοσειρές, τοποσειρές και χρονοσειρές.

- Το έδαφος αποτελείται από τρεις φάσεις, την αέρια, την υγρή και τη στερεά φάση. Ο όγκος που καταλαμβάνει η καθεμία από αυτές τις υλικές φάσεις, στο συνολικό όγκο του εδάφους, διαφοροποιείται από έδαφος σε έδαφος ανάλογα με τις φυσικές και βιοχημικές ιδιότητές του. Σε γενικές γραμμές ο όγκος που καταλαμβάνει η στερεά φάση ανέρχεται στο 50%. Τον υπόλοιπο όγκο καταλαμβάνουν η υγρή και η αέρια φάση, δηλαδή το νερό και ο εδαφικός αέρας. Η στερεά φάση (εδαφικά υλικά) χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:
- Ορυκτά συστατικά(ανόργανα συστατικά, αποτελούν το 90-99% του εδάφους)
- Οργανικά συστατικά(αποτελούν το 1-10% του εδάφους)

Τα ορυκτά συστατικά του εδάφους χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

- Πρωτογενή ορυκτά συστατικά: Ολιβίνες, πυρόξενοι, αμφίβολοι, άστριοι, χαλαζίες, μαρμαρυγίες κ.τ.λ. οι οποίοι προέρχονται από θραύσματα κυρίως των πυριγενών πετρωμάτων χωρίς να έχουν υποστεί χημικές αλλοιώσεις ή μεταβολές. Δηλαδή δεν έχουν δεχθεί επιδράσεις από τους παράγοντες της εδαφογένεσης. Αποτελούν το κύριο συστατικό της άμμου και της ιλύος.
- Δευτερογενή ορυκτά συστατικά: Ιλλίτης, Βερμικουλίτης, μοντμοριλλονίτης, καολινίτης, οξειδία Fe και Al, κ.τ.λ. Είναι προϊόντα της μετατροπής και αποσάθρωσης των πρωτογενών ορυκτών. Έχουν υποστεί φυσικές και χημικές μεταβολές λόγω της επίδρασης των παραγόντων εδαφογένεσης.

Όπως έμμεσα αναφέρθηκε πιο πάνω, οι εδαφικές ιδιότητες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις φυσικές και τις χημικές. Η σημασία των εδαφικών ιδιοτήτων είναι πολύ μεγάλη, επειδή βάσει αυτών επιτυγχάνεται η κατανόηση της φύσεως και της συγκροτήσεως του εδάφους, με αποτέλεσμα τον καθορισμό εκείνων των χρήσεων γης και των πρακτικών διαχείρισης που μεγιστοποιούν το κέρδος και ελαχιστοποιούν την υποβάθμιση του εδαφικού περιβάλλοντος. Φυσικές ιδιότητες του εδάφους θεωρούνται οι ιδιότητες εκείνες που σχετίζονται με την φυσική κατάσταση του εδάφους, σπουδαιότερες από τις οποίες είναι: α) Η κοκκομετρική σύσταση, β) Η δομή, γ) Το εδαφικό πορώδες, δ) Το χρώμα, ε) Η εδαφική υγρασία και στ) Το εδαφικό νερό.

Τα πλέον ενεργά συστατικά του εδάφους απαντούν στο κλάσμα της αργίλου. Η άργιλος λόγω του λεπτότατου διαμερισμού παρουσιάζει μεγάλη επιφάνεια και κατά συνέπεια πολλές χημικές αντιδράσεις επιφανείας αποτελούν σημαντικό παράγοντα στη δυναμική συμπεριφορά των εδαφών. Οι αντιδράσεις αυτές σχετίζονται με την ανταλλαγή των ιόντων, την ενεργότητα των ιόντων, την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, τον βαθμό κορεσμού με βάσεις κλπ.

1.1 Η μηχανική σύσταση του εδάφους

Απαραίτητη προϋπόθεση για την υγιή ανάπτυξη των φυτών αποτελεί το "κατάλληλο" έδαφος. Ως κατάλληλο θεωρούμε εκείνο το έδαφος που είναι γόνιμο, που παρέχει θρεπτικά στοιχεία στο φυτό, του προσδίδει την απαραίτητη υγρασία και τις κατάλληλες συνθήκες αερισμού, χαρακτηριστικά τα οποία καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από την υφή του εδάφους, δηλαδή τη μηχανική του σύσταση ή την κοκκομετρική του σύσταση όπως αλλιώς ονομάζεται.

Η μηχανική σύσταση του εδάφους αναφέρεται στο χαρακτηριστικό εκείνο του εδάφους που σχετίζεται με το μέγεθος των σωματιδίων(κόκκων) που το αποτελούν και ορίζεται ως η εκατοστιαία αναλογία της άμμου(S),της ιλύος(Si),και της αργίλου(C) στο σύνολο της λεπτής γης.

Άμμος: Παρουσιάζει μειωμένη ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών στοιχείων. Λόγω μεγάλης ταχύτητας διάχυσης του νερού μέσα στην άμμο δημιουργούνται καλές συνθήκες αερισμού και στράγγισης για την ανάπτυξη των φυτών.

Ιλύς: Έχει αυξημένη ικανότητα συγκράτησης νερού αλλά μειωμένη ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων. Προκαλεί δυσμενείς συνθήκες αερισμού για την ανάπτυξη των φυτών.

Αργίλος: Παρουσιάζει αυξημένη ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών στοιχείων. Λόγω μειωμένης ταχύτητας διάχυσης του νερού μέσα στην άργιλο προκαλεί δυσμενείς συνθήκες αερισμού για το φυτό.

1.1.1 Κατηγορίες εδαφών ανάλογα με τη μηχανική τους σύσταση

Τα εδαφολογικά εργαστήρια ταξινομούν τα εδάφη σε 12 κατηγορίες κοκκομετρικής σύστασης, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής της άμμου, αργίλου, ιλύος στο έδαφος.

Οι 12 αυτές κλάσεις εδαφών καταλαμβάνουν ορισμένη θέση και χώρο σε ένα ισοσκελές τρίγωνο το οποίο ονομάζεται τρίγωνο μηχανικής σύστασης των εδαφών.



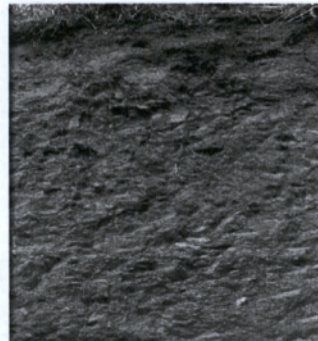
Οι τρεις βασικότερες κατηγορίες εδαφών είναι τα αμμώδη ή ελαφρά εδάφη, τα πηλώδη ή μέσης σύστασης και τα αργιλώδη ή βαριά εδάφη, με ιδιότητες ανάλογες των ποσοστών άμμου, αργίλου, ιλύος που περιέχουν.

Αμμώδες έδαφος: αμμώδες(Sandy)
αμμοπηλώδες (Sandy loam)

Πηλώδες έδαφος: πηλοαμμώδες(Loamy sand)
αμμοαργιλοπηλώδες(Sandy clay loam)
πηλώδες(Loam)
ίλυοπηλώδες(Silty loam)
ίλυοαργιλοπηλώδες(Silty clay loam)
ίλυώδες(Silt)

Αργιλώδες έδαφος: αργιλοπηλώδες(Clay loam)
ίλυοαργιλώδες(Silty clay)
αργιλοαμώδες(Sandy clay)
αργιλώδες(Clay)

Τομή εδάφους



Αμμώδες έδαφος

Αργιλώδες έδαφος

1.1.2 Βελτίωση μηχανικής σύστασης εδάφους

Τα περισσότερα προβλήματα στην ανάπτυξη καλλιεργειών παρουσιάζονται στα εδάφη με ακραίες συνθήκες μηχανικής σύστασης (αμμώδη-S,LS ή αργιλώδη-C),αλλά και σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα ιλύος(Si).Τα αμμώδη εδάφη πρέπει να αρδεύονται επαρκώς και να λιπαίνονται ορθολογικά με συχνές και μικρές δόσεις. Στα αργιλώδη εδάφη πρέπει να γίνεται κατεργασία του εδάφους(όργωμα),όταν το έδαφος έχει την κατάλληλη υγρασία(βρίσκεται στο ρώγο του) για να επιτευχθεί βελτίωση του αερισμού και της αποστράγγισης.

Μία ακόμη μέθοδος βελτίωσης για τα αργιλώδη και πηλώδη εδάφη αποτελεί η προσθήκη ποταμίσιων άμμου ή περλίτη στο επιφανειακό χώμα. Γενικότερα, την ανάπτυξη των φυτών ευνοεί η προσθήκη τύρφης(οργανικό υλικό) ή περλίτη στο έδαφος. Τα υποστρώματα αυτά παρουσιάζουν αυξημένη ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών στοιχείων, βελτιώνουν τον αερισμό και την αποστράγγιση και για το λόγο η προσθήκη τους στο έδαφος προτείνεται ως άμεση πρακτική βελτίωσής του.

Η εδαφολογία, σαν εφαρμοσμένη επιστήμη, είναι υποχρεωμένη να κατατάξει τα εδάφη, ανάλογα με τα ποσοστά των μηχανικών κλασμάτων, σε έναν αριθμό κατηγοριών. Έτσι, καθορίζει τις κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης(texture). Τρεις μεγάλες ομάδες μηχανικής σύστασης αναγνωρίζονται στα εδάφη, οι άμμοι, οι πυλοί και οι άργιλοι. Ανάλογα δε ποια ομάδα επικρατεί, τα εδάφη ονομάζονται αμμώδη ή ελαφρά, πηλώδη ή μέσης σύστασης, και αργιλώδη ή βαριά αντίστοιχα. Μέσα σε κάθε ομάδα αναγνωρίζονται μία ή περισσότερες κλάσεις μηχανικής σύστασης.

Πίνακας 1.1.2.α Ταξινόμηση εδαφών βάση μηχανικής σύστασης

ΚΛΑΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΟΜΑΔΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ
S (αμμώδης) LS(πηλοαμμώδης)	Χονδρόκοκκα	Αμμώδη
SL(αμμοπηλώδης)	Μετρίως Χονδρόκοκκα	
vfSL (Πολύ λεπτή αμμοπηλώδης)	Μέσα ή Μέσης σύστασης	Πηλώδη
L(πηλώδης)		
SiL(ίλυοπηλώδης)		
Si(Ιλυώδης)		
SCL(αμμοαργιλοπηλώδης)	Μετρίως Λεπτόκοκκα	
CL(αργιλοπηλώδης)		
SiCL(ίλυοαργιλοπηλώδης)		
C(αργιλώδης)	Λεπτόκοκκα	Αργιλώδη
SC(αμμοαργιλώδης)		
SiC(ίλυοαργιλώδης)		

1.2 Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων(ΙΑΚ)-Βαθμός κορεσμού με βάσεις

Η ιδιότητα των κολλοειδών του εδάφους να προσροφούν και να συγκρατούν κατιόντα ονομάζεται **ικανότητα προσρόφηση κατιόντων**. Το ποσό των κατιόντων, που μπορούν προσροφήσουν και να συγκρατήσουν σε ανταλλάξιμη μορφή τα κολλοειδή του εδάφους, λέγεται **εναλλακτική ικανότητα κατιόντων (C.E.C.=Cation exchange capacity)** ή και ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ) και μετράται σε χιλιοστοϊσοδύναμα (milliequivalents) κατιόντων ανά 100 g ξηρού εδάφους (me/100 g εδάφους).

Κατιόντα: H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+

Ανιόντα: SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , NO_3^-

Η **ΙΑΚ** κυμαίνεται στα ορυκτά από λίγα μέχρι 60 meq/100 g εδάφους, ενώ στα οργανικά εδάφη υπερβαίνει τα 200 meq/100 g εδάφους.

Η **ΙΑΚ** των εδαφών εξαρτάται από την ορυκτολογική σύσταση, τη μηχανική σύσταση, την οργανική ουσία και την οξύτητα του εδάφους.

Η **ΙΑΚ** κλιμακώνεται: Μοντομοριλονίτης>ιλίτης>καολινίτης

Η **ΙΑΚ** ενός εδάφους σύμφωνα με τα παραπάνω είναι συνάρτηση:

- ❖ Της περιεκτικότητας του εδάφους σε άργιλο και μάλιστα είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα της αργίλου σε ορυκτά τύπου 2:1.
- ❖ Της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανική ουσία. Η συμμετοχή της οργανικής ουσίας στην **ΙΑΚ** των ελληνικών εδαφών είναι περίπου 4 cmol kg⁻¹, διότι η περιεκτικότητά τους σε οργανική ουσία είναι περίπου 2%.

Βαθμός κορεσμού με βάσεις

Είναι το επί % ποσοστό των ανταλλάξιμων κατιόντων της ολικής εναλλακτικής ικανότητας και δίνεται από τον τύπο:

Βαθμός Κορεσμού με Βάσεις % = Αντ. Βάσεις (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) x 100/ΙΑΚ

Όταν ο βαθμός κορεσμού με βάσεις είναι <80%, το έδαφος έχει όξινη αντίδραση, ενώ όταν είναι >80% το έδαφος εμφανίζει αλκαλική αντίδραση.

Πίνακας 1.2.α Γενική αξιολόγηση εδαφών με βάση την τιμή της ΙΑΚ και του βαθμού κορεσμού με βάσεις.

Ανάλυση	Μονάδες	Αξιολόγηση	Τιμή	Γενική Ερμηνεία
ΙΑΚ	Μεg/100g εδάφους	Πολύ Υψηλή	>40	Καλά εδάφη
		Υψηλή	25-40	Χρειάζεται να προστεθούν μικρές ποσότητες Ca και K
		Μέση	15-25	Κανονικά, ικανοποιητικά για τη γεωργία όσον αφορά τα υπάρχοντα λιπάσματα
		Χαμηλή	5-15	Οριακά για άρδευση(FAO 1979)
		Πολύ Χαμηλή	<15	Ελάχιστα διαθέσιμα στοιχεία. Συνήθως, όχι κατάλληλα για άρδευση.
Βαθμός κορεσμού με βάσεις	%	Υψηλή	>60	Γενικά, εδάφη που λιπαίνονται
		Μέση	20-40	Εδάφη που δέχονται λιγότερη λίπανση
		Χαμηλή	<20	Ελάχιστη λίπανση

1.3 Οργανική ουσία

Η οργανική ουσία περιλαμβάνει φυτικά και ζωικά υπολείμματα σε διάφορα στάδια και βαθμό αποσύνθεσης, ζωντανούς μικροοργανισμούς του εδάφους, καθώς και νεοσχηματισμένες ενώσεις, οι οποίες είναι αποτέλεσμα συνθετικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών του εδάφους. Γενικά, η οργανική ουσία είναι αποτέλεσμα αποσυνθετικής και συνθετικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών.

Η οργανική ουσία αποτελείται από οργανικές ενώσεις (10-20%) που εντάσσονται σε γνωστές ομάδες της οργανικής χημείας. Οι ενώσεις αυτές προέρχονται κυρίως από τους φυτικούς ιστούς των ανώτερων φυτών, και αποτελούν τη μη χουμοποιημένη οργανική ουσία του εδάφους, περιλαμβάνοντας τις παρακάτω ομάδες:

- Υδατάνθρακες
- Αμινοξέα και πρωτεΐνες
- Λιπίδια
- Νουκλεϊκά οξέα
- Λιγνίνη
- Οργανικά οξέα

Οι παραπάνω οργανικές ενώσεις που είναι αποτέλεσμα της αποδομητικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών του εδάφους, υπόκεινται ξανά σε αποσυνθετική δραστηριότητα από μικροοργανισμούς, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση ανόργανων συστατικών. Η διαδικασία αυτή της απελευθέρωσης ανόργανων συστατικών από τις οργανικές ενώσεις καλείται **ανοργανοποίηση** (π.χ. ανοργανοποίηση του αζώτου).

Το μεγαλύτερο όμως μέρος των οργανικών συστατικών (80-90%), αποτελείται από οργανικές ενώσεις οι οποίες δεν εντάσσονται σε γνωστές ομάδες της οργανικής χημείας και χαρακτηρίζονται από μεγάλο μοριακό βάρος. Οι ενώσεις αυτές που είναι αποτέλεσμα συνθετικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών, δεν υπόκεινται σε περαιτέρω αποδόμηση. Η διαδικασία αυτή σχηματισμού αυτών των χουμικών ενώσεων καλείται **χουμοποίηση**, και οι χουμικές ενώσεις αποτελούν το χούμο. Επομένως, χούμος είναι μίγμα πολύπλοκων οργανικών ενώσεων, κολλοειδούς φύσεως, άμορφος, μεγάλου μοριακού βάρους, χρώματος κίτρινου έως μαύρου και

είναι αποτέλεσμα της συνθετικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών. Οι χουμικές ενώσεις ανάλογα με τη διαλυτότητά τους σε οξέα και βάσεις διακρίνονται σε **φουλβικά οξέα, χουμικά οξέα και χουμίνη.**

Ο ρυθμός αποδόμησης ή ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας εξαρτάται από τις συνθήκες περιβάλλοντος, το pH, τη μηχανική σύσταση, τον αερισμό του εδάφους, τη θερμοκρασία και την υγρασία, το ποσό – είδος και ανθεκτικότητα της οργανικής ουσίας και το είδος των φυτών από τα οποία προέρχεται (Ψυχανθή, λειμώνια χόρτα, φυλλοβόλα δέντρα, κωνοφόρα κ.τ.λ.)

Ο λόγος ανθεκτικές(λιγνίνη) προς μη ανθεκτικές (πρωτεΐνες) ,στην αποδόμηση ουσίες, εκφράζει το δείκτη ρυθμού ανοργανοποίησης οργανικής ουσίας. Ο λόγος C/N αποτελεί δείκτη χουμοποίησης αλλά και δείκτη δραστηριότητας των μικροοργανισμών. Με την πάροδο του χρόνου ο λόγος μικραίνει. Όταν ο λόγος C/N είναι μεγαλύτερος από 25, σημαίνει ότι έχουμε μικρές ποσότητες άζωτου, οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν το εδαφικό άζωτο για τη συντήρησή τους και έτσι δεν έχουμε ανοργανοποίηση. Οι μικροοργανισμοί στην περίπτωση αυτή λειτουργούν ανταγωνιστικά των φυτών όσον αφορά το άζωτο. Όταν ο λόγος C/N είναι μικρότερος του 20, υπάρχει άζωτο για τους μικροοργανισμούς και έχουμε ανοργανοποίηση.

1.3.1 Πηγές Οργανικής Ουσίας

Οι κυριότερες πηγές της οργανικής ουσίας είναι:

- ✓ Φυτικά Υπολείμματα(ρίζες, φύλλα, βλαστοί, καρποί, άνθη)
- ✓ Νεκρά σώματα οργανισμών του εδάφους
- ✓ Κόπρος, διάφορες κομπόστες και χλωρά λίπανση

1.3.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα και επιδράσεις της οργανικής ουσίας στο έδαφος

- i. Η οργανική ουσία αποτελεί κύρια πηγή αζώτου (90-95%) σε εδάφη που βρίσκονται κάτω από φυσική βλάστηση(εδάφη που δε λιπαίνονται).
- ii. Αποτελεί την κυριότερη πηγή φωσφόρου και θείου, όταν ο χούμος βρίσκεται σε ποσότητες μεγαλύτερες του 2%.
- iii. Συνεισφέρει το 30-70% στο συνολικό ποσοστό της ΙΑΚ σε ένα έδαφος. Λόγω της μεγάλης ειδικής της επιφάνειας, έχει πολλές θέσεις ανταλλαγής, προσροφά θρεπτικά στοιχεία και βαρέα μέταλλα.
- iv. Αυξάνει το διαθέσιμο νερό σε αμμώδη εδάφη και την κίνηση αέρα και νερού σε λεπτόκοκκα εδάφη.
- v. Η οργανική ουσία λειτουργεί σαν υποκαταστάτης(Ligand) και σχηματίζει χηλικές ενώσεις, συνήθως με Fe,Zn, Cu και Mn.Οι χηλικές ενώσεις, λόγω της διαλυτότητάς τους συντελούν στη μετακίνηση των στοιχείων αυτών αυξάνοντας έτσι τη διαθεσιμότητά τους στα φυτά.
- vi. Είναι πηγή C για πολλούς μικροοργανισμούς.
- vii. Όταν βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους μειώνει τη διάβρωση και την απώλεια υγρασίας.
- viii. Ο χούμος έχει μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα.

Πίνακας 1.3.α Αξιολόγηση μέτρησης της οργανικής ουσίας με τη μέθοδο Walkey-Black.

Οργανική ουσία % ξηρού βάρους εδάφους	Αξιολόγηση
>20	Πολύ υψηλή
10-20	Υψηλή
4-10	Μέση
2-4	Χαμηλή
<2	Πολύ χαμηλή

1.4 Οξύτητα εδαφών-pH

Ένα έδαφος χαρακτηρίζεται όξινο, αλκαλικό ή ουδέτερο ανάλογα με τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου $[H^+]$ στο εδαφικό διάλυμα ή πιο σωστά ανάλογα με την ενεργότητα των ιόντων υδρογόνου $[H^+]$ του εδαφικού διαλύματος.

Ο βαθμός οξύτητας και η αλκαλικότητα μετριέται με τον αρνητικό λογάριθμο της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στο διάλυμα και συμβολίζεται ως **pH**. Ανάλογα με το pH, τα εδάφη χαρακτηρίζονται **όξινα**, **ουδέτερα** ή **αλκαλικά**. Το pH επηρεάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, τη δραστηριότητα φυτών και μικροοργανισμών.

Η κλίμακα των τιμών pH είναι λογαριθμική και καλύπτει τιμές από 0 έως 14. Η τιμή 7 είναι το σημείο ουδετερότητας και ισχύει $[H^+]=[OH^-]=10^{-7}$. Τιμές pH μικρότερες του 7 ορίζουν την όξινη περιοχή της κλίμακας, ενώ μεγαλύτερες του 7 την αλκαλική περιοχή.

Κατηγορίες Εδαφικής Οξύτητας

Τιμή pH	Χαρακτηρισμός εδάφους
<4.5	Υπερβολικά όξινο
4.6-5.0	Πολύ ισχυρά όξινο
5.1-5.5	Ισχυρά όξινο
5.6-6.0	Μέτρια όξινο
6.1-6.5	Ελαφρώς όξινο
6.6-7.3	Ουδέτερο
7.4-7.8	Ελαφρά αλκαλικό
7.9-8.4	Μέτρια αλκαλικό
8.5-9.0	Ισχυρά αλκαλικό
>9.0	Πολύ ισχυρά αλκαλικό

Για κάθε μονάδα μεταβολής της κλίμακας του pH η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου μεταβάλλεται 10 φορές π.χ. έδαφος με pH=5 έχει 100 φορές περισσότερα H^+ στο εδαφικό διάλυμα από ότι έδαφος με pH=7.

1.4.1 Σπουδαιότητα του εδαφικού pH

Η οξύτητα του εδάφους είναι μια πολύ σημαντική εδαφική ιδιότητα. Επηρεάζει τις διεργασίες εδαφογένεσης, επιδρά στη φυσιολογία των φυτών, και στις δραστηριότητες των διαφόρων μικροοργανισμών του εδάφους. Χαμηλό pH ευνοεί την αποσάθρωση ορυκτών και συνεπώς την απελευθέρωση θρεπτικών ιόντων, όπως K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} . Η διαλυτότητα των CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{2-} αλάτων στο έδαφος είναι μεγαλύτερη σε χαμηλά pH. Επίσης, η απελευθέρωση αργιλίου από τα αργιλικά ορυκτά και οι μορφές τους στο έδαφος εξαρτώνται από το pH του εδαφικού διαλύματος. Σε pH <5 παραμένει περισσότερο διαλυτό αργίλιο στο εδαφικό διάλυμα, ενώ σε pH 6.0-6.5 η συγκέντρωση μειώνεται εντυπωσιακά.

Σε ισχυρά όξινα εδάφη (pH=4.0-5.5) το H^+ συγκρατείται ισχυρά από την οργανική ουσία και τα αργιλικά ορυκτά, διότι σχηματίζει ομοιοπολικούς δεσμούς και επομένως συνεισφέρει ελάχιστα στην οξύτητα του εδαφικού διαλύματος. Σε μετρίως όξινα εδάφη δεν έχουμε ιόντα αργιλίου (Al^{3+}) αλλά υδροξυλιωμένα αργίλια ($Al(OH)^{2+}$), $Al(OH)^{2+}$). Στην περίπτωση αυτή η συνεισφορά του H^+ είναι μεγαλύτερη, διότι συγκρατείται λιγότερο ισχυρά σε θέσεις μη μόνιμων φορτίων και διότι μειώνεται το ποσοστό των ενωμένων με ομοιοπολικούς δεσμούς υδρογόνων των οργανικών ομάδων. Λόγω της τοξικότητας του διαλυτού αργιλίου στα φυτά, το pH εδαφών πλούσιων σε αργιλικά ορυκτά πρέπει να διατηρείται πάνω από 6.5.

Το άριστο pH για ικανοποιητική ανάπτυξη των φυτών είναι χαμηλότερο στα οργανικά από ότι στα ανόργανα εδάφη. Σε ανόργανα εδάφη η άριστη τιμή pH αυξάνει καθώς αυξάνει η περιεκτικότητα σε αργίλιο. Σε οργανικά εδάφη το pH δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλό, διότι τα εδάφη αυτά είναι φτωχά σε ορισμένα θρεπτικά στοιχεία και η διαθεσιμότητά τους μειώνεται εντυπωσιακά σε συνθήκες υψηλού pH. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για το Φώσφορο, το Βόριο, το Μαγγάνιο, το Χαλκό και τον Ψευδάργυρο.

Η άριστη περιοχή τιμών pH για ικανοποιητική ανάπτυξη των φυτών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, περισσότερο όμως συνδέεται με το είδος της καλλιέργειας. Η περιοχή pH 6.0-7.5 είναι ευνοϊκή όσον αφορά τις συνθήκες θρέψης για τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά.

1.4.2 Επίδραση του pH στη διαλυτότητα μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων στο έδαφος.

Η δράση του pH μπορεί να χαρακτηριστεί ως έμμεση στην ανάπτυξη των φυτών και αυτό ερμηνεύεται είτε γιατί το pH δρα στη διαλυτότητα και διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων σ' αυτά (Πίνακας 1.4.2.α.), είτε γιατί και πάλι έμμεσα δρα στους μικροοργανισμούς και μέσω αυτών στα φυτά. Η επίδραση του pH όσον αφορά τη διαλυτότητα μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων συνοψίζεται παρακάτω.

- **Άζωτο:** Τα NO_3^- άλατα είναι περισσότερο διαθέσιμα σε τιμές pH από 6.0-7.5 στα ανόργανα εδάφη, ενώ στα οργανικά εδάφη παρατηρείται μέγιστη διαθεσιμότητα σε τιμή pH 5.5. Επιπλέον, σε τιμές pH 6.0-8.0 η ανοργανοποίηση του αζώτου της οργανικής ουσίας γίνεται μέγιστη.
- **Φώσφορος:** Η αντίδραση του εδάφους, η κυμαινόμενη μεταξύ 6.5-7.5 είναι η καλύτερη για τη θρέψη των φυτών με φώσφορο. Σε αρκετά όξινες εδαφικές συνθήκες σχηματίζονται αδιάλυτες φωσφορικές ενώσεις με τα ένυδρα οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου και του αργιλίου. Όταν η τιμή $\text{pH} > 7.5$ τότε έχουμε σχηματισμό αδιάλυτων φωσφορικών ενώσεων του ασβεστίου.
- **Κάλιο:** Σε εδάφη ισχυρά όξινα παρατηρείται έλλειψη καλίου. Μέγιστη διαθεσιμότητα καλίου παρατηρείται σε τιμή pH 6.5 στα ανόργανα εδάφη και σε τιμή pH 5.5 στα οργανικά εδάφη.
- **Ασβέστιο-Μαγνήσιο:** Τα στοιχεία αυτά είναι περισσότερο διαθέσιμα στα φυτά όταν η αντίδραση του εδάφους είναι ελαφρώς αλκαλική(7.0-8.4). Σε εδάφη με $\text{pH} < 5.5$ τα άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου έχουν εκπλυθεί. Αντίθετα, σε εδάφη με $\text{pH} > 8.4$ στα οποία επικρατεί περίσσεια νατρίου, αντικαθίστανται στις επιφάνειες των κολλοειδών από τα ιόντα νατρίου και αδιαλυτοποιούμενα, αδρανοποιούνται υπό μορφή ουδέτερων ανθρακικών.
- **Ιχνοστοιχεία:** Σε όξινα εδάφη τα ιόντα αργιλίου, σιδήρου, μαγγανίου, χαλκού και ψευδαργύρου βρίσκονται σε διαλυτή μορφή σε υψηλές ποσότητες και σε τέτοιο βαθμό ώστε να υπάρχουν κίνδυνοι τοξικοτήτων για τα φυτά. Σε υψηλά pH η διαλυτότητα των ιόντων αυτών γίνεται τόσο μικρή, ώστε να παρατηρούνται τροφοπενίες.

Σε ισχυρά όξινα εδάφη τα περισσότερα είδη των καλλιεργούμενων φυτών δίδουν αποδόσεις μικρότερες του δυναμικού τους για μία ή περισσότερες από τις παρακάτω αιτίες:

- ⬇ Τοξικότητα Αργιλίου
- ⬇ Τοξικότητα Μαγγανίου
- ⬇ Τοξικότητα Σιδήρου σε ορισμένα εδάφη
- ⬇ Τοξικότητα Ασβεστίου
- ⬇ Τοξικότητα Μαγνησίου
- ⬇ Τροφοπενία Μολυβδαινίου, κυρίως σε φυτά της οικογένειας των ψυχανθών
- ⬇ Τροφοπενίες Αζώτου, Φωσφόρου ή και Θείου, λόγω της μικρής ταχύτητας αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας.

Πίνακας 1.4.2.α Αξιολόγηση και ερμηνεία ανάλογα με τις τιμές του pH

Τιμή pH	Αξιολόγηση	Γενική Ερμηνεία
>8.5	Πολύ Υψηλή	Ca και Mg πιθανών να μην είναι διαθέσιμα. Πιθανή εμφάνιση τοξικότητας B. Πολύ αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης τροφοπενίας Cu, Co, Fe, Mn, Zn
7.0-8.5	Υψηλή	Μείωση διαθεσιμότητας P και B έως και εμφάνιση τροφοπενίας στις υψηλότερες τιμές. Σε τιμές pH πάνω από 7.0 αυξάνεται ο κίνδυνος τροφοπενίας για Cu, Co, Fe, Mn και Zn.
5.5-7.0	Μέση	Το προτιμώμενο εύρος pH για τα περισσότερα φυτά. Το χαμηλό όριο είναι όξινο για μερικά φυτά.
<5.5	Χαμηλή	Πιθανή τοξικότητα Al, Mn, και υπερβολική συγκέντρωση Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Τροφοπενία Ca, K, N, Mg, P, S (και B κάτω από pH=5)

1.5 Η παρουσία αλάτων στο έδαφος

Η συσσώρευση υδατοδιαλυτών αλάτων στα εδάφη, συνιστά ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα τους. Οι βλαπτικές επιδράσεις των διαλυτών αλάτων αφορούν την βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη των φυτών και οφείλονται είτε στην αδυναμία των φυτών να προσλάβουν νερό από το έδαφος, εξαιτίας της οσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος, που είναι αποτέλεσμα παρουσίας υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων σε αυτό, είτε την χειροτέρευση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, που προκαλείται από την παρουσία του ανταλλάξιμου νατρίου σε υψηλά επίπεδα, είτε τέλος, στις υψηλές τιμές του pH.

Η αυξημένη αλατότητα στο εδαφικό διάλυμα δεν επιτρέπει στα φυτά την πρόσληψη νερού με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σύντομα προβλήματα και δυσάρεστα συμπτώματα στο φυτό. Προφανώς τα συμπτώματα που προκαλούνται στα φύλλα των φυτών μοιάζουν με αυτά της έλλειψης νερού ή από την καταστροφή των ριζών μια και όλες αυτές οι αιτίες έχουν το ίδιο αποτέλεσμα, στερούν δηλαδή από το φυτό την ικανότητα να απορροφά νερό που του είναι απαραίτητο για την θρέψη και την λειτουργία του.

Αλατούχα, από γεωργικής άποψης εδάφη, είναι τα εδάφη τα οποία έχουν αγωγιμότητα εκχυλίσματος κορεσμού $EC_e > 4 \text{ mmhos ή } 4 \text{ dS/m}$, σε θερμοκρασία 25 °C. Τα αλατούχα εδάφη χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με το είδος των υδατοδιαλυτών αλάτων που περιέχουν:

1. Εδάφη που περιέχουν ουδέτερα άλατα του νατρίου NaCl και Na_2SO_4 (αλατούχα εδάφη).
2. Εδάφη που περιέχουν υδρολυόμενα άλατα του νατρίου, Na_2CO_3 , NaHCO_3 , Na_2SiO_3 (αλατούχα – αλκαλιωμένα).

Ιδιότητες αλατούχων εδαφών

Μερικές από τις ιδιότητες των αλατούχων εδαφών είναι:

- i. Έχουν καλή δομή γιατί τα άλατα προκαλούν θρόμβωση της αργίλου.

- ii. Έχουν τιμές pH από 7 έως 8 συνήθως σε περιοχές με περιορισμένη αποσάθρωση.
- iii. Είναι συχνά ανθρακικά, δηλαδή περιέχουν CaCO₃ και MgCO₃.

Η σταθερότητα των συσσωματωμάτων(διασπορά- θρόμβωση) εξαρτάται από το ισοζύγιο (SAR)μεταξύ (Ca²⁺ και Mg²⁺) καθώς επίσης και από το ποσό των υδατοδιαλυτών αλάτων που υπάρχουν στο έδαφος.

➤ **SAR(Sodium Absorption Ratio): “Λόγος προσρόφησης Νατρίου”**

$SAR = [Na^+] / \sqrt{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}$ οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε mmoles/l

➤ **ESP (Exchangeable Sodium Percentage):** Η έκφραση αυτή μαθηματικά αντιστοιχεί στην επί τοις % περιεκτικότητα του ανταλλάξιμου Νατρίου που συμμετέχει στην ΙΑΚ.

$ESP\% = Exc. Na + \times 100/IAK$

Τα εδάφη μπορούν να ταξινομηθούν από το ποσό των διαλυτών αλάτων (SAR) και την κατάσταση τους σε νάτριο (ECe). Η ταξινόμηση αυτή μας δίνει πληροφορίες για την κατάσταση της δομής τους.

Ταξινόμηση εδαφών	ECe	SAR	Κατάσταση εδάφους	pH
Κανονικά	<4	<13	Θρομβωμένα	<8.4
Αλατούχα	>4	<13	Θρομβωμένα	<8.4
Αλκαλιωμένα	<4	>13	Σε διασπορά	>8.4
Αλατούχα αλκαλιωμένα	>4	>13	Θρομβωμένα	<8.4

Προβλήματα αλατότητας δημιουργούνται όταν εφαρμόζεται άρδευση με αλατούχο νερό σε εδάφη με μικρή περατότητα. Επειδή όλα τα νερά άρδευσης περιέχουν άλατα, όταν οι συνθήκες στράγγισης είναι πλημμελείς, αυτά παραμένουν στο εδαφικό στρώμα και συσσωρεύονται. Γίνεται έτσι φανερό ότι στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ανάλογα με την ποιότητα του νερού άρδευσης και τη φύση του εδάφους.

Εικόνα 1.5.α Καταστροφή της δομής του εδάφους σε αλκαλιωμένα εδάφη στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας.



Εικόνα 1.5.β Πρόβλημα από την αλάτωση του εδάφους στην κατώτερη περιοχή Αγρι της Ιταλίας.



1.6 Αδιάλυτα Ανθρακικά – Ασβεστόλιθος

Στην εδαφολογία, με τον όρο “ασβεστόλιθος του εδάφους” θεωρούνται τα ανθρακικά ορυκτά με ασβέστιο, μαγνήσιο, και ισομοριακού μίγματος αυτών των δύο, όπως π.χ. ασβεστίτης CaCO_3 , Μαγνησίτης MgCO_3 , και δολομίτης $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ αντίστοιχα.

Σε κανονικά εδάφη ο ασβεστίτης είναι η επικρατούσα μορφή των ανθρακικών ορυκτών. Ο ασβεστόλιθος, διαλυόμενος, περιέχει στο έδαφος ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου, τα οποία προσροφόμενα από την κολλοειδή φάση, βοηθούν στη διατήρηση ή και βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους (θρόμβωση). Επί πλέον το ασβέστιο και το μαγνήσιο είναι στοιχεία που έχουν αποφασιστική σημασία για τη θρέψη των φυτών.

Τα εδάφη που έχουν pH κάτω από 7.0 συνήθως στερούνται ασβεστόλιθου, ενώ σε εδάφη με $\text{pH} > 7.0$ υπάρχει ασβεστόλιθος. Το pH ασβεστούχων εδαφών εφ’ όσον δεν υπάρχει νάτριο σπανίως υπερβαίνει την τιμή 8.4. Από φυσικοχημικής άποψης ο ασβεστόλιθος, δια των ιόντων, διαδραματίζει βασικό ρόλο στη χημική αντίδραση του εδάφους, δηλαδή στη μετρική και συνεπώς τη ρυθμιστική συμπεριφορά του (Αντίδραση 1).



Οι απώλειες σε αμμωνία (NH_4^+) των εδαφών συνδέονται με την ασβεστολιθική περιεκτικότητα αυτών. Το ιόν του αμμωνίου στα ασβεστούχα εδάφη λόγω περίσσειας OH^- μετατρέπεται σε NH_3 , το οποίο διαφεύγει στην ατμόσφαιρα (αντίδραση 2).



Η διαλυτότητα των ανθρακικών αυξάνει με την αύξηση της μερικής πίεσης του CO_2 (Πιν. 1.6.α). Η μερική πίεση του CO_2 με τη σειρά της αυξάνει με την αύξηση της αναπνοής των μικροοργανισμών. Η θερμοκρασία επηρεάζει αρνητικά τη διαλυτότητα των ανθρακικών. Η διαλυτότητα μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους (Πιν. 1.6.β.).

Πίνακας 1.6.α. Διαλυτότητα ανθρακικών σε σχέση με τη μερική πίεση του CO₂

Μερική Πίεση του CO ₂ (bars)	Διαλυτότητα (mg/l)
3.1 x 10 ⁻⁴	52
33 x 10 ⁻⁴	117
160 x 10 ⁻⁴	201
430 x 10 ⁻⁴	287
1.0 x 10 ⁻⁴	390

Πίνακας 1.6.β. Μεταβολή της διαλυτότητας των ανθρακικών με τη θερμοκρασία του εδάφους.

Θερμοκρασία °C	Διαλυτότητα (mg/l)
25	49
15	60
0	84

1.6.1 Ασβεστόχα Εδάφη

Ασβεστόχα εδάφη θεωρούνται εκείνα τα οποία περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο (άλας CaCO₃) σε ποσοστό άνω του 10 %. Η υπέρβαση αυτού του ορίου επηρεάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους που έχει υψηλό pH, τη διαθεσιμότητα και απορρόφηση των αναγκαίων θρεπτικών στοιχείων για τη ομαλή ανάπτυξη των φυτών, καθώς επίσης και την υδατική ισορροπία. Κάτω από το όριο του 10% τα εδάφη δεν έχουν ιδιαίτερο πρόβλημα με δυσμενή διαμόρφωση των φυσικοχημικών τους ιδιοτήτων.

Τέτοιου είδους εδάφη εμφανίζονται συχνότερα σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις, υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλη εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους. Στην Ελλάδα και ιδιαίτερος στα νοτιότερα τμήματά της απαντώνται συχνά αυτές οι προϋποθέσεις, και ως εκ τούτου η χώρα μας σε γενικές γραμμές χαρακτηρίζεται από ένα υψηλό ποσοστό ασβεστούχων εδαφών.

Οι φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητες των ασβεστούχων εδαφών έχουν ως συνέπεια την εμφάνιση ορισμένων προβλημάτων σχετικών με την καλλιέργεια και την ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών. Τα προβλήματα αυτά είναι :

- ✓ Ο σχηματισμός κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους.
- ✓ Δημιουργία σκληρού στρώματος στο υπέδαφος.
- ✓ Μικρή διαθεσιμότητα του φωσφόρου.
- ✓ Προβλήματα σχετικά με τη διαθεσιμότητα του Mg και K λόγω της ύπαρξης μεγάλων ποσοτήτων ασβεστίου στο έδαφος.
- ✓ Μικρή διαθεσιμότητα ιχνοστοιχείων
- ✓ Προβλήματα σχετικά με τη διαθέσιμη υγρασία των εδαφών αυτών, δεδομένου ότι τα εδάφη αυτά έχουν μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας.

Τα περισσότερα από τα προηγούμενα προβλήματα σχετίζονται με το ποσοστό του CaCO_3 , το οποίο είναι συγκεντρωμένο στο κλάσμα ιλύος και αργίλου το οποίο ονομάζεται **ενεργό ανθρακικό ασβέστιο**.

Η μικρή διαθεσιμότητα της υγρασίας στα ασβεστούχα εδάφη οφείλεται στο σχηματισμό σταθερών συσσωματωμάτων και στην κανονική κατανομή των μικρών και μεγάλων πόρων στο έδαφος. Ανθρακικό ασβέστιο μέχρι 15% στο έδαφος δημιουργεί μεγαλοπορώδες, ενώ αύξηση του CaCO_3 στο 25%, με την καθίζηση του CaCO_3 μέσα στους μεγάλους πόρους, δημιουργεί μικροπορώδες. Όταν το ποσοστό του CaCO_3 υπερβαίνει το 25%, τότε το μέγεθος των πόρων σχετίζεται με το μέγεθος των τεμαχιδίων του CaCO_3 και όσο μεγαλύτερα είναι τα τεμαχίδια, τόσο μεγαλύτεροι είναι και οι πόροι.

Η γνώση της περιεκτικότητας του εδάφους σε CaCO_3 είναι πολύ σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης των εδαφών αφού το CaCO_3 επηρεάζει άμεσα τις φυσικές και χημικές ιδιότητες αυτών. Επιπλέον μας βοηθάει στην επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας, στη χουμοποίηση κατάλληλων λιπασμάτων, καθώς και στην αποφυγή πιθανών τροφωπενιών.

Ανάλογα με την περιεκτικότητα των εδαφών σε ανθρακικό ασβέστιο , έχουμε των αντίστοιχο χαρακτηρισμό των εδαφών:

Περιεκτικότητα CaCO_3 %	Χαρακτηρισμός εδάφους
3-5	Εφοδιασμένα
5-10	Επαρκώς εφοδιασμένα
10-20	Μαργώδη
20-40	Μάργες
>40	Ασβεστώδη

1.7 Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους

1.7.1 Γενική θεώρηση

Παρά το γεγονός ότι οι ιστοί του φυτού αποτελούνται κατά 94-99.5 % (επί του νωπού βάρους) από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο και μόνο κατά το υπόλοιπο 0.5-6.0 % από στοιχεία εδαφικής προέλευσης, τα τελευταία στοιχεία είναι αυτά που συνήθως περιορίζουν την ανάπτυξη των φυτών και τις αποδόσεις. Υπό συνθήκες αγρού, η ανάπτυξη του φυτού δεν περιορίζεται από έλλειψη άνθρακα, υδρογόνου και οξυγόνου, και αυτό δικαιολογεί την έμφαση που αποδίδεται στα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, για να εξασφαλισθεί επαρκής θρέψη των φυτών και ικανοποιητική απόδοση.

Η ικανότητα του εδάφους να παρέχει στα φυτά θρεπτικά στοιχεία είναι το σπουδαιότερο εδαφολογικό πρόβλημα από την άποψη της θρέψεως των φυτών. Είναι συνεπώς προφανής η ανάγκη να γνωρίσουμε τις μορφές και τη φύση υπό τις οποίες αυτά βρίσκονται στο έδαφος και τις μετατροπές τις οποίες υφίστανται. Αυτό θα βοηθήσει στην κατανόηση των διεργασιών της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων και των προϋποθέσεων ικανοποιητικής παροχής στα φυτά για άριστη ανάπτυξη και άριστες αποδόσεις. Κατά το ποσοστό που οι απαιτήσεις των φυτών δεν μπορούν να ικανοποιηθούν με την εδαφική παροχή, τα διάφορα στοιχεία προστίθενται με τη μορφή λιπασμάτων.

Από τα 14 απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία που τα φυτά απορροφούν από το έδαφος, τα έξι χρησιμοποιούνται σε μεγάλες σχετικά ποσότητες (μακροστοιχεία). Αυτά είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο και το θείο. Έλλειψη ή ανεπάρκεια ενός από αυτά αναστέλλει την ανάπτυξη των φυτών και μειώνει τις αποδόσεις. Η έλλειψη μπορεί να είναι πραγματική, αλλά μπορεί και να οφείλεται σε ανεπαρκή παροχή ή σε μη φυσιολογική ισορροπία με άλλα θρεπτικά στοιχεία. Από αυτά, το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο είναι που χρειάζονται περισσότερο συμπληρωματικές προσθήκες για την ικανοποιητική ανάπτυξη των καλλιεργειών και για το λόγο αυτό είναι γνωστά και σαν βασικά ή λιπασματικά θρεπτικά στοιχεία (fertilizer elements). Το ασβέστιο, το μαγνήσιο και το θείο αναφέρονται σαν δευτερεύοντα θρεπτικά στοιχεία και προστίθενται σχεδόν πάντοτε ως συνοδά διαφόρων λιπασμάτων της λιπασματικής τριάδας. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο προστίθενται υπό μορφή ασβεστολίθου και για τη βελτίωση όξινων εδαφών. Για το λόγο αυτό είναι περισσότερο γνωστά σαν στοιχεία ασβεστώματος (lime elements). Το θείο, εκτός της προσθήκης του ως συνοδού των λιπασμάτων (υπερφωσφορικών, θεικού αμμωνίου) προστίθενται και με τα νερά της βροχής ή και υπό τη μορφή στοιχειακού θείου.

Τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl, Co, χρησιμοποιούνται από τα φυτά σε πολύ μικρά ποσά και για το λόγο αυτό είναι γνωστά σαν μικροστοιχεία ή ιχνοστοιχεία (trace elements). Αυτό, δε σημαίνει ότι είναι λιγότερο απαραίτητα και σημαντικά, αλλά απλώς χρειάζονται σε μικρές ποσότητες. Στα περισσότερα εδάφη, εκτός από το σίδηρο και σε μερικές περιπτώσεις το μαγγάνιο, βρίσκονται σε πολύ μικρά ποσά και η διαθεσιμότητά τους είναι επίσης μικρή. Όμως,

παρ' ότι η ετήσια απομάκρυνση με τα φυτά είναι μικρή, αθροιστικά με τη συνεχή καλλιέργεια είναι σημαντική, και τα ήδη μικρά ποσά των ιχνοστοιχείων στο έδαφος, μειώνονται ακόμα περισσότερο. Εδάφη που συνήθως εμφανίζουν έλλειψη ιχνοστοιχείων είναι τα αμμώδη και τα οργανικά, τα οποία είναι από τη φύση τους φτωχά στα στοιχεία αυτά. Επίσης, φτωχά είναι και τα αλκαλικά, γιατί η διαθεσιμότητα των περισσότερων στοιχείων μειώνεται υπό συνθήκες υψηλού pH.

1.7.2 Ποσά θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος

Η χημική σύσταση αντιπροσωπευτικών επιφανειακών εδαφών της εύκρατης ζώνης δίδεται στον πίνακα 1.7.1.α. Δεν εκφράζει σύσταση ορισμένης περιοχής αλλά είναι κατά προσέγγιση μέσες τιμές διαφόρων περιοχών της ζώνης αυτής. Τα δεδομένα δείχνουν ότι στις ξηρές περιοχές τα εδάφη γενικά είναι πλουσιότερα σε όλα τα θρεπτικά στοιχεία εκτός από την οργανική ουσία και συνεπώς το άζωτο. Εξαιρέση αποτελούν οι μαύρες γαίες (Mollisols) των ύφυγγων περιοχών στις οποίες η οργανική ουσία φτάνει μέχρι και 16% και το άζωτο ανέρχεται σε 0.7-0.8%.

Πίνακας 1.7 Περιεκτικότητα εδαφών σε μικροστοιχεία

Στοιχείο	Περιοχή Τιμών	
	%	ppm
Σίδηρος (Fe)	0.500 – 5.000	5000 – 50000
Μαγγάνιο(Mn)	0.020 – 1.000	200 – 10000
Ψευδάργυρος(Zn)	0.001 – 0.025	10 – 250
Βάριο(Ba)	0.0005 – 0.015	5 – 150
Χαλκός(Cu)	0.0005 – 0.015	5 – 150
Χλώριο(Cl)	0.001 – 0.1	10 – 1000
Κοβάλτιο(Co)	0.0001 – 0.005	1 – 50
Μολυβδαίνιο (Mo)	0.00002 – 0.0005	0.2 - 5

Δεδομένα από διάφορες πηγές, κυρίως Mitchell (1955)

Πίνακας 1.7.2.α Ολικά ποσά οργανικής ουσίας και των βασικών θρεπτικών στοιχείων σε επιφανειακά ανόργανα εδάφη της εύκρατης ζώνης

	Αντιπροσωπευτικές Αναλύσεις				
	Περιοχές τιμών	Υγρές Περιοχές		Ξηρές Περιοχές	
	%	%	Kg/ha	%	Kg/ha
Οργανική Ουσία	0.40 – 10.00	4.00	36000	3.25	29500
Άζωτο(N)	0.02 – 0.50	0.15	1400	0.12	1100
Φώσφορος(P)	0.01 – 0.20	0.04	360	0.07	630
Κάλιο(K)	0.17 – 3.30	1.70	15000	2.00	18000
Ασβέστιο(Ca)	0.07 – 3.60	0.40	3600	1.00	9000
Μαγνήσιο(Mg)	0.12 – 1.50	0.30	2700	0.60	5500
Θείο(S)	0.01 – 0.20	0.04	360	0.08	700

Γενικά το άζωτο ως συνδεδεμένο απόλυτα με την οργανική ουσία, και ο φώσφορος που συνδέεται με αυτή σε μεγάλο βαθμό, βρίσκονται στα εδάφη αυτά σε μικρά ποσά. Δεδομένου δε ότι το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων αυτών είναι ενωμένο σε πολύπλοκες οργανικές ενώσεις δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά. Ειδικά ο φώσφορος του οποίου και οι ανόργανες μορφές είναι πολύ δυσδιάλυτες, καθίσταται περιοριστικός της ανάπτυξης των φυτών και λόγω του μικρού ποσού και λόγω της μικρής διαθεσιμότητάς του. Το ολικό ποσό του καλίου είναι συνήθως υψηλό και το κύριο πρόβλημα είναι η διαθεσιμότητά του. Το ασβέστιο εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις. Τα ποσά του είναι μικρότερα του καλίου, αλλά η διαθεσιμότητά του είναι μεγαλύτερη γιατί το ποσό του προσροφημένου, εναλλακτικά στα κολλοειδή του εδάφους ασβεστίου είναι μεγάλο. Η έλλειψη ασβεστίου εκτός των θρεπτικών συνεπειών καθιστά το έδαφος όξινο. Το μαγνήσιο βρίσκεται επίσης σε επαρκή ποσά γιατί περιέχεται στον ασβεστόλιθο. Δρα όπως και το ασβέστιο σα θρεπτικό στοιχείο και βελτιωτικό, και έλλειψη μαγνησίου εμφανίζεται σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Το θείο βρίσκεται σε ποσά παρόμοια με του φωσφόρου αλλά είναι περισσότερο διαθέσιμο γιατί οι ανόργανες μορφές του δεν είναι πολύ δυσδιάλυτες, όπως είναι του φωσφόρου. Με τη σύγχρονη προσθήκη του άλλωστε μαζί με τα λιπάσματα, προλαμβάνονται πιθανές ελλείψεις ιδίως στα υγρά κλίματα.

1.7.3 Μορφές και φύση των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος

Τα θρεπτικά στο στοιχεία στο έδαφος βρίσκονται γενικά υπό δύο μορφές: Πολύπλοκες και δυσδιάλυτες ενώσεις και απλές περισσότερο διαλυτές, διαθέσιμες στα φυτά γιατί βρίσκονται σε δυναμική ισορροπία με το εδαφικό διάλυμα. Οι διάφορες μορφές αυτές φαίνονται στον πίνακα 1.7.2.α. Εξ' αιτίας των χημικών και βιοχημικών διεργασιών που επιτελούνται στο έδαφος, η γενική τάση είναι, τα θρεπτικά στοιχεία να μεταφέρονται από τις πολύπλοκες ενώσεις στις απλές. Η αντίθετη πορεία, από απλές σε πολύπλοκες, λαμβάνει επίσης χώρα και αυτό συμβαίνει με την σύνθεση των πρωτεϊνών από απλές αζωτούχες ενώσεις(μικροοργανισμοί του εδάφους) και με την αναστροφή των διαλυτών φωσφορικών στα ασβεστούχα εδάφη.

Πίνακας 1.7.3.α Μορφές των διαφόρων θρεπτικών μακροστοιχείων στα εδάφη

<u>Ομάδα I</u> Πολύπλοκες μορφές, ελάχιστα διαθέσιμες	<u>Ομάδα II</u> Απλές μορφές, διαθέσιμες και αντίστοιχες ιοντικές
ΑΖΩΤΟ	
Οργανικές: Πρωτεΐνες, Αμινοξέα και παρόμοιες ενώσεις κολλοειδούς φύσεως, υποκείμενες σε αποσύνθεση.	Άλατα αμμωνίου NH_4^+ , Νιτρώδη άλατα NO_2^- , Νιτρικά άλατα NO_3^-
ΦΩΣΦΟΡΟΣ	
Πρωτογενής Πηγή: Απατίτης Δευτερογενείς: Φωσφορικά άλατα Ca, Fe, Al. Οργανικός: Φυτίνη, Πυρινικό οξύ	Φωσφορικά άλατα Ca, Mg, K κτλ. Διαλυτές οργανικές μορφές(HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-)
ΚΑΛΙΟ	
Πρωτογενή Ορυκτά: Άστριοι και μαρμαρυγίες. Δευτερογενή: διάφοροι άργιλοι, κυρίως ο ιλλίτης.	Προσροφημένα στα κολλοειδή K. Θειικά και ανθρακικά άλατα καλίου (K^+)
ΜΑΓΝΗΣΙΟ	
Πρωτογενή ορυκτά: Μαρμαρυγίες, κερροστίλβη, δολομίτης, σερπεντίνης.	Προσροφημένα στα κολλοειδή ιόντα Mg.

Δευτερογενή ορυκτά: Κυρίως μοντοριλλονίτης, χλωρίτης, βερμικουλίτης.	Διάφορα απλά διαλυτά άλατα του μαγνησίου (Mg^{2+})
ΘΕΙΟ	
Ανόργανες μορφές: Διάφοροι πυρίτες και γύψος. Οργανικές μορφές: Ενώσεις κολλοειδούς φύσεως υποκείμενες σε αποσύνθεση.	Διάφορα θειούχα και θειικά άλατα με K, Ca και Mg. (SO_3^{2-} , SO_4^{2-})
ΑΣΒΕΣΤΙΟ	
Διάφορα ορυκτά: Άστριοι, κεροσίλβη, ασβεστίτης, δολομίτης. Διάφορες δυσδιάλυτες μορφές του Ca.	Προσροφημένα στα κολλοειδή ιόντα Ca. Διάφορα διαλυτά άλατα Ca. (Ca^{2+}).

Το μεγαλύτερο μέρος των θρεπτικών στοιχείων βρίσκεται στο έδαφος υπό μορφές ελάχιστα διαθέσιμες. Μετατρέπονται σε διαθέσιμες με ρυθμό συνήθως βραδύ, και για το λόγο αυτό η γονιμότητα ενός εδάφους δε συνδέεται τόσο με τα ολικά ποσά των θρεπτικών στοιχείων όσο με την ευκολία με την οποία αυτά μετατρέπονται σε απλές διαθέσιμες μορφές. Αυτός είναι και ο λόγος που η ολική χημική ανάλυση δεν είναι συνήθως αξιόπιστο κριτήριο για να προγραμματίσουμε λίπανση.

Από τις πολύπλοκες ενώσεις, η οργανική ουσία συντιθέμενη παρέχει υπό διαθέσιμες μορφές όλο το άζωτο και το πλείστο του θείου και του φωσφόρου της. Δεδομένου δε ότι ο φώσφορος των ανόργανων μορφών είναι ελάχιστα διαθέσιμος, οι οργανικές μορφές του είναι πολύτιμη πηγή. Το κάλιο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο βρίσκονται στο έδαφος μόνο υπό ανόργανες μορφές και η διαθεσιμότητά τους διαφέρει σημαντικά. Του ασβεστίου π.χ. μεγάλα ποσά βρίσκονται προσροφημένα στα κολλοειδή του εδάφους και είναι εύκολα διαθέσιμα. Αυτό όμως σημαίνει και μεγάλες απώλειες ασβεστίου με έκπλυση, σε υγρά κλίματα, μέχρι σημείου που να χρειάζεται προσθήκη ασβεστολίθου. Για τι κάλιο και το μαγνήσιο η κατάσταση είναι διαφορετική. Το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων αυτών βρίσκεται υπό μορφές ελάχιστα διαθέσιμες και οι εναλλακτικές μορφές είναι σχετικά μικρές, του K μέχρι 1%, και του Mg μέχρι 2%, συγκρινόμενες με του Ca που είναι πάνω από 10% του ολικού ποσού τους στο έδαφος. Το θείο βρίσκεται και υπό τις δύο μορφές, την ανόργανη και την οργανική. Η οργανική επικρατεί στο επιφανειακό έδαφος των υγρών περιοχών και η διαθεσιμότητά του εξαρτάται από το ρυθμό αποσυνθέσεως της

οργανικής ουσίας. Στις ξηρές περιοχές σημαντικά ποσά θείου βρίσκονται υπό μορφή θεικών αλάτων(γύψου), επαρκώς διαθέσιμα.

Διαλυτά θρεπτικά άλατα KCl , $NaCl$, KNO_3 , και Na_2SO_4 βρίσκονται σε μικρά ποσά, υπό συνθήκες υγρού κλίματος γιατί εκπλύνονται. Σε ξηρά κλίματα τα ποσά είναι μεγαλύτερα, ιδίως στους κατώτερους ορίζοντες. Όταν μάλιστα η έκπλυση παρεμποδίζεται, τα άλατα αυτά συσσωρεύονται επιφανειακά και επηρεάζουν δυσμενώς την ανάπτυξη των φυτών.

Από τα παραπάνω, γενικά μπορούμε να συμπεράνουμε ότι:

- ✓ Το **Άζωτο** χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί τα ποσά του στο έδαφος είναι μικρά και οι απώλειές του με την απομάκρυνση από τα φυτά και τις εκπλύσεις είναι μεγάλη.
- ✓ Το **Ασβέστιο** υπό συνθήκες υγρού κλίματος μπορεί να εκπλυθεί και να κατέλθει σε επίπεδα ανεπάρκειας για τη θρέψη των φυτών ή ακόμα για τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους.
- ✓ Το **Κάλιο** υπό ορισμένες συνθήκες, λόγω δεσμεύσεως και υψηλών απαιτήσεων των φυτών μπορεί να εμφανίσει προβλήματα ελλείψεως.
- ✓ Ο **Φώσφορος** εμφανίζει δύο αδυναμίες, πολύ μικρά ποσά και μικρή διαθεσιμότητα.
- ✓ Το **Μαγνήσιο** και το **Θείο** μπορεί επίσης να εμφανίσει παρόμοια προβλήματα ελλείψεως σε υγρά κλίματα λόγω εκπλύσεων. Τέτοιες όμως περιπτώσεις εμφανίζονται σε εδάφη που είναι πολύ φτωχά στα στοιχεία αυτά.

Με βάση της μακροχρόνιες μελέτες και αναλύσεις των εδαφών, όπως και τις αντιδράσεις των φυτών, βρέθηκαν για τα περισσότερα εδάφη ορισμένα επίπεδα περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία τα οποία βοηθούν στην αξιολόγησή τους. Στη συνέχεια παρατίθενται πίνακες με τα επίπεδα θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος και την αξιολόγησή τους.

Πίνακας 1.7.3.β Αξιολόγηση ολικού εδαφικού αζώτου

Περιεκτικότητα σε N% ξηρού βάρους εδάφους.	Αξιολόγηση της περιεκτικότητας
>1.0	Πολύ υψηλή
0.5 – 1.0	Υψηλή
0.2 – 0.5	Μέση
0.1 – 0.2	Χαμηλή
< 0.1	Πολύ χαμηλή

Πίνακας 1.7.3.γ Αξιολόγηση διαθέσιμου φωσφόρου προσδιοριζόμενου με τη μέθοδο Olsen.

Απαιτήσεις φυτών σε φώσφορο	Φυτά	Κλάσεις διαθέσιμου Φωσφόρου (ppm)		
		Τροφοπενική	Αμφίβολη	Επαρκής
Χαμηλή	Διάφορα γρασίδια, σιτηρά, σόγια, αραβόσιτος.	< 4	5-7	>8
Μέση	Μηδική, βαμβάκι, τομάτα, γλυκό καλαμπόκι	< 7	8-13	>14
Υψηλή	Τεύτλα, πατάτα, σέλινο, κρεμμύδι	< 11	12-20	>21

Όπως έχει διαπιστωθεί από σχετικά πειράματα, η σχέση μεταξύ του προσδιοριζόμενου φωσφόρου με τη μέθοδο Olsen και της ανταπόκρισης της καλλιέργειας στην προσθήκη φωσφορικού λιπάσματος είναι η εξής:

- < 5 ppm, αναμένεται ανταπόκριση
- 5-10 ppm, πιθανή ανταπόκριση
- 10 ppm, όχι πιθανή ανταπόκριση

Πίνακας 1.7.3.δ. Αξιολόγηση διαθέσιμου φωσφόρου στο έδαφος με τη μέθοδο Olsen

Διαθέσιμος Φώσφορος (ppm)	Χαρακτηρισμός εδάφους
0-5	Πολύ χαμηλή συγκέντρωση
5-15	Ανεπαρκής συγκέντρωση
15-25	Επαρκής συγκέντρωση
25-45	Υπερεπαρκής συγκέντρωση

*Πηγή Κουκουλάκης 1992

Πίνακας 1.7.3.ε. Αξιολόγηση ανταλλάξιμου Καλίου στο έδαφος

K (ppm)	Χαρακτηρισμός
0 – 50	Πολύ χαμηλή συγκέντρωση
50 – 100	Ανεπαρκής συγκέντρωση
100 – 150	Μέτρια συγκέντρωση
150 – 250	Επαρκής συγκέντρωση
>250	Υπερεπαρκής συγκέντρωση

Πίνακας 1.7.3.στ. Αξιολόγηση διαθέσιμων ιχνοστοιχείων στο έδαφος

Χαρακτηρισμός	Συγκεντρώσεις (ppm)				
	Fe	Zn	Mn	Cu	B
Πολύ χαμηλή	0-3	<0.4	<20	<0.3	<0.2
Χαμηλή	4-11	0.4-0.7	20-50	0.3-0.8	0.2-0.5
Μέτρια	12-14	0.7-1.0	50-70	0.9-1.5	0.5-0.8
Υψηλή	15-25	1.0-1.3	70-100	1.6-2.0	0.8-1.1
Πολύ υψηλή	>25	>1.3	>100	>2.0	>1.4

Πίνακας 1.7.3.ζ. Αξιολόγηση ανταλλάξιμων κατιόντων (Ca, Mg, K, Na) στο έδαφος (εκχύλιση με οξικό αμμώνιο)

Ανάλυση	Τιμή (Meq/100g εδάφους)	Αξιολόγηση
Ca	>10	Υψηλή
	<4.0	Χαμηλή
Mg	>4.0	Υψηλή

	<0.5	Χαμηλή
K	>0.6	Υψηλή
	<0.2	Χαμηλή
Na	>1.0	Υψηλή

1.7.4 Τοξικότητες και τροφοπενίες

Τοξικότητες ονομάζονται οι ασθένειες που οφείλονται σε περίσσεια θρεπτικού ή θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό περιβάλλον του φυτού. Οι παραπάνω ασθένειες επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού, την ποιότητα και την ποσότητα των καρπών, την αντοχή σε άλλες ασθένειες κ.α. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα όρια εντός των οποίων πρέπει να κυμαίνονται οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών:

Πίνακας 1.7.4 α.

Στοιχείο	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Cu	B
C(mg/l ή ppm)	70-300	30-90	200-400	25-75	150-400	0.5-5.0	0.02-0.2	0.02-0.2	0.1-1.0

Σε κάποιες περιπτώσεις τροφοπενίας ή τοξικότητας εμφανίζονται συμπτώματα μακροσκοπικά παρατηρήσιμα. Επειδή οι τροφοπενίες είναι σημαντικότερες από τις τοξικότητες, περιγράψουμε συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα μερικά από τα παρατηρήσιμα συμπτώματα που οφείλονται σε αυτές:

Πίνακας 1.7.4.β.

Θρεπτικό στοιχείο	Συμπτώματα
N	Μειωμένη βλάστηση, κιτρίνισμα, έγχρωμες κηλίδες στα φύλλα
P	Φτωχό ριζικό σύστημα, μειωμένη ανάπτυξη, κοκκινωπή ή ιώδης απόχρωση του κάτω μέρους του φύλλου
K	Περιφερειακό κιτρίνισμα των φύλλων, μειωμένη ανάπτυξη πλάγιων βλαστών

Mg	Μειωμένη βλάστηση, κίτρινη προς καφέ απόχρωση των φύλλων
Ca	Αναστολή δημιουργίας οφθαλμών και νέκρωσή τους
Fe	Κιτρίνισμα στις μεσονεύριες περιοχές
B	Νέκρωση των ακραίων οφθαλμών, φύλλα χοντρά και δερματώδη
Zn	Μεσονεύριο κιτρίνισμα, ασυνέχειες στην περιφέρεια των φύλλων
Cu	Μικρή και κακοσχηματισμένη η νέα βλάστηση

2.ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ-ΦΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ

Η εκτίμηση των αναγκών των διαφόρων καλλιεργειών σε λιπαντικά στοιχεία και συνεπώς ο προσδιορισμός της γονιμότητας ενός εδάφους και της αντίστοιχης απαιτούμενης λίπανσης είναι σύνθετο πρόβλημα.

Δεδομένου ότι ο στόχος της όλης προσπάθειας είναι η θρέψη του φυτού, το ασφαλέστερο κριτήριο(δείκτης) για την υπάρχουσα γονιμότητα του εδάφους ή και τη λίπανση, είναι η παραγωγή και τα αντίστοιχα δεδομένα των αναλύσεων των φυτών που προκύπτουν. Όταν επιτυγχάνεται η επιθυμητή άριστη παραγωγή, τα δεδομένα αυτά στηρίζονται στη συνέχεια με τα αντίστοιχα δεδομένα των εδαφικών αναλύσεων, οπότε προκύπτουν άριστες τιμές των επιπέδων των διαθέσιμων μορφών των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος.

Τα εδάφη διαφέρουν ως προς την ικανότητα να δίνουν ικανοποιητικές αποδόσεις, δηλαδή ως προς τη γονιμότητα. Το ολικό ποσό ενός θρεπτικού στοιχείου στο έδαφος έχει σχετική μόνο σημασία και αξία από την άποψη της ικανοποιητικής θρέψεως των φυτών. Αυτό που ενδιαφέρει περισσότερο είναι το διαλυτό και άμεσα διαθέσιμο κλάσμα του στοιχείου στα φυτά. Ο προσδιορισμός του διαθέσιμου αυτού κλάσματος μπορεί να γίνει με διάφορες τεχνικές που διαφέρουν βασικά ως προς την αρχή. Οι τεχνικές αυτές αναφέρονται και βασίζονται:

- ✓ Στην ανάλυση του εδάφους
- ✓ Στην ανάλυση του φυτού

Οι δύο αυτές μέθοδοι έχουν τον κύριο λόγο στην πραγματοποίηση του πρακτικού μέρους αυτής της πτυχιακής μελέτης και συνεπώς παρακάτω θα δοθεί το πλαίσιο πάνω στο οποίο στηρίζονται.

2.1 Ανάλυση του εδάφους

Η **ανάλυση του εδάφους** είναι το αποτέλεσμα μιας σειράς διαδικασιών που επιτρέπουν τον προσδιορισμό χρήσιμων παραμέτρων του, όπως η μηχανική σύσταση, η οργανική ουσία, η περιεκτικότητα σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία κ.α. Αναμφισβήτητα, θεωρείται ως το πρώτο βήμα που πρέπει να γίνεται από κάθε παραγωγό πριν την εγκατάσταση της φυτείας.

Οι ορθολογικές λιπάνσεις θα πρέπει να βασίζονται σε επιστημονική βάση, έτσι ώστε η λίπανση να γίνεται σύμφωνα με τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος και τις ανάγκες της κάθε φυτείας, για να ρυθμιστεί η λιπαντική τακτική που θα ακολουθηθεί.

Η σημασία και η σπουδαιότητα της ανάλυσης του εδάφους ολοένα και μεγαλώνει λόγω της εντατικοποίησης και αυτοματοποίησης της γεωργίας, αλλά και του γεγονότος ότι οι τύποι και οι μορφές των λιπασμάτων αυξάνουν.

Μέσα από το βασικό στόχο της ανάλυσης, που είναι η ορθολογική χρήση των λιπασμάτων, επιτυγχάνεται μια σειρά άλλων στόχων, όπως η ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής, η ποιοτική και ποσοτική μεγιστοποίηση της παραγωγής, η μικρότερη επιβάρυνση των φυσικών πόρων και η διατήρηση υψηλών ρυθμών ανάπτυξης της γεωργίας. Με οδηγό τα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους είναι δυνατό να ετοιμαστεί ένα πρόγραμμα λίπανσης για κάθε φυτεία, με σκοπό την επίτευξη όλων των επιδιωκόμενων στόχων. Για να γίνει αυτό απαιτείται η πλήρης γνώση γύρω από τις ανάγκες της φυτείας, και η ενημέρωση του παραγωγού για εφαρμογή του λιπαντικού προγράμματος.

Γενικά, οι κύριοι στόχοι της εδαφοανάλυσης είναι:

- Να γίνει ακριβής εκτίμηση της στάθμης των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος και κυρίως των αφομοιώσιμων

- Να υποδεικνύει στον παραγωγό την ανεπάρκεια ή τον πλεονασμό των θρεπτικών στοιχείων, σε σχέση πάντοτε με τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης καλλιέργειας ή καλλιεργειών.
- Να παρέχει δεδομένα πάνω στα οποία θα βασιστεί η εκτίμηση των λιπαντικών αναγκών κάθε καλλιέργειας.
- Να εκφράζει τα αποτελέσματα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εφικτή η οικονομική αξιολόγηση των συστάσεων λίπανσης.

2.1.1 Δειγματοληψία εδάφους

Τόσο η ανάλυση του εδάφους όσο και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης βασίζονται στη δειγματοληψία. Επομένως, εύκολα συνάγεται η σπουδαιότητα του πρώτου αυτού σταδίου της εδαφοανάλυσης. Επειδή είναι αδύνατο να δειγματοποιηθεί και να αναλυθεί ένας ολόκληρος αγρός, η ανάλυση αναγκαστικά στηρίζεται στην υπόθεση ότι μία μικρή ποσότητα εδάφους αντιπροσωπεύει ολόκληρο τον αγρό. Άρα, το δείγμα θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό περισσότερο αντιπροσωπευτικό. Η αντιπροσωπευτικότητα του τελικού δείγματος εξασφαλίζεται με την λήψη ικανού αριθμού επί μέρους δειγμάτων από ένα αγρό, τα οποία πρέπει:

- ❖ να είναι ισοβαρή,
- ❖ να προέρχονται από το ίδιο βάθος,
- ❖ να λαμβάνονται κατά τυχαίο τρόπο και
- ❖ Ο αγρός ή το τμήμα του αγρού από τον οποίο προέρχονται να είναι ομοιογενές.

Για τα σημεία της δειγματοληψίας ισχύει ο γενικός κανόνας της ομοιογένειας και της αντιπροσωπευτικότητας. Θα πρέπει λοιπόν να μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις ομοιογενείς ζώνες του αγρού ή της περιοχής παίρνοντας υπ' όψη μας τόσο την εμφάνιση του εδάφους, όσο και την εμφάνιση της καλλιέργειας. Σε περίπτωση ετερογένειας του εδάφους συνιστάται η λήψη τόσων δειγμάτων όσων και οι επιμέρους ομοιογενείς ζώνες. Με τη δειγματοληψία του εδάφους επιδιώκεται να μετρηθεί η μέση γονιμότητα του εδάφους. Η δειγματοληψία είναι το πρώτο στάδιο μιας σειράς ενεργειών. Ακολουθεί η ανάλυση του δείγματος στο εργαστήριο και στη συνέχεια γίνεται η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης.

Πώς πρέπει να γίνεται;

Πρώτο βήμα για τη λήψη δείγματος εδάφους είναι να διαπιστωθεί αν το χωράφι από το οποίο πρόκειται να πάρουμε τα δείγματα είναι ομοιόμορφο. Για αυτό ο δειγματολήπτης πρέπει καταρχήν να διατρέξει προσεκτικά όλη την έκταση του χωραφιού, παρατηρώντας αν υπάρχουν εμφανείς διαφορές στο έδαφος τουλάχιστον με κριτήρια που φαίνονται με το μάτι, π.χ. χρώμα, βλάστηση, ανάγλυφο, κλίση, πετρώματα. Από ένα εύκολα αναγνωρίσιμο σημείο του αγρού ακολουθούμε μία τυχαία τεθλασμένη πορεία (ζιγκ-ζαγκ) και κάθε 30-50 βήματα ανάλογα με το σχήμα του αγρού παίρνουμε ένα δείγμα εδάφους π.χ. 200-300 γρ. Έτσι, διατρέχοντας όλο τον αγρό παίρνουμε 5-10 επί μέρους δείγματα τα οποία τοποθετούμε σε ένα καθαρό δοχείο και τα αναμειγνύουμε καλά, σχηματίζοντας ένα σύνθετο δείγμα. Από ένα σύνθετο δείγμα παίρνουμε το τελικό δείγμα βάρους ενός (1) κιλού περίπου το οποίο είναι αυτό που θα σταλεί στο εδαφολογικό εργαστήριο για ανάλυση. Στην περίπτωση που το δείγμα δεν σταλεί αυθημερόν για ανάλυση, θα πρέπει να διατηρηθεί στο ψυγείο σε θερμοκρασία 4-8 °C. Καλό είναι να καταγράψουμε σε κάποιο σκαρίφημα την τεθλασμένη πορεία που ακολουθούμε κατά τη λήψη των επιμέρους δειγμάτων εδάφους, για να ανατρέξουμε σε αυτό την επόμενη φορά ώστε να έχουμε την ευχέρεια να παρακολουθούμε τις μεταβολές της χημικής γονιμότητας του αγρού και την ορθότητα των επεμβάσεων που κάναμε. Μπορούμε επίσης να επιλέξουμε να κάνουμε τυχαία δειγματοληψία, λαμβάνοντας τυχαία δείγματα σε μια απόσταση 10-25 m μεταξύ τους και σε όλη την έκταση του αγρού ή κυκλικά κατά μήκος της περιφέρειας ενός νοητού κύκλου με κέντρο κάποιο χαρακτηριστικό σημείο (π.χ. κάποιο δέντρο ή πάσσαλος).



Βάθος Δειγματοληψίας

Όσον αφορά το βάθος δειγματοληψίας θα πρέπει να τηρούνται οι πιο κάτω κανόνες:

- Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να γίνεται ανάμειξη δειγμάτων προερχόμενων από διαφορετικά βάθη.
- Το βάθος της δειγματοληψίας εξαρτάται από την καλλιέργεια.
- Για καλλιέργειες λαχανικών συνιστάται η λήψη δείγματος από βάθος 0 – 15 cm.
- Για τις ετήσιες αροτριαίες καλλιέργειες συνιστάται η λήψη δείγματος από βάθος 0 – 30 cm.
- Για τις πολυετείς (δενδρώδεις) καλλιέργειες συνιστάται η λήψη 2 δειγμάτων σε βάθη 0-30cm και 30-60cm.
- Όταν πρόκειται για εγκατάσταση δενδροκαλλιέργειας συνιστάται η λήψη δείγματος και από βάθος 60-90cm.

Δειγματοληψία Εδάφους Βήμα-Βήμα



- Καθαρίζουμε το σημείο δειγματοληψίας από την ύπαρξη ζιζανίων.



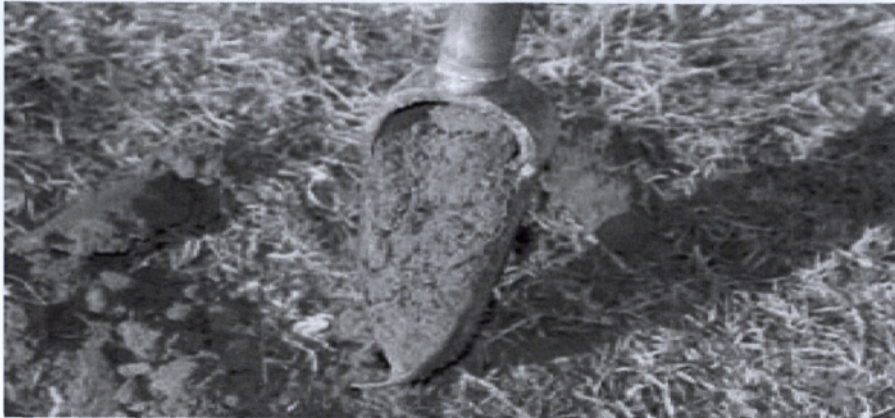
- Τοποθετούμε το δειγματολήπτη στο σημείο και τον περιστρέφουμε σύμφωνα με τους δείκτες του ρολογιού, φροντίζοντας να τον πιέζουμε ταυτόχρονα ελαφρά προς τα κάτω.



- Μόλις ο εδαφολήπτης γεμίσει με εδαφικό δείγμα...



- ...Τραβάμε τον εδαφολήπτη προς τα πάνω, βοηθώντας και με τη δύναμη των ποδιών μας.



- Το δείγμα εγκλωβίζεται μεταξύ των πτερυγίων του εδαφολήπτη.



- Κατά την αφαίρεση του δείγματος, μπορούμε να κάνουμε διάφορες παρατηρήσεις, που μπορεί να μας είναι χρήσιμες, όπως π.χ. συνθήκες κακής στράγγισης.



- Το δείγμα τοποθετείται σε σακούλες δειγματοληψίας ή πλαστικό δοχείο για τη δημιουργία σύνθετου δείγματος.



Οποσδήποτε, κατά την αποστολή του δείγματος θα πρέπει να αναγράφονται:

- Αριθμός δείγματος
- Όνομα παραγωγού
- Τοποθεσία αγρού
- Βάθος δειγματοληψίας
- Ημερομηνία δειγματοληψίας και είδος καλλιέργειας

2.2 Φυτοδιαγνωστική

Η φυτοανάλυση συνίσταται στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ενός θρεπτικού στοιχείου ή εκχυλίσματος κλάσματος αυτού, σε δείγμα που πάρθηκε από τμήμα φυτού σε συγκεκριμένο χρόνο ή σε καθορισμένο στάδιο μορφολογικής ή φυσιολογικής ανάπτυξης. Η συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο φυτό είναι συνάρτηση της ηλικίας του, της αλληλεπίδρασης των θρεπτικών στοιχείων, της επίδρασης της υγρασίας του εδάφους, της επίδρασης της θερμοκρασίας του εδάφους, του εδαφικού pH, και της ποικιλίας και του γονότυπου του φυτού.

Η ανάλυση διαφόρων τμημάτων του φυτού(φύλλα, μίσχοι, άνθη, κτλ.) είναι ένας άλλος τρόπος για να προσεγγίσουμε το θέμα της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους. Βασίζεται στην άποψη ότι το ποσό ενός θρεπτικού στοιχείου στο φυτό είναι μεγαλύτερο όσο μεγαλύτερη είναι η διαθεσιμότητα αυτού στο έδαφος. Θα πρέπει να επισημανθεί όμως ότι το ποσό των θρεπτικών στοιχείων στο φυτό δε συνδέεται μόνο με τη διαθεσιμότητά τους στο έδαφος. Εξαρτάται και από ένα πλήθος άλλων παραγόντων του εδάφους, του φυτού και του περιβάλλοντος, και από την άποψη αυτή η μέθοδος έχει αδυναμίες.

Στη μέθοδο ανάλυσης του φυτού ή των ιστών του, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ηλικία του φυτού και το φυτικό όργανο που αναλύεται. Γενικά, τα ποσά των θρεπτικών στοιχείων N, P και K μειώνονται με την ηλικία του φυτού ή του φυτικού οργάνου, ενώ τα ποσά του Ca, Mg, Mn, και B συνήθως αυξάνουν.

Η ανάλυση του φυτού, αντίθετα με την εδαφική ανάλυση, αντικατοπτρίζει και τις συνθήκες απορροφήσεως των θρεπτικών στοιχείων. Υπό συνθήκες φτωχού αερισμού του εδάφους, η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων είναι μειωμένη γιατί η αναπνευστική δραστηριότητα των ριζών είναι χαμηλή. Αντίθετα, άριστες συνθήκες υγρασίας ευνοούν τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα και μαζί με τον καλό αερισμό ενισχύουν την απορρόφησή τους. Επίσης, το υψηλό επίπεδο ενός θρεπτικού στοιχείου στο φυτό μπορεί να είναι συνέπεια ανεπαρκούς παροχής κάποιου άλλου στοιχείου. Φαινόμενα και σχέσεις ανταγωνισμού που επηρεάζουν την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία των δεδομένων ανάλυσης των φυτών.

Σε υψηλές περιοχές διαθεσιμότητας η ανάλυση του φυτού δεν είναι αρκετή ώστε να μας δώσει πλήρη και αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα και γι' αυτό η ανάλυση του εδάφους είναι περισσότερο κατάλληλη. Γενικά, η ανάλυση του φυτού είναι πολύτιμο μέσο για την εκτίμηση συνθηκών θρέψεως και της θρεπτικής κατάστασης μιας καλλιέργειας, με την προϋπόθεση ότι και οι λοιποί παράγοντες που επηρεάζουν το ποσό των θρεπτικών στοιχείων στο φυτό(ηλικία, είδος ιστού, κτλ.) λαμβάνονται υπόψη.

Γενικά, οι κύριοι στόχοι της φυτοανάλυσης είναι:

- ✓ Η διάγνωση των τροφοπενιών
- ✓ Η επισήμανση των μη ορατών προβλημάτων
- ✓ Ο εντοπισμός των περιοχών με τροφοπενίες που δεν είναι ορατές
- ✓ Οι ενδείξεις για την αξιοποίηση των λιπασμάτων
- ✓ Οι ενδείξεις για το ανταγωνισμό μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων
- ✓ Η αξιολόγηση των μεθόδων της εδαφοανάλυσης

Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου της φυτοδιαγνωστικής είναι ότι μας δίνει τα διαγνωστικά της αποτελέσματα αφού παρέλθει η περίοδος των διορθωτικών επεμβάσεων.

2.2.1 Ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά

Τα φυτά χρειάζονται δεκαέξι θρεπτικά συστατικά για να αναπτυχθούν. Τα 3 μη ορυκτά θρεπτικά συστατικά των φυτών είναι το υδρογόνο (H), το οξυγόνο (O), και ο άνθρακας (C). Αυτά τα θρεπτικά συστατικά βρίσκονται στον αέρα και το νερό.

Τα άλλα δεκατρία θρεπτικά συστατικά προέρχονται από το έδαφος. Τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με τις ποσότητες που απαιτούνται από τα φυτά. Των μακροστοιχείων και των μικροστοιχείων (ιχνοστοιχείων). Τα μακροστοιχεία είναι άζωτο, φώσφορος, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο και θείο. Τα ιχνοστοιχεία, που χρειάζονται μόνο ίχνη, είναι σίδηρο, μαγγάνιο, βόριο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το μολυβδαίνιο και το χλώριο.

Αυτά τα θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Τα φυτά θα μεγαλώνουν κανονικά μέχρι να ξεμείνουν από ένα ή και ταυτόχρονα δύο θρεπτικά συστατικά. Στη συνέχεια, η ανάπτυξη θα σταματήσει από την έλλειψη τους. Εάν τα θρεπτικά συστατικά είναι ελλιπείς ή υπερβολικά άφθονα, τότε τα φυτά θα είναι παραμορφωμένα και θα έχουν αλλοιωμένο χρώμα. Διάφορα συμπτώματα στα φυτά δείχνουν την ανεπάρκεια για τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται, αν και τα συμπτώματα διαφέρουν από το ένα φυτό στο άλλο. Τα κίτρινα φύλλα π.χ. μπορούν να προκληθούν από μία ή πολλές ελλείψεις θρεπτικών συστατικών.

Στη συνέχεια, αναλύεται ο ρόλος, και η λειτουργίες που επιτελούν τα στοιχεία(μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία) στη ομαλή θρέψη και λειτουργία των φυτών ξεχωριστά για το καθένα. Η συγκέντρωση εκφράζεται επί τοις % (στη βάση ξηράς ουσίας για τα μακροστοιχεία και σε ppm (μg/g) για τα ιχνοστοιχεία.

1.Μακροστοιχεία

Άζωτο (N): Το άζωτο είναι το στοιχείο που απαιτείται σε μεγάλες ποσότητες από τα φυτά. Οι συνήθεις περιεκτικότητες σε ολικό N κυμαίνονται μεταξύ 1 και 5% κατά βάρος. Απορροφάται από τα φυτά ως NO_3^- , ως NH_4^+ , και ως ουρία. Στα υγρά, θερμά και καλώς αεριζόμενα εδάφη, η κυρίαρχη μορφή είναι η NO_3^- . Όταν το άζωτο απορροφάται από το φυτό υπό NO_3^- μορφή, αυτή για να μετάσχει στη μεταβολική

διαδικασία πρέπει πρώτα να αναχθεί σε μορφή NH_4^+ ή NH_3 . Η αναγωγή των νιτρικών περιλαμβάνει δύο ενζυμικές αντιδράσεις που, ανάλογα με το είδος του φυτού, λαμβάνουν χώρα στα φύλλα ή και στις ρίζες. Η παραγόμενη NH_3 αφομοιώνεται προς αμινοξέα, τα οποία στη συνέχεια ενσωματώνονται σε πρωτεΐνες και νουκλεϊκά οξέα. Το άζωτο υπάρχει επίσης στο μόριο της χλωροφύλλης και συγκεκριμένα στο δακτύλιο της πορφυρίνης (στα 4 πυρόλια που συντίθενται από 4 άτομα C και ένα άτομο N). Η επαρκής θρέψη των φυτών με N συμβάλλει στην υψηλή φωτοσυνθετική δραστηριότητα και στη σημαντική ανάπτυξη των φυτών, τα οποία παρουσιάζουν ένα έντονο σκούρο πράσινο χρώμα. Εν τούτοις, περίσσεια N σε σχέση με άλλα θρεπτικά στοιχεία όπως ο φώσφορος, το κάλιο και το θείο προκαλεί καθυστέρηση (οψίμηση) της ωρίμανσης. Αντίθετα, η έλλειψη αζώτου προκαλεί κιτρίνισμα του ελάσματος και ιδιαίτερα των παλαιότερων φύλλων, λόγω της απώλειας του πρωτεϊνικού αζώτου στους χλωροπλάστες.

Φώσφορος(P): Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στα περισσότερα φυτά κυμαίνεται μεταξύ 0.1 και 0.4%, είναι δηλαδή μικρότερη περίπου κατά 10 φορές από εκείνη του αζώτου. Τα φυτά απορροφούν το φώσφορο από το έδαφος υπό μορφή ορθό - φωσφορικών ανιόντων H_2PO_4^- , η οποία επικρατεί στα εδάφη με χαμηλό pH και HPO_4^{2-} , που επικρατεί στα εδάφη με υψηλό pH. Ο σημαντικότερος ρόλος του P στα φυτά είναι στην αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας. Ο φώσφορος επίσης μετέχει σαν δομικό συστατικό ενώσεων όπως νουκλεοξέων, συνενζύμων, νουκλεοτιδίων, φωσφοροπρωτεϊνών, φωσφορολιπιδίων, φωσφοροσακχάρων. Επάρκεια θρέψης των φυτών με P είναι σημαντική για το σχηματισμό των αναπαραγωγικών μερών του. Επίσης ο P συμβάλλει α) στην πρωιμότητα των φυτών, ιδιαίτερα αυτών που καλλιεργούνται για παραγωγή σπόρων, β) στην αύξηση του ριζικού συστήματος, συμμετέχοντας έτσι στην καλύτερη απορρόφηση και των άλλων θρεπτικών από το έδαφος, γ) στο ότι τα στελέχη των σιτηρών γίνονται πλέον εύρωστα και αντέχουν στο πλάγιασμα, ενώ το ριζικό τους σύστημα γίνεται πιο ανθεκτικό στις ασθένειες, δ) στην ποιότητα φρούτων, λαχανικών, σπόρων κτλ. Ο P στα φυτά, αντιθέτως με ότι συμβαίνει στο έδαφος, είναι πολύ **ευμετακίνητος**. Αυτό σημαίνει ότι μετακινείται εύκολα προς τα μέρη που παρατηρείται έντονη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, πχ σχηματισμός νέων οργάνων όπως φύλλων, καρπών κτλ. Επομένως, πιθανή τροφопενία εμφανίζεται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα, τα οποία συνήθως υπό συνθήκες έλλειψης έχουν βαθύ πράσινο χρώμα. Είναι δυνατόν να αναπτύσσονται στα φύλλα κόκκινα, ροζ, ή καφέ χρώματα, ειδικότερα κατά μήκος των νεύρων (veins). Σε περιπτώσεις μεγάλης έλλειψης φωσφόρου, μειώνεται σημαντικά η ανάπτυξη του φυτού.

Κάλιο(K): Το K απορροφάται από τα φυτά σαν ιόν (K^+) και η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε κάλιο κυμαίνεται μεταξύ 1 και 4%. Αντίθετα με το άζωτο και τον φώσφορο, **δε μετέχει σαν δομικό στοιχείο** στο μόριο των συστατικών των κυττάρων. Το K ενεργοποιεί τα ένζυμα, ιδίως αυτά που βρίσκονται στους μεριστωματικούς ιστούς. Επίσης, ενεργοποιεί τη συνθετάση του αμύλου και τη νιτρογενάση, η οποία δεσμεύει το N στα ψυχανθή. Το K επίσης βοηθάει στην διαδικασία της φωτοσύνθεσης, κάνει τα φυτά απρόσβλητα στις ασθένειες και αυξάνει την ποιότητα των καρπών. Επιπλέον, συμβάλλει στη διατήρηση σε καλό επίπεδο των υδατικών σχέσεων του φυτού με το να ρυθμίζει την ωσμωτική πίεση στα φυτά, συμμετέχει στη μεταφορά των προϊόντων της αφομοίωσης και στις ενεργειακές σχέσεις του φυτού και έχει ιδιαίτερο ρόλο στην πρόσληψη του N και στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Η έλλειψη καλίου στα φυτά δε γίνεται αμέσως αντιληπτή. Στην αρχή έχουμε μικρή μείωση της ταχύτητας ανάπτυξης, σε μεγαλύτερα στάδια ανάπτυξης όμως εμφανίζεται χλώρωση και τελικά νέκρωση των φύλλων. Τα συμπτώματα της χλώρωσης και της νέκρωσης παρατηρούνται στα παλαιότερα φύλλα, και αυτό για το λόγο ότι αυτά εφοδιάζουν τα νεότερα φύλλα με K^+ στην περίπτωση έλλειψης αυτού. Στα περισσότερα φυτικά είδη, η χλώρωση και η νέκρωση των φύλλων αρχίζει από τα άκρα και την περιφέρεια. Την πρόσληψη του K^+ από τα φυτά ανταγωνίζονται το Ca και το Mg.

Ασβέστιο(Ca): Το Ca απορροφάται από τα φυτά ως ιόν (Ca^{+2}) και η συγκέντρωσή του κυμαίνεται σε αυτά μεταξύ 0.2 και 1.0%. Παίζει σημαντικό ρόλο στη **δομή και την περατότητα των κυτταρικών μεμβρανών**. Το Ca επίσης, είναι απαραίτητο για την αύξηση και τη διαίρεση των κυττάρων και η έλλειψή του έχει σαν αποτέλεσμα την αποτυχία σχηματισμού επάκριων οφθαλμών των βλαστών και των ακροριζίων των βλαστών. Το ασβέστιο είναι **μη κινητικό στοιχείο** στο φυτό. Μετακινείται με βραδύ ρυθμό στον φλοιό και γι' αυτό το λόγο σε περίπτωση τροφοπενίας παρατηρείται έλλειψη στα νέα φύλλα και κυρίως στους καρπούς, αλλά και γενικά στα αποθηκευτικά όργανα του φυτού. Χαρακτηριστικά συμπτώματα έλλειψης ασβεστίου είναι η δημιουργία **πικρών κηλίδων (bitter pit) στα μήλα** (όταν ο λόγος $K+Mg/Ca > 20$), και **φαιάς σήψης** στην κορυφή των καρπών της **τομάτας**. Το Ca συντελεί στην αύξηση της πρόσληψης του NO_3^- N και επομένως συνδέεται με τον μεταβολισμό του N. Τέλος, ρυθμίζει μερικώς την πρόσληψη άλλων κατιόντων, πχ έλλειψη Ca, έχει σαν αποτέλεσμα πρόσληψη ίσων ποσοτήτων K^+ και Na^+ , ενώ επάρκεια Ca, η πρόσληψη του K^+ είναι μεγαλύτερη από αυτή του Na^+ .

Μαγνήσιο(Mg): Το μαγνήσιο απορροφάται ως Mg^{2+} και η συγκέντρωσή του στα φυτά ποικίλλει μεταξύ 0.1 και 0.4%. Αποτελεί βασικό συστατικό του μορίου της **χλωροφύλλης**, η οποία περιέχει το 15-20% του συνολικού Mg του φυτού. Αποτελεί επίσης, βασικό συστατικό των ριβοσωμάτων και μέσω της ενεργοποίησης των t-RNA

που υπάρχουν σε αυτά, παίζει ρόλο στο μηχανισμό σύνθεσης των πρωτεϊνών. Επομένως, η έλλειψη μαγνησίου θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού σύνθεσης των πρωτεϊνών και τη συσσώρευση μη πρωτεϊνικού αζώτου στα φυτά. Συμβάλλει στην ενεργοποίηση σχεδόν όλων των ενζύμων που είναι υπεύθυνα για τις φωσφορυλιώσεις στο μεταβολισμό των υδατανθράκων. Επειδή το Mg είναι ιόν που στα φυτά μετακινείται εύκολα από τα παλαιότερα στα νεότερα φύλλα(ευμετακίνητο), τα συμπτώματα της έλλειψής του συχνά εμφανίζονται πρώτα στα χαμηλότερα(παλαιότερα) φύλλα. Η έλλειψη Mg εμφανίζεται συνήθως υπό μορφή πράσινης σφήνας και χλώρωσης στο έλασμα, ή χλωρώσεων μεταξύ των νεύρων. Όταν η έλλειψη είναι εντονότερη, το χρώμα των φύλλων γίνεται διαδοχικά κίτρινο, καφέ και τελικά τα φύλλα νεκρώνονται. Σε πολλά δικότυλα φυτά(φασόλια, τομάτα, πατάτα, αμπέλι) τα φύλλα είναι κίτρινα στην περιοχή μεταξύ των νεύρων. Την πρόσληψη του Mg από τα φυτά ανταγωνίζονται το K, το NH_4^+ , ενώ το Mg ανταγωνίζεται το Mn. Υψηλά επίπεδα Mg μειώνουν την απορρόφηση Mn(αποφυγή τοξικότητας Mn).

Θείο (S): Το θείο απορροφάται από τα φυτά σχεδόν αποκλειστικά ως θειική ρίζα (SO_4). Μικρές ποσότητες SO_2 μπορεί να απορροφηθούν απ' ευθείας από τα φύλλα και να χρησιμοποιηθούν (μεταβολισθούν) από τα φύλλα, αλλά υψηλές συγκεντρώσεις SO_2 είναι τοξικές. Οι συγκεντρώσεις του θείου στα φυτά κυμαίνονται μεταξύ 0.1 και 0.4%. Το θείο απαιτείται για τη σύνθεση των απαραίτητων αμινοξέων που το περιέχουν στο μόριό τους, όπως είναι η κυστίνη, η κυστεΐνη και η μεθειονίνη. Σχεδόν το 90% του θείου στα φυτά βρίσκεται σε αυτά τα αμινοξέα. Παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη σύνθεση πρωτεϊνών, όπου ο κυριότερος ρόλος του είναι ο σχηματισμός γεφυρών με δεσμούς δισουλφιδίων (-S-S-) μεταξύ των αλυσίδων των πολυπεπτιδίων που συντελούν στη σταθερότητα των πρωτεϊνών. Το θείο χρειάζεται επίσης, για τη σύνθεση του συνενζύμου A, της βιοτίνης, της γλουταθιόνης και της βιταμίνης A(θειαμίνης). Συμμετέχει επίσης, παρόλο που δεν αποτελεί συστατικό της, στη σύνθεση της χλωροφύλλης, της οποίας η περιεκτικότητα % αυξάνεται με την αύξηση του θείου στο φυτό. Η τροφопενία του θείου γενικά προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών και χαρακτηρίζεται από ανομοιόμορφα χλωρωτικά-καθυστερημένης ανάπτυξης φυτά με βλάστηση σχήματος θυσσάνων. Πολλές φορές τα συμπτώματα μοιάζουν με εκείνα της τροφопενίας αζώτου, και μόνο η ανάλυση των ιστών μπορεί να δώσει το αίτιο, παρόλο που το θείο, λόγω του ότι δεν μετακινείται εύκολα στο φυτό, εμφανίζει τα πρώτα συμπτώματα τροφопενίας στα νεότερα φύλλα.

2.Ιχνοστοιχεία

Σίδηρος (Fe): Η ζώνη επάρκειας του σιδήρου στα φυτά κυμαίνεται μεταξύ 50 και 250 ppm. Ο Fe απορροφάται από τα φυτά ως Fe^{2+} , ως Fe^{3+} , και ως οργανικό σύμπλοκο(χηλικό)Fe, μολονότι η μορφή του Fe^{2+} είναι η πιο κινητική και διαθέσιμη για να χρησιμοποιηθεί στις μεταβολικές διεργασίες του φυτού. Μερικοί ιστοί που περιέχουν μεγάλες ποσότητες Fe^{3+} , μπορεί να εμφανίσουν συμπτώματα τροφопενίας Fe. Ο Fe παίζει σημαντικό ρόλο σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στο φυτό. Μερικά από τα ένζυμα μετέχουν στη σύνθεση της χλωροφύλλης και όταν υπάρχει έλλειψη Fe, η παραγωγή της μειώνεται, με αποτέλεσμα την εμφάνιση της χαρακτηριστικής χλώρωσης. Τα συμπτώματα της χλώρωσης του Fe εμφανίζονται σε πρώτα στάδια με κίτρινο το έλασμα μεταξύ των νεύρων, ενώ τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Όταν η έλλειψη είναι μεγαλύτερη, η χλώρωση επεκτείνεται σε ολόκληρο το φύλλο. Τα συμπτώματα της τροφопенίας του Fe εμφανίζονται σε πάρα πολλά είδη φυτών, αλλά τα πλέον ευαίσθητα φυτά είναι τα εσπεριδοειδή και τα φυλλοβόλα. Επειδή ο Fe δεν μετακινείται εύκολα στο φυτό, τα συμπτώματα της τροφопенίας του εμφανίζονται στα νεότερα φύλλα, αλλά και στα επάκρια μεριστώματα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ανάπτυξη.

Βόριο(B): Το πλείστο του βορίου απορροφάται από τα φυτά υπό τη μορφή του βορικού οξέως(H_3BO_3). Πολύ μικρότερα ποσά απορροφώνται υπό την μορφή των ιόντων $B_4O_7^{2-}$, $H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} και BO_3^{3-} αλλά οι μορφές αυτές δε συνεισφέρουν σημαντικά στη θρέψη των φυτών. Η έλλειψη βορίου επηρεάζει αρνητικά τη σύνθεση των RNA και κατ' επέκταση την πρωτεϊνοσύνθεση. Επειδή η σύνθεση των πρωτεϊνών είναι βασική διαδικασία της μεριστωματικής αύξησης, η έλλειψη βορίου συντελεί στην αναστολή δημιουργίας νέων κυττάρων στα μεριστώματα και επομένως στην αναστολή της επιμήκυνσης των βλαστών και των ριζών. Το B δεν μετακινείται εύκολα στα φυτά και η έλλειψή του συνδυάζεται με την εμφάνιση πυκνών φύλλων και ανθέων, μίσχων ή φρούτων με συμπτώματα έλλειψης νερού ή με ρωγμές, με τελικό στάδιο την ξήρανση. Στα αγγεία του ξύλου της ρίζας εμφανίζονται περιοχές σκούρου χρώματος, που ονομάζονται φαιά ή μαύρη καρδιά. Γενικά, το βόριο παίζει σημαντικό ρόλο και σε αρκετές άλλες διεργασίες της ανάπτυξης όπως: α)στη γονιμοποίηση των ανθέων, β)στη μεταφορά των σακχάρων, του αμύλου, του αζώτου και του φωσφόρου, γ)στο σχηματισμό φυματίων στα ψυχανθή και δ)στη ρύθμιση του μεταβολισμού των υδατανθράκων. Η συγκέντρωση του B στα μονοκοτυλήδονα φυτά κυμαίνεται μεταξύ 6 και 18 ppm, και στα δικοτυλήδονα μεταξύ 20 και 60 ppm. Τα επίπεδα του βορίου στα ώριμα φύλλα των πλείστων καλλιεργειών θεωρούνται ότι είναι σε επάρκεια, όταν είναι μεγαλύτερα των 20 ppm.

Μαγγάνιο(Mn): Η συγκέντρωση του Mn στα φυτά ποικίλλει μεταξύ 20 και 500 ppm. Απορροφάται από τα φυτά ως Mn^{2+} , αλλά και υπό μορφή συμπλόκων. Το Mn είναι απαραίτητο στις οξειδοαναγωγικές διεργασίες της φωτοσύνθεσης, και ιδιαίτερα στην πρωτόλυση του νερού και την έκλυση O_2 . Έχει διαπιστωθεί ότι έλλειψη Mn εμποδίζει την αναγωγή των NO_2^- προς αμμωνιακά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή και της δράσης της ρεδουκτάσης των NO_3^- , άρα ούτε τα νιτρικά μπορούν να αναχθούν προς νιτρώδη και αμμωνιακά. Για το λόγο αυτό, ορισμένες φορές παρατηρείται συσσώρευση νιτρικών υπό συνθήκες έλλειψης Mn. Το Mn **δεν μετακινείται εύκολα** στο φυτό και επομένως τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στα νεαρότερα φύλλα, σαν χλώρωση μεταξύ των νεύρων. Σε ορισμένες περιπτώσεις (σιτάρι) το ριζικό σύστημα γίνεται ευπαθές στις ασθένειες. Τέλος, επειδή στα φυτά **το Mn ανταγωνίζεται με τον Fe**, περίσσεια Mn στα φυτά μπορεί να προκαλέσει έλλειψη Fe.

Χαλκός(Cu): Ο Cu απορροφάται από τα φυτά ως ιόν Cu^{2+} . Μπορεί επίσης να απορροφηθεί ως συστατικό φυσικών ή συνθετικών οργανικών συμπλόκων. Η περιεκτικότητά του στους φυτικούς ιστούς κυμαίνεται μεταξύ 5 και 20 ppm, ενώ εμφάνιση τροφοπενιών είναι πιθανή σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 4 ppm. Το 70% του χαλκού βρίσκεται στους χλωροπλάστες και αποτελεί συστατικό της πρωτεΐνης τους. Περιέχεται επίσης σε διάφορα ένζυμα(οξειδάσες) που καταλύουν αντιδράσεις μέσω των οποίων ανάγεται το O_2 . Αυτός ο ρόλος στις ενζυμικές αντιδράσεις είναι ειδικός, επιτυγχάνεται δηλαδή μόνο από τον χαλκό, ο οποίος δεν αντικαθίσταται από κανένα άλλο κατιόν. Επειδή ο χαλκός **δε μετακινείται εύκολα** μέσα στο φυτό, τα συμπτώματα της έλλειψής του εμφανίζονται πρώτα στα νεότερα φύλλα. Σε ορισμένα φυτά(πχ καλαμπόκι), τα συμπτώματα έλλειψης στα φύλλα μοιάζουν με εκείνα του K.

Ψευδάργυρος(Zn): Η κανονική συγκέντρωση του Zn στους φυτικούς ιστούς κυμαίνεται μεταξύ 25 και 150 ppm, ενώ εμφάνιση τροφοπενιών είναι πιθανή σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 20 ppm και τοξικότητας σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 400 ppm. Ο Zn απορροφάται από τα φυτά ως ιόν Zn^{2+} . Μπορεί επίσης, να απορροφηθεί ως συστατικών φυσικών ή συνθετικών οργανικών συμπλόκων. Διαλυτά άλατα Zn και σύμπλοκα Zn μπορούν επίσης να εισέλθουν στο φυτό απ' ευθείας μέσω των φύλλων. Παίζει ρόλο στη σύνθεση της τριπτοφάνης, απαραίτητο συστατικό ορισμένων πρωτεϊνών, καθώς και στη σύνθεση αυξητικών ορμονών(αυξινών). Η μείωση των ορμονών αυτών στο φυτό, λόγω έλλειψης του Zn, προκαλεί μείωση των μεσογονατίων διαστημάτων και του μεγέθους των φύλλων, που αποτελούν και τα πλέον χαρακτηριστικά συμπτώματα της έλλειψης του Zn. Τα συμπτώματα αυτά εμφανίζονται στα επάκρια τμήματα του φυτού, λόγω του ότι ο Zn **δεν μετακινείται εύκολα** μέσα στο φυτό. Εκτός από τα παραπάνω συμπτώματα,

άλλα συνηθισμένα συμπτώματα από την έλλειψη του Zn είναι: α)Παρουσία ελαφρώς πρασίνων, κίτρινων, ή άσπρων κηλίδων μεταξύ των νεύρων των φύλλων, β)Νέκρωση των ιστών των αποχρωματισμένων περιοχών των φύλλων, γ)πρώιμη φυλλόπτωση, δ)κακός σχηματισμός των φρούτων(καρπών) και συχνά μικρή ή καθόλου παραγωγή.

3.ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ – ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ - ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

3.1 Γεωγραφική θέση

Το Λεοντάρι είναι ένα ιστορικό χωριό της Αρκαδίας, χτισμένο στις βόρειες πλαγιές του Ταυγέτου, σε υψόμετρο 540 μ. και απόσταση 11 χιλιομέτρων από τη Μεγαλόπολη Αρκαδίας και 43 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της πρωτεύουσας του νομού Αρκαδίας Τρίπολη. Ο μόνιμος πληθυσμός του προσεγγίζει τους 300 κατοίκους, ενώ μέχρι τα τέλη του 2010 αποτελούσε και έδρα του Δήμου Φαλαισίας. Στους πολλούς και μεγάλους ορεινούς όγκους της Αρκαδίας η Φαλαισία δεσπόζει στη νότια περιοχή της Μεγαλοπολίτιδας και στα σύνορα μεταξύ των νομών Λακωνίας και Μεσσηνίας. Στις δύο κοιλάδες που δημιουργεί η βόρεια άκρη του Ταυγέτου και που διασχίζονται από τους ποταμούς, Θειούντα (Κουτουφαρίνα) και Καρνίωνα (Ξερίλα) έχουν βρει καταφύγιο τα 20 μικρά ή μεγαλύτερα χωριά του δήμου Φαλαισίας με τους συνοικισμούς τους.

Εικόνα 1 Νομός Αρκαδίας



Όσον αφορά τη γενικότερη περιοχή της Αρκαδίας, ο νομός βρίσκεται στο κέντρο της Πελοποννήσου, και συνορεύει βόρεια με τους νομούς Κορινθίας και Αχαΐας, δυτικά με τους νομούς Ηλείας και Μεσσηνίας, νότια με το νομό Λακωνίας και ανατολικά βρέχεται από τον Αργολικό κόλπο. Έχει έκταση 4.419 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 86.820 μόνιμους κάτοικους σύμφωνα με την τελευταία απογραφή πληθυσμού το 2011.

3.2 Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά – Ιστορικά δεδομένα

Η Αρκαδία είναι μια περιοχή με πλούσια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και γενικά πλούσιο ανάγλυφο. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα από τα σημαντικότερα βουνά, ποτάμια και λίμνες, τα οποία βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή της Αρκαδίας.

Τα κυριότερα βουνά του νομού Αρκαδίας είναι:

- Το **Μαίναλο**. Θεωρείται μεγάλο ορεινό συγκρότημα και λέγεται ότι αποτελεί την 'Ακρόπολη της Πελοποννήσου'. Ψηλότερη κορυφή του είναι ο Προφήτης Ηλίας (1.981 μ.). Όλη η οροσειρά είναι σκεπασμένη από δάση. Διαθέτει ωραίες και πλούσιες κοιλάδες. (Αρκαδικά τοπία). Ψηλότερες κορυφές του είναι η Οστρακίνα (1.981 μ.), το Ρουπάκι (1.035 μ.), του Ροδιά (1.320 μ.), την Φραντζέτα (1.942 μ.), κ.ά.
- Ο **Ταΰγετος**. Το βόρειο τμήμα του βουνού βρίσκεται στο Νομό. Κορυφές του η Ελληνίτσα (1.926 μ.), ο Άγιος Γεώργιος (1.297 μ.).

- Ο **Πάρνωνας**. Οι κορυφές του είναι η Άνω Κορομηλιά (1.232 μ.), Καρακούλα (1.318 μ.), Ζαβίτσα (976 μ.), Μεγάλος Κόζακας (1.069 μ.).

Άλλα βουνά είναι: Το Αρτεμίσιο (1.772 μ.) Σημαντικότερη κορυφή του το Μαρμπέρι (1.032 μ.), Κτενιάς (1.599 μ.). Αποτελεί παρακλάδι του όρους Αρτεμισίου και είναι γεμάτο από δάση. Το Λύρκειο (ή Πούπατο, 1.756 μ.), το Σαιτάς (ή Όρυξις, 1.812 μ.). Ένα μέρος του ανήκει στο Νομό Αρκαδίας. Ξεχωρίζει η κορυφή Φάλλκος (ή Λιάβα).

Ο Νομός Αρκαδίας είναι πλούσιος σε τρεχούμενα νερά. Χείμαρροι ρυάκια καθώς και μεγάλα ποτάμια κατρακυλούν από τις πυκνοδασωμένες πλαγιές των βουνών της. Το μεγαλύτερο ποτάμι είναι ο Αλφειός που έχει μήκος 88 χλμ. Πηγάζει από το οροπέδιο της Τρίπολης και στη πορεία του δέχεται παραπόταμους και ρέματα. Ο Λάδωνας (ή Λάδων ή Ρουφιάς) σχηματίζει σε μικρή έκταση όριο ανάμεσα στους νομούς Αρκαδίας και Αχαΐας. Πηγάζει από το Χελμό και Σαιτά. Σχηματίζει υδατοπτώσεις που ονομάζονται Πήδημα, και κατασκευάστηκε υδροηλεκτρικό έργο. Επίσης μεγάλο ποτάμι είναι και ο Ερύμανθος. Πηγάζει από το όρος Ερύμανθος και είναι φυσικό σύνορο μεταξύ του Νομού Αχαΐας και του Νομού Ηλείας.

Ο Νομός Αρκαδίας επειδή είναι ορεινός, έχει περιορισμένες πεδιάδες. Δύο χαμηλές πεδινές εκτάσεις σχηματίζονται δίπλα στον Αργολικό κόλπο: Η πεδιάδα του Αστρους (ή Θυρεατική) και νοτιότερα η πεδιάδα του Λεωνιδίου η οποία είναι μικρότερη. Οι άλλες πεδινές περιοχές του νομού είναι ψηλές λεκάνες δηλ. οροπέδια τα οποία περικλείουν ψηλότερα βουνά. Γνωστό είναι το οροπέδιο της Τρίπολης (ύψους 600-700 μ.). Άλλη λεκάνη είναι η ωσειδής λεκάνη της Μεγαλόπολης (μέσου ύψους 400 μ.) που σχηματίζεται ανάμεσα στα βουνά Μαίναλο, Ταύγετο, Λύκαιο με κέντρο την ομώνυμη πόλη.

Δύο είναι οι λίμνες στο Νομό Αρκαδίας:

- Τάκκα. Έχει ύψος 657 μ. Η έκτασή της δεν είναι σταθερή. Παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις δηλ. μεγαλώνει το χειμώνα και μικραίνει το καλοκαίρι. Μελετάται το θέμα συστηματικής χρησιμοποίησης των νερών της λίμνης για αρδευτικούς σκοπούς.

- Η τεχνητή λίμνη του Λάδωνα. Έχει ύψος 420 μ. έκταση 16 τετρ. χλμ. και μήκος 15 χλμ. Πίσω από το φράγμα ύψους 40 μ. σχηματίστηκε η τεχνητή λίμνη.

Ιστορικά δεδομένα για το Λεοντάρι Αρκαδίας

Καμάρι της Αρκαδίας, το Λεοντάρι είναι χτισμένο εκεί που κάποτε οι αρχαίοι Έλληνες είχαν ιδρύσει τον οικισμό του Λεύκτρο, όπως επιβεβαιώνουν τα ενδεικτικά ευρήματα _ κυρίως δείγματα κεραμικής και λιγοστά αρχιτεκτονικά κατάλοιπα _ που έχει φέρει στο φως η αρχαιολογική σκαπάνη. Ευρήματα, που είναι αρκετά σύμφωνα με τους αρχαιολόγους, όχι μόνο για να ταυτίσουν το σημερινό Λεοντάρι με το αρχαίο Λεύκτρο, αλλά και για αποδείξουν πως κατοικήθηκε από την αρχαϊκή έως και την ελληνιστική εποχή, δηλαδή από 7 ο αι. π. Χ. έως το 31 π. Χ. , ενώ στην ρωμαϊκή περίοδο έχασε την αίγλη του και από περιοικίδα πόλη της Σπάρτης υποβαθμίστηκε σε έναν μικρό αγροτικό οικισμό.

Τις μεγάλες του δόξες, όμως, φαίνεται πως τις γνώρισε στα βυζαντινά χρόνια, καθώς δεν αποτέλεσε απλώς μια ακμάζουσα ελληνική κοινότητα που διαδέχτηκε τον φράγκικο οικισμό της Βελιγοστής, αλλά στο πέρασμα του χρόνου εξελίχθηκε στην δεύτερη σημαντικότερη πόλη του Δεσποτάτου του Μυστρά, ενώ για περιορισμένα χρονικά διαστήματα διεκδίκησε και τον τίτλο της πρωτεύουσας του, περί το 1391, λόγω της στρατηγικής θέσης που κατείχε το ονομαστό του κάστρο.

Το οχυρό αυτό ήταν και η βασική αιτία που το Λεοντάρι δεν έχασε την λάμψη του, ούτε στα χρόνια που ακολούθησαν την Άλωση της Κωνσταντινούπολης, καθώς τόσο οι Βενετοί κατακτητές, όσο και οι Τούρκοι, συγκρούστηκαν αρκετές φορές στην προσπάθειά τους να το θέσουν υπό τον δικό τους έλεγχο, ενώ ανεξαρτήτως της δύναμης που το κυριεύε ο οικισμός διατηρούσε τον τίτλο της ομώνυμης επαρχίας.

Η στρατηγική του σημασία ήταν τόσο μεγάλη, ώστε για μια χρονική περίοδο μετατρέπεται σε έδρα του Τούρκου πασά της Πελοποννήσου, ενώ αργότερα και

ύστερα από την οριστικοποίηση της επικράτησης των Τούρκων στην Πελοπόννησο, το Λεοντάρι εξακολούθησε να κατέχει τον ρόλο πρωτεύουσας σε μία από τις 24 επαρχίες- βιλαέτια, στην οποία χώρισαν τον Μοριά οι κατακτητές. Ενδεικτικό άλλωστε της σπουδαιότητας του κάστρου για τον εκάστοτε κύριο της περιοχής είναι ότι η μισθοδοσία της φρουράς του, γινόταν απευθείας από τον ίδιο τον σουλτάνο, τακτική που ίσχυε για τα σημαντικά φρούρια, όπως ήταν εκείνα του Μυστρά, του Ναυπλίου, της Πάτρας, του Ναυαρίνου, της Μεθώνης και της Κορώνης

Δυναμικός ο ρόλος του και στα χρόνια του εθνικοαπελευθερωτικού αγώνα των Ελλήνων, το Λεοντάρι λειτούργησε ως ορμητήριο των αγωνιστών της Επανάστασης, όπως άλλωστε αποδεικνύεται όχι μόνον από μαρτυρίες και μνήμες, αλλά και από τα απομνημονεύματα του Γέρου του Μοριά, του Θεόδωρου Κολοκοτρώνη, ο οποίος πολλάκις αναφέρεται στην πόλη και στο κάστρο της.

Στην μετά την Επανάσταση εποχή και μέχρι το 1836 θα παραμείνει πρωτεύουσα της ομώνυμης επαρχίας. Με την ίδρυση της υποδιοίκησης Μεγαλοπόλεως όμως και στη συνέχεια της ομώνυμης επαρχίας (1852) η έδρα μεταφέρεται στο Σινάνο, ενώ μετά και τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όπως τα περισσότερα χωριά της ελληνικής περιφέρειας, αρχίζει να φθίνει, καθώς αρκετοί από τους κατοίκους υπέκυψαν στην ανάγκη της μετανάστευσης είτε προς τις μεγάλες πόλεις, είτε προς χώρες του εξωτερικού στην προσπάθεια ανόδου του βιοτικού τους επιπέδου.

Πετρόχτιστα σπίτια με χαγιάτια που πολλές φορές τα χωρίζουν τα στενομπόλια, στενά περάσματα δηλαδή, που ο θρύλος θέλει μέσω αυτών να ξέφευγαν από τους εχθρούς τους οι ήρωες της Επανάστασης αν και η αλήθεια είναι πως ο βασικός τους ρόλος ήταν η απορροή των ομβρίων, πέραν του γεγονότος ότι έχουν δημιουργηθεί πολύ αργότερα από την περίοδο του Αγώνα της Ανεξαρτησίας μέσα σε ένα καταπράσινο τοπίο είναι η εικόνα που αντικρίζει σήμερα ο επισκέπτης του ιστορικού Λεονταρίου. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική και τα λιγοστά αγροτόσπιτα, που συναντά ο περαστικός στην βορειοανατολική άκρη του οικισμού συνθέτουν ένα διαφορετικό προφίλ από εκείνο που διέπει στην μεγάλη του πλειονότητα τα χωριά της περιφέρειας, δείγμα της έντονης ακμής που γνώρισε κάποτε η περιοχή.

3.3 Κλίμα της περιοχής-Μετεωρολογικά δεδομένα

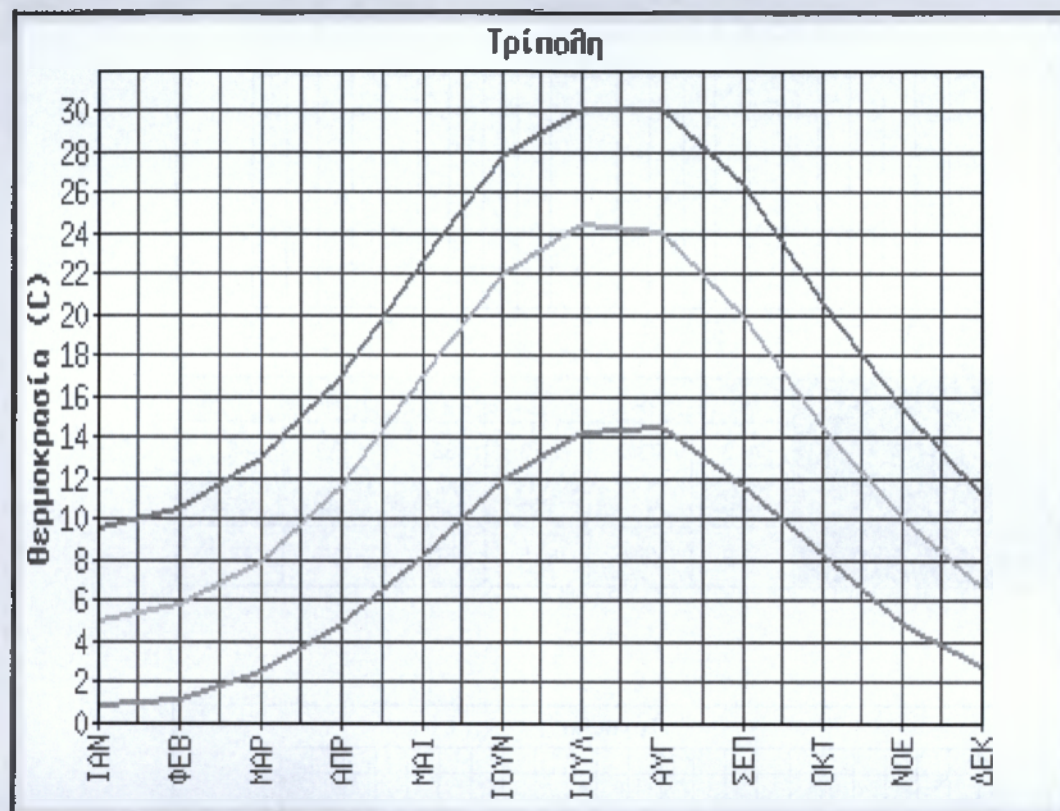
Γενικά το κλίμα της ευρύτερης περιοχής της Αρκαδίας χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό, το οποίο επηρεάζεται από το βροχερό κλίμα της Δυτικής Ελλάδας και από το εκτεταμένο μεγάλο υψόμετρο της περιοχής. Τον χειμώνα επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες με σχετικά μετρίους προς ισχυρούς ανέμους, οι οποίοι έρχονται συνήθως από τα δυτικά, συχνές βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις κυρίως τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο, ενώ το καλοκαίρι χαρακτηρίζεται δροσερό προς θερμό με λίγες, κυρίως μεσημεριανές βροχές. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (www.hnms.gr), από τον Σταθμό της Τρίπολης (650 m υψόμετρο) τα οποία συγκεντρώθηκαν την περίοδο 1957-1997, από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 5,1 °C μέχρι 11,7 °C, η ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία από 0,9 °C έως 4,9 °C και η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία από 9,6 °C έως 17,1 °C. Τους ευρύτερους καλοκαιρινούς μήνες, από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 14,6 °C μέχρι 24,5 °C, η ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία από 8,2 °C έως 14,5 °C και η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία από 20,6 °C έως 30,1 °C. Το ύψος της βροχόπτωσης από τον Νοέμβριο μέχρι Ιανουάριο κυμαίνεται από 109,8 mm έως 135,6 mm με μέσο όρο ημερών βροχής από 11,8 μέχρι 15,8 ημέρες τον μήνα. Τον Οκτώβριο και από τον Φεβρουάριο μέχρι τον Απρίλιο το ύψος της βροχόπτωσης κυμαίνεται από 58,5 mm έως 89,5 mm με μέσο όρο ημερών βροχής από 9 μέχρι 13,7 ημέρες τον μήνα και τους καλοκαιρινούς μήνες από Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο το ύψος της βροχής φτάνει από τα 19,9 mm μέχρι τα 58,5 mm σε 3,6 μέχρι 9,1 μέρες βροχής ανά μήνα. Η μέση μηνιαία ατμοσφαιρική υγρασία από τον Νοέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο κυμαίνεται από 73,8 % μέχρι 77,8 %, τον Οκτώβρη, τον Μάρτη και τον Απρίλη από 63,1 % έως 69,3% και από τον Μάη μέχρι τον Σεπτέμβρη από 44,9 % μέχρι 57,7 %. Η μέση μηνιαία ένταση των ανέμων κυμαίνεται από 3,8 km έως 5,6 km ανά ώρα, ενώ η μέση μηνιαία διεύθυνση είναι Νοτιοδυτική (ΝΔ) το Νοέμβριο, το Δεκέμβριο και από τον Φεβρουάριο μέχρι τον Ιούνιο, ενώ τον Ιανουάριο και από τον Ιούλιο μέχρι και τον Οκτώβριο η μέση μηνιαία διεύθυνση είναι Βόρεια (Β). Η μέση ημερήσια ηλιοφάνεια τον Ιούλιο φτάνει τις 12 ώρες/ μέρα, τον Γενάρη πέφτει στις 4 ώρες/ μέρα ενώ τον Οκτώβρη και τον Απρίλη κυμαίνεται στις 7-8 ώρες/ μέρα.

Σε γενικές γραμμές, η Αρκαδία από το ανάγλυφο της μορφής της και της γεωγραφικής θέσης της είναι η πιο ψυχρή περιοχή στην Πελοπόννησο. Το κλίμα της είναι ψυχρό το χειμώνα, με βροχές και χιόνια, και δροσερό το καλοκαίρι. Τον χειμώνα το ψύχος είναι δριμύ, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, λόγω του ορεινού χαρακτήρα της περιοχής. Ενδεικτικά η ελάχιστη θερμοκρασία στην Τρίπολη τον Ιανουάριο φθάνει το πολύ τους $1,2^{\circ}\text{C}$, ενώ η απόλυτη ελάχιστη κατεβαίνει μέχρι τους -18°C . Οι βροχοπτώσεις ξεπερνούν τα 800 χιλιοστά, οι οποίες είναι αυξημένες στην ενδοχώρα, ενώ υπάρχει μία σταδιακή μείωση από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

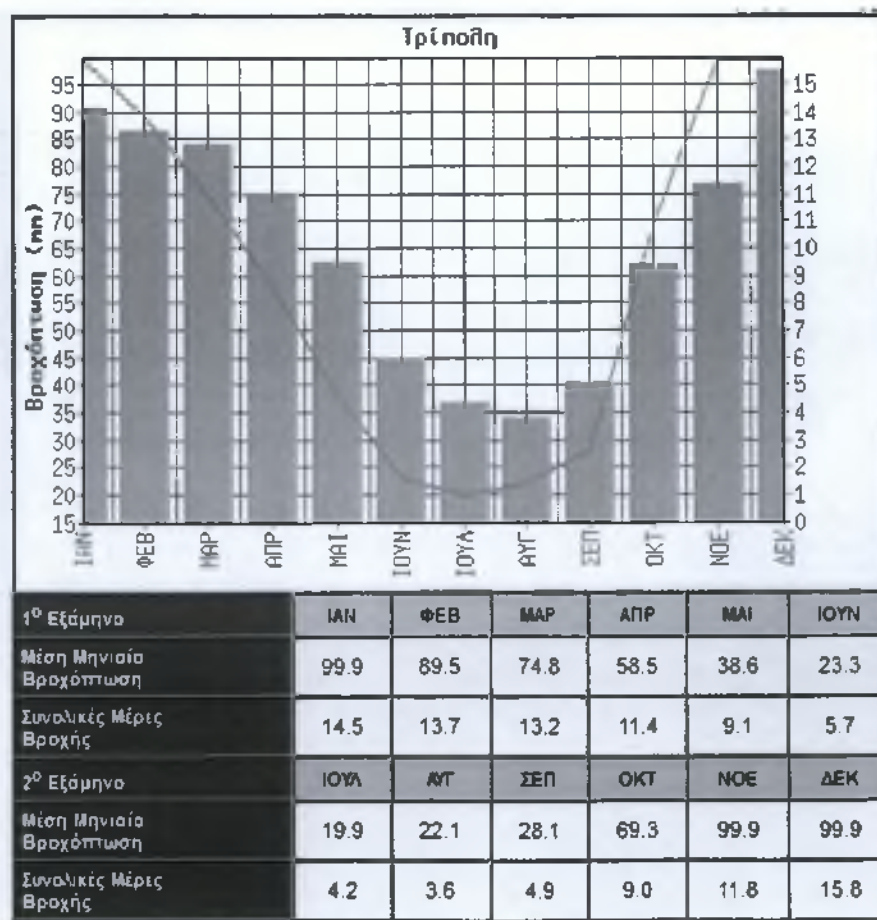
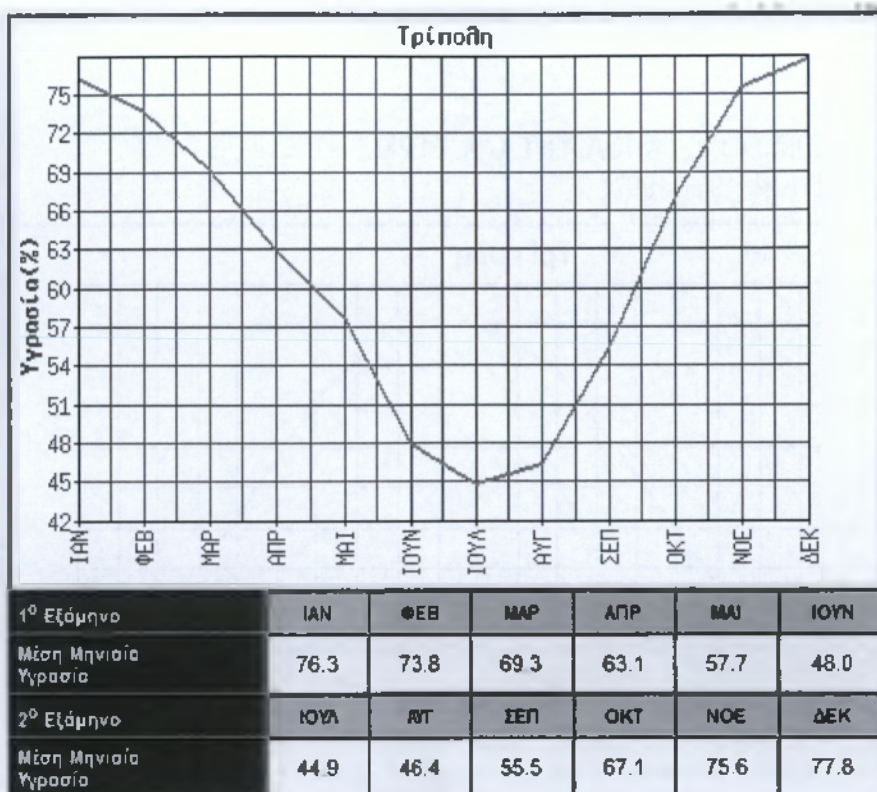
Σημείωση: Για ευνόητους λόγους παραθέτονται μετεωρολογικά δεδομένα για την πόλη της Τρίπολης.

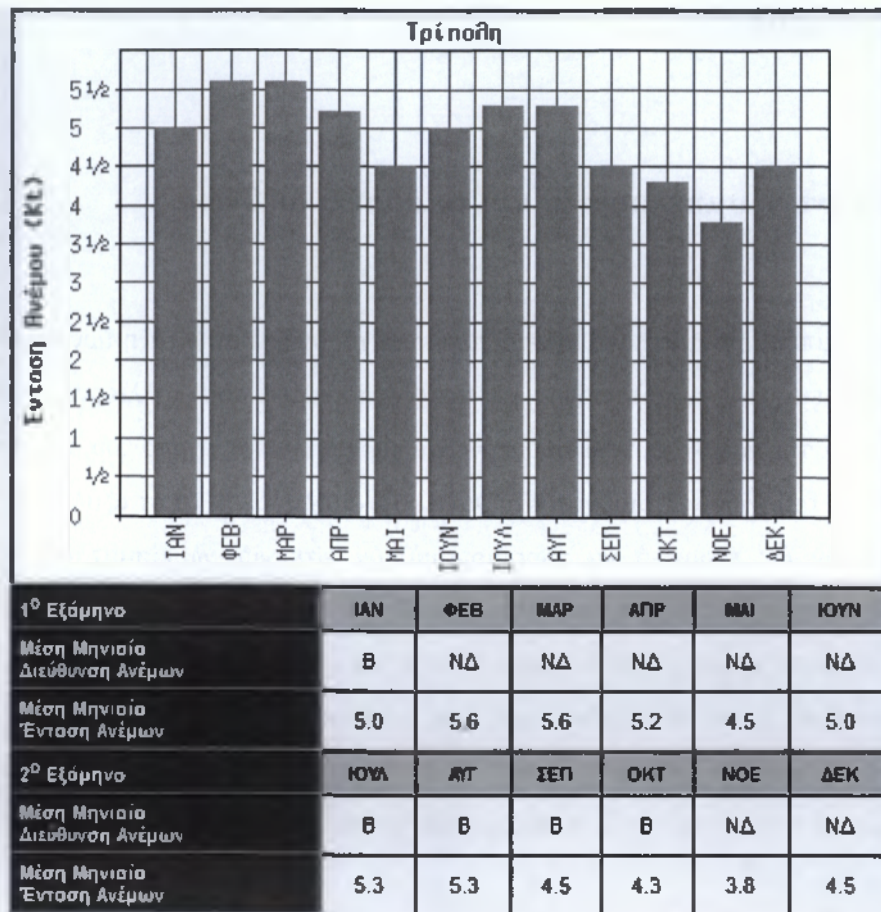
ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓ. ΘΕΡΜ.: 43°C / ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧ. ΘΕΡΜ.: -17°C

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: 1957-1997



1^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	0.9	1.2	2.5	4.9	8.2	11.9
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	5.1	5.8	7.9	11.7	17.0	22.0
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	9.6	10.5	13.0	17.1	22.7	27.8
2^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	14.3	14.5	11.6	8.3	4.9	2.8
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	24.5	24.1	20.0	14.6	10.1	6.7
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	30.1	30.1	26.4	20.6	15.5	11.2





3.4 Τα εδάφη της περιοχής

Τα εδάφη της περιοχής είναι σε γενικές γραμμές αργιλώδη, αργιλοπηλώδη, πηλώδη και αμμοαργιλοπηλώδη, ενώ ο υδατοκορεσμός είναι άριστος. Η περιεκτικότητα σε άλατα είναι πολύ μικρή, μη ξεπερνώντας το επίπεδο ου 0.01%. Το pH κυμαίνεται σε τέτοια όρια ώστε να μπορούν να ευδοκιμήσουν ποικίλες καλλιέργειες. Η συγκέντρωση του CaCO₃ παρουσιάζεται σε ίχνη στα περισσότερα σημεία της περιοχής. Το ποσοστό της οργανικής ουσίας στα περισσότερα εδάφη της ευρύτερης περιοχής της Αρκαδίας κυμαίνεται σε ικανοποιητικό επίπεδο.

4.ΤΟ ΑΜΠΕΛΙ

4.1 Η Ελληνική αμπελουργία και το αμπέλι διεθνώς

Το Αμπέλι: Το αμπέλι ή κλήμα είναι αγγειόσπερμο φυτό, ανήκει στην τάξη των Ραμνωδών και στην οικογένεια των Αμπελοειδών, με πολλές ποικιλίες που καλλιεργούνται στις εύκρατες περιοχές της γης. Το αμπέλι καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό του, το σταφύλι, ενώ και τα φύλλα του χρησιμοποιούνται στη μαγειρική (ντολμάδες). Τα σταφύλια μπορούν να καταναλωθούν ως έχουν ή να χρησιμοποιηθούν είτε για γλυκίσματα(γλυκό του κουταλιού) είτε για την Παρασκευή σταφίδων, κρασιού, άλλων οινοπνευματωδών ποτών όπως το τσίπουρο και τελικά οινοπνεύματος (αιθανόλης). Περιλαμβάνει διάφορα γένη, τα φυτά των οποίων είναι θαμνώδη, συνήθως αναρριχώμενα, με έλικες απλές ή διακλαδιζόμενες. Οι έλικες εκφύονται στους κόμβους, αντίθετα από τα φύλλα, που είναι απλά πολύμορφα. Τα άνθη του αμπελιού είναι πολύγαμα-δίοικα ή ερμαφρόδιτα (βοτρυώδεις ταξιανθίες).

Εικόνα 1 Καλλιέργεια αμπελιού



Η Ελληνική αμπελοαγωγή: Στην Ελλάδα δεν είναι ακριβώς γνωστό πότε άρχισε η καλλιέργεια του αμπελιού, ίσως γύρω στο 15ο αιώνα π. Χ. Δεν υπάρχει επίσης συμφωνία για το ποιο δρόμο ακολούθησε για να φτάσει στην πατρίδα μας. Άλλοι λένε ότι ήρθε από τη Φοινίκη μέσω Κρήτης στη Νάξο και ύστερα στην υπόλοιπη Ελλάδα. Άλλοι δίνουν την προτεραιότητα στην Αιτωλία και άλλοι στη Θράκη. Είτε από τον ένα δρόμο είτε από τον άλλο, η αμπελοκαλλιέργεια εξαπλώθηκε γρήγορα σ' ολόκληρη την Ελλάδα και κατέκτησε σημαντική θέση στην οικονομία του τόπου, πράγμα που μαρτυρούν και τα πολυάριθμα νομίσματα με απεικονίσεις σταφυλιών.

Το κρασί από πάντα έχαιρε εκτίμησης σ' όλο τον Ελλαδικό χώρο, έτσι το αμπέλι καλλιεργήθηκε παντού, όπου το κλίμα το επέτρεπε, πλάι σ' άλλες καλλιέργειες και συμπλήρωνε την οικιακή οικονομία, ενώ υπήρξαν και περιοχές όπου ήταν το κύριο εισόδημα. Δεν θα ήταν υπερβολή να πούμε ότι κάθε οικογένεια είχε το αμπελάκι της. Η άμπελος μπορεί να καλλιεργηθεί στα ξηρά και φτωχά εδάφη γι' αυτό επεκτάθηκε σ' όλη την Ελλάδα.

Σήμερα, από τα 1.650.000 στρέμματα, 250.000 στρέμματα είναι επιτραπέζια σταφύλια, 600.000 περίπου στρέμματα σταφίδες (Σουλτανίνα- Κορινθιακή) και 800.000 στρέμματα οινοποιήσιμες ποικιλίες.

Πίνακας 1 Εκτάσεις καλλιέργειας αμπελιού στα κυριότερα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας.

Περιοχή	Στρέμματα
Κρήτη	500.000
Πελοπόννησος	800.000
Θεσσαλία	80.000
Στερεά Ελλάδα	70.000
Ήπειρος	20.000
Μακεδονία	150.000
Θράκη	10.000
Νησιά	20.000

Η αμπελοργία στον κόσμο: Η καλλιέργεια του αμπελιού φαίνεται πως ξεκίνησε απ' τη νότια περιοχή του Καυκάσου- εκεί όπου σήμερα είναι τα κοινά σύνορα Γεωργίας και Αρμενίας- πριν από 5.000 περίπου χρόνια, διαδόθηκε στη Μεσοποταμία όπου αναπτύχθηκε ο πρώτος ανθρώπινος πολιτισμός. Στη Μεσόγειο και την Ελλάδα το αμπέλι ήρθε αργότερα περνώντας από τη Φοινίκη, το σημερινό Λίβανο.

Σήμερα το αμπέλι καλλιεργείται σε όλο σχεδόν τον κόσμο, στο βόρειο και νότιο ημισφαίριο της γης, και στο γεωγραφικό πλάτος του εύκρατου κλίματος, όπου η καλλιέργεια του ταιριάζει. Εντούτοις, είναι χαρακτηριστικό ότι στις χώρες που βρίσκονται κοντά και γύρω στη λεκάνη της Μεσογείου είναι συγκεντρωμένο περίπου το 90% της παγκόσμιας καλλιεργούμενης έκτασης και παραγωγής. Πρέπει να σημειωθεί ότι στις χώρες της λατινικής Αμερικής, όπου το αμπέλι άρχισε πρόσφατα να καλλιεργείται, οι εκτάσεις είναι ήδη σημαντικές, και η Αργεντινή με τη Χιλή είναι σοβαρές ανταγωνίστριες χώρες.

Υπολογίζονται πως σήμερα η συνολική καλλιεργούμενη έκταση με αμπέλι σε όλη τη Γη φτάνει περίπου τα 115 εκατομμύρια στρέμματα. Από το σύνολο αυτό, 95 περίπου εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργούνται γύρω- γύρω ή κοντά στη Μεσόγειο, με πρώτη χώρα σε έκταση και αμπελουργικά προϊόντα την Ιταλία.

4.2 Μορφολογία του Αμπελιού

4.2.1 Τα μέρη του αμπελιού

Η άμπελος είναι ένας κληματώδης θάμνος, που ανάλογα με το επιθυμητό σχήμα, μπορεί αναρριχόμενη με τις κληματίδες της να ανέβει και να σχηματίσει με τους υποστηριζόμενους κλάδους, τις λεγόμενες κληματαριές, ή να έχει μικρό σχήμα, θαμνοειδές. Αποτελείται από το υπόγειο τμήμα, τη ρίζα και το υπέργειο, το κυρίως φυτό, που φέρει τους κλώνους, τους βραχίονες, τις κληματίδες τα φύλλα, τις έλικες και τον καρπό, το σταφύλι.

Η ρίζα του αμπελιού: Διακρίνουμε την κύρια ρίζα που είναι προς τα κάτω, σε συνέχεια με τον κορμό και τις χονδρές διακλαδώσεις της, και τις δευτερεύουσες ρίζες, δηλαδή τα ριζικά μπράτσα. Από τις δευτερεύουσες χονδρές ρίζες βγαίνουν

άλλες λεπτότερες(τριτεύουσες) που καταλήγουν όλο σε λεπτότερες ρίζες(τρίχες, τριχίδια). Αυτές οι πολύ ψιλές ρίζες είναι μοιρασμένες σ' όλο το χώμα του αμπελιού και έχουν τη μεγαλύτερη σημασία στη διατροφή του. Όλες οι ρίζες που βρίσκονται σε ένα ορισμένο βάθος του εδάφους αποτελούν το **ριζόστρωμα**. Η κύρια ρίζα, που δημιουργείται συνήθως από το μόσχευμα που φυτεύουμε, χρησιμεύει κυρίως για το στήριγμα του αμπελιού. Αυτές που τρέφουν το αμπέλι είναι ψιλές ρίζες που απορροφούν από το έδαφος τις διαλυμένες στο νερό(εδαφικό διάλυμα) ουσίες που έχει ανάγκη το φυτό. Αυτές οι πολύ ψιλές ρίζες είναι πολύτιμες για το φυτό και είναι πολύ περισσότερες το καλοκαίρι οπότε και πλέκονται με το χώμα ανεβαίνοντας όσο το δυνατό ψηλότερα, μέχρι και ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του χώματος. Γι' αυτό το λόγο, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην καταστρέφονται μετά τα καλοκαιρινά οργώματα.

Ο κορμός: Κορμός ονομάζεται το μέρος του φυτού που εξέρχεται απ' το χώμα σαν προέκταση της κύριας ρίζας και που σχηματίστηκε από τον πρώτο βλαστό. Μαζί με τα μπράτσα στηρίζει τις κληματίδες τις οποίες διαμορφώνουμε στα καρποφόρα όργανα που είναι τα **κεφάλια** και οι **αμολυτές**. Ανάμεσα στη φλούδα και το ξύλο υπάρχει το **κάμβιο**. Το κάμβιο είναι ένας πολύ σπουδαίος ιστός για το φυτό. Σε αυτό γίνεται ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων. Από εκεί μεγαλώνει και παχαίνει το φυτό. Γι' αυτό το λόγο ο εμβολιασμός γίνεται ενώνοντας το κάμβιο του υποκειμένου με το κάμβιο του εμβολίου, πράγμα απαραίτητο για τον επιτυχή εμβολιασμό.

Οι κληματίδες(βέργες): Είναι τα ετήσια όργανα βλάστησης του αμπελιού. Οι κληματίδες ανάλογα με το σχήμα, την ποικιλία, και τη δύναμη του αμπελιού, μπορούν να αποκτήσουν μικρό ή πολύ μεγάλο μήκος(από 1 έως 10 μέτρα ετήσιο μήκος). Αυτό που επιδιώκεται είναι το 1,5 με 2,5 μέτρα μήκος. Τότε λέμε ότι το αμπέλι βρίσκεται σε καλή θρεπτική κατάσταση την οποία καλούμε **καρποφόρα ισορροπία**. Οι κληματίδες βγαίνουν από τους οφθαλμούς της κληματίδας της περασμένης χρονιάς, αλλά και από παλαιότερους οφθαλμούς που βρίσκονται στα μπράτσα ή στον κορμό. Το κανονικό πάχος(διάμετρος) της κάθε κληματίδας πρέπει να είναι περίπου 1-1,5 πόντους, ανάλογα με την ποικιλία. Κληματίδες που γίνονται πολύ λεπτές ή πολύ χοντρές δείχνουν κακή θρεπτική κατάσταση ή ανισορροπία. Πάνω σε κάθε κληματίδα ξεχωρίζουμε τους **κόμπους** ή **γόνατα** όπου βρίσκονται εναλλάξ οι οφθαλμοί, και ανάμεσα στους κόμπους βρίσκονται τα **μεσογονάτια διαστήματα**(ή καλέμια).

Οι οφθαλμοί: Βρίσκονται στους κόμπους της κληματίδας και σε αντίθετη σχέση μεταξύ τους εναλλάξ. Δεν είναι απλοί αλλά σύνθετοι, δηλαδή πολλοί μαζί, 2-3 ή και παραπάνω και μερικές φορές 7-8, ανάλογα με την ποικιλία. Ξεχωρίζουμε και κατατάσσουμε τους οφθαλμούς σε δύο κατηγορίες. Η μία είναι αυτοί που

σχηματίζονται στη μασχάλη των φύλλων της κληματίδας και βλαστάνουν μέσα στο ίδιο καλοκαίρι δίνοντας το **μεσοκάρδιο**(ταχυφυή)βλαστό. Δίπλα σ' αυτούς τους οφθαλμούς, που είναι πιο στρογγυλοί ή πιο μυτεροί, σχηματίζεται ένας πιο φουσκωμένος, ο **κύριος οφθαλμός**. Αυτός ο οφθαλμός μένει σε λήθαργο όλο το καλοκαίρι στην ώριμη κληματίδα. Εκπύσσεται μετά το κλάδεμα την ερχόμενη άνοιξη, και φέρνει ή όχι(ανάλογα με τη θέση του στην κληματίδα και την ποικιλία) σταφύλι. Γενικά μεσοκάρδιο βλαστό πετάνε μόνο οι οφθαλμοί που είναι πάνω από τη βάση ή κοντά στη βάση της κληματίδας. Με άλλη ταξινόμηση χωρίζουμε τους οφθαλμούς σε καλοκαιρινούς(μεσοκάρδιους)και χειμερινούς(**λανθάνοντες οφθαλμοί**),ενώ στο παλιό ξύλο(μπράτσα και κορμό) οι οφθαλμοί που μείνανε χωρίς να πετάξουν λέγονται τυφλοί. Κάθε χειμωνιάτικος οφθαλμός, ανάλογα με τη θέση του στην κληματίδα, ή έχει 1-4 σταφύλια, ή δεν έχει. Σε μερικές ποικιλίες, οι οφθαλμοί κοντά στη βάση της κληματίδας, 1^ο ή και 2^ο κόμπο, είναι άγονοι, δηλαδή δεν έχουν καθόλου σταφύλια. Αυτή η γνώση μας βοηθά στο να κλαδεύουμε ανάλογα, κοντά ή μακριά, σε κεφάλια ή αμολυτές. Μερικές ποικιλίες, από τους οφθαλμούς που βρίσκονται στη βάση της κληματίδας, πετάνε μόνο φύλλα χωρίς βλαστό. Συμπερασματικά, οι καλύτεροι οφθαλμοί, που έχουν τα περισσότερα σταφύλια, είναι ανάμεσα στον 1^ο και 10^ο περίπου κόμπο της κάθε κληματίδας, πράγμα το οποίο εκμεταλλευόμαστε πρακτικά στο κλάδεμα, ανάλογα για κάθε ποικιλία.

Τα Φύλλα: Στο αμπέλι, όπως και σε όλα τα φυτά, τα φύλλα παίζουν σπουδαίο ρόλο, καθώς σε αυτά επιτελείται η διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Τα φύλλα του αμπελιού είναι πολύ πλατιά και μεγάλα, παλαμοειδή, μονοκόμματα ή τρίλοβα ή πεντάλοβα, ανάλογα με την ποικιλία. Επίσης αναλόγως την ποικιλία, εμφανίζουν διαφορές που αφορούν το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα, το χνούδι κτλ. Γι' αυτό το λόγο αποτελούν τη βάση ή ένα από τα κύρια γνωρίσματα για την αναγνώριση και την κατάταξη της κάθε ποικιλίας.

Οι έλικες: Οι έλικες είναι τα όργανα συγκράτησης των κλάδων(κληματίδων) του αμπελιού, που τους στηρίζουν σε υποστυλώματα. Οι έλικες είναι απέναντι από κάθε φύλλο. Σε κάθε κληματίδα παρατηρούνται γενικά, οι έλικες από το τέταρτο ή πέμπτο φύλλο. Σε μερικά αμερικάνικα κλήματα υπάρχουν έλικες σε κάθε φύλλο, οι λεγόμενες συνεχείς έλικες. Στα ευρωπαϊκά κλήματα, αντίθετα, οι έλικες είναι ασυνεχείς. Ένα φύλλο χωρίς έλικες χωρίζει δύο φύλλα που έχουν απέναντι έλικες. Οι έλικες σπάνια είναι απλές, είναι περισσότερο διχαλωμένες ή τριχαλωμένες. Στη μασχάλη διχαλωμένης έλικας γεννιέται ένας νέος οφθαλμός, που δίνει μία μη ανεπτυγμένη κληματίδα και τσαμπί σταφυλιού.

Η κορυφή του βλαστού: Είναι η άκρη της πράσινης κληματίδας σε μήκος από 8 έως 10 εκατοστά με τα μικρά φύλλα της κορυφής και τους έλικες. Είναι το μέρος που

γίνεται η επιμήκυνση του φυτού, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, και εξαρτάται από τη γονιμότητα του εδάφους και την υγρασία. Οι άκρες των βλαστών έλκουν, μέσω του νερού του εδάφους στο οποίο βρίσκονται διαλυμένα, τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία. Τα στοιχεία στη διαδρομή τους αυτή από τη ρίζα ως την κορυφή θρέφουν και τα σταφύλια.

Τα άνθη: Τα άνθη του αμπελιού είναι συναθροισμένα σε βότρυ(σε βοτρυοειδή ανθοταξία), κοινώς τσαμπί. Το άνθος του αμπελιού είναι μικρό με πράσινο χρώμα και αποτελείται από τον κάλυκα που σχηματίζεται από 5 στοιχειώδη σέπαλα, πράσινου χρώματος, που σχηματίζουν την προστατευτική καλύπτρα, που καλύπτει τους πέντε στήμονες και την ωθήκη. Το άνοιγμα(άνθηση) του άνθους γίνεται από τη βάση. Ύστερα από τη γονιμοποίηση και μετά το σχηματισμό των ραγών σχηματίζεται αυτό που αποκαλούμε σταφύλι, καθώς στην πρώτη φάση του σχηματισμού τους αποκαλούνται μούρα. Η γονιμότητα που έχουν οι γυρεόκοκκοι εξαρτάται από την ποικιλία και την επάρκεια σε θρεπτικά στοιχεία και επηρεάζονται πολύ από τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περίοδο της άνθησης. Ο ύπερος με την ωθήκη, δηλαδή τα κατώτερα μέρη του κάθε μικρού άνθους, ύστερα από τη γονιμοποίηση, σχηματίζουν τη μικρή ράγα(ρώγα) που μεγαλώνοντας παίρνει ανάλογα με την ποικιλία στρογγυλό ή και κάποιο άλλο σχήμα.

Ο καρπός: Ο καρπός είναι η ωθήκη που γονιμοποιήθηκε και αυξάνει σε όγκο και ωριμάζει. Ο καρπός του σταφυλιού είναι οι **ρώγες**. Η ρώγα είναι σαρκώδης και στο κέντρο της κλείνει τα **γίγαρτα**. Απ' έξω περικλείονται από το περικάρπιο. Ανάλογα με την ποικιλία, οι ρώγες είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες, στρογγυλές ή μυτερές, με διάφορα χρώματα και διάφορα γευστικά χαρακτηριστικά. Όλες μαζί οι ρώγες είναι κολλημένες στο **βόστρυχο**(τσαμπί). Στο βόστρυχο διακρίνουμε τη ράχη και τις διακλαδώσεις που διαφέρουν στο μέγεθος και το σχήμα σε κάθε ποικιλία. Η κάθε ρώγα είναι κολλημένη στο βόστρυχο με έναν μικρό μίσχο, τον ποδίσκο, που μπαίνει μέσα στη σάρκα της και τη συγκρατεί με ένα μικρό θύσανο.

Τα σπέρματα ή κουκούτσια: Είναι γενικά ένα έως δύο και κατ' εξαίρεση τέσσερα και πέντε σε αμπέλια πολύ γόνιμα. Τα άγρια αμερικάνικα κλήματα έχουν συνήθως τρία ή τέσσερα κουκούτσια. Σταφύλια που δεν περιέχουν σπέρματα λέγονται απύρηννα. Το σχήμα των κουκουτσιών ποικίλλει. Το κατώτερο τμήμα του κουκουτσιού ή ράμφος συνδέεται με το μίσχο του κόκκου με τα αγγεία για τη διατροφή του. Το περισπόριο ή πυρήνας του κουκουτσιού είναι πλούσιο σε αιθέριο έλαιο, ενώ επίσης περιέχει μικρή ποσότητα βιταμίνης E ή τοκοφερόλη.

4.3 Το κλάδεμα του αμπελιού

Το κλάδεμα των αμπελιών είναι απαραίτητο και γίνεται συνήθως το χειμώνα. Υπάρχει και το χλωρό κλάδεμα που γίνεται αργότερα και όταν το κλήμα έχει βλαστήσει, αλλά αυτό έρχεται απλά να συμπληρώσει το χειμωνιάτικο. Το χειμωνιάτικο κλάδεμα γίνεται από το Δεκέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο, αλλά ο πιο κατάλληλος μήνας είναι ο Ιανουάριος. Κόβονται όλα τα κλαδιά και αφήνονται 3-4 κληματόβεργες που φέρουν μάτια. Ανάλογα με την ποικιλία χρειάζεται να παραμείνουν στην κληματόβεργα 2-4 μάτια και οπωσδήποτε ένα τυφλό μάτι (τσίμπλα). Με τα χλωρά κλαδέματα βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά του αμπελιού και επιδιώκονται καλλίτερα καλλιεργητικά αποτελέσματα, η αύξηση της παραγωγής και η βελτίωση της εμφάνισης του κλήματος.

Κλάδεμα καρποφορίας

Το κλάδεμα καρποφορίας γίνεται κάθε χρόνο και είναι απαραίτητο γιατί:

- ✓ Ισορροπεί την παραγωγή με τη βλάστηση σε συνδυασμό με την ηλικία και την ευρωστία του πρέμνου.
- ✓ Ρυθμίζει την παραγωγή έτσι ώστε να μην υπάρχει μεγάλη διακύμανση μεταξύ των ετών, όπως συμβαίνει στα ακλάδευτα πρέμνα.
- ✓ Βελτιώνει την ποιότητα της παραγωγής(περιεκτικότητα σε σάκχαρα και οξέα), τις διαστάσεις των ραγών, καθώς και την εμφάνισή τους.
- ✓ Διατηρεί το σχήμα του φυτού.

Θερινά κλαδέματα

Είναι οι επεμβάσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Με τα θερινά κλαδέματα επιδιώκουμε τη διόρθωση σφαλμάτων που έγιναν κατά το χειμερινό κλάδεμα και την βελτίωση των συνθηκών καλλιέργειας, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας παραγωγής. Τα θερινά κλαδέματα είναι: το **βλαστολόγημα**(αραίωση βλαστών), το **κορυφολόγημα**(αποκοπή της κορυφής του βλαστού όταν έχει επιτευχθεί το επιθυμητό μήκος του βλαστού και κατ' επέκταση του αριθμού των ταξικαρπιών πάνω του), το **ξεφύλλισμα**(αραίωση των φύλλων

κυρίως γύρω από τις ταξικαρπίες για τη βελτίωση του αερισμού και του φωτισμού του καρπού), το **αραιώμα βοτρώων**(για την προσαρμογή της παραγωγής στα επιθυμητά επίπεδα), η **χαραγή**(χαράσσεται ο ποδίσκος του σταφυλιού) και η **δακτυλίωση**(χαράσσεται ο ποδίσκος περιμετρικά με σκοπό την πάχυνση των ραγών του σταφυλιού).

Κλάδεμα νεαρών φυτών

Στα πρώτα χρόνια της ζωής των φυτών, ακόμα και ένα μικρό φορτίο θεωρείται υπερβολικό. Το φυτό, στα πρώτα χρόνια της ζωής του θα πρέπει να οικοδομήσει τα μόνιμα τμήματά του και επομένως η παραγωγή δρα ανταγωνιστικά προς αυτό. Γι' αυτό τον λόγο κατά τα πρώτα χρόνια, θα πρέπει να αφαιρούνται οι ταξιανθίες. Την πρώτη χρονιά αφαιρούνται όλες, τη δεύτερη οι περισσότερες και πάει λέγοντας. Πολλές φορές, ιδιαίτερα σε αμπελώνες επιτραπέζιων σταφυλιών, υπερβολικό φορτίο κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής του αμπελώνα υποθηκεύει το μέλλον των φυτών και υποβαθμίζει την ποιότητα παραγωγής.

4.4 Φυσιολογία του αμπελιού

Βλάστηση: Όταν λέμε ότι η άμπελος βλαστάνει, τότε αρχίζει το άνοιγμα των οφθαλμών, η άνθηση και η ανάπτυξη των κληματίδων. Η βλάστηση της αμπέλου επιτυγχάνεται όταν η θερμοκρασία, η υγρασία του εδάφους και οι ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι κατάλληλες. Για το ευρωπαϊκό αμπέλι η βλάστηση αρχίζει από 9-12 βαθμούς κελσίου, ανάλογα με το είδος. Η αύξηση, ο αποθησαυρισμός, η χειμερία ανάπαυση και η διακίνηση των αποθησαυριστικών ουσιών αποτελούν τις τέσσερις διαδοχικές, φυσιολογικές φάσεις των πρέμνων κατά τον ετήσιο κύκλο βλάστησης και παραγωγής της αμπέλου.

Τα στάδια ανάπτυξης του αμπελιού: Κατά την έναρξη της εκβλάστησης ο λανθάνων οφθαλμός διογκώνεται, τα δύο προστατευτικά λέπια απομακρύνονται δημιουργώντας χώρο για την εμφάνιση του νεαρού βλαστού, ο οποίος περιβάλλεται από πυκνό χνούδι. Σύμφωνα με τον Baggiolini(1952), η εκβλάστηση διέρχεται από διαφορετικά φαινολογικά στάδια. Στο 1^ο στάδιο παρατηρείται η διόγκωση του οφθαλμού, στο 2^ο απομακρύνονται(και στη συνέχεια πέφτουν) τα λέπια και εμφανίζεται πυκνό χνούδι, στο 3^ο εμφανίζεται ο βλαστικός κώνος και

στο 4^ο αρχίζει η έξοδος των φυλλαρίων, με τη μορφή ροζέτας. Στο 5^ο στάδιο ξεδιπλώνονται πλέον καθαρά τα πρώτα νεαρά φύλλα, στο 6^ο εμφανίζονται οι ταξιανθίες οι οποίες στη συνέχεια εξελίσσονται (7^ο στάδιο), διέρχονται από το στάδιο του μούρου (8^ο στάδιο), ανθίζουν (9^ο στάδιο) και τέλος συντελείται η καρπόδεση (10^ο στάδιο).

Ο Λήθαργος: Με τον γενικό αυτό όρο χαρακτηρίζεται η κατάσταση των πρέμνων, κατά την οποία αδυνατούν να εκδηλώσουν οποιαδήποτε δραστηριότητα, ιδιαίτερα βλαστική. Ο λήθαργος εντοπίζεται στους λανθάνοντες οφθαλμούς του πρέμνου. Κατά τη διάρκεια των πρώτων μηνών του θέρους, παρατηρείται αδυναμία εκβλάστησης των οφθαλμών που χαρακτηρίζεται ως προλήθαργος, ο οποίος οφείλεται σε ενδογενείς παράγοντες, αλλά που εδράζονται σε όργανα εκτός των λανθανόντων οφθαλμών. Κυριότερος μεταξύ αυτών είναι η αυξανόμενη κορυφή του βλαστού. Κατά τη διάρκεια των φθινοπωρινών μηνών και στις αρχές του χειμώνα, η αδυναμία εκβλάστησης οφείλεται τόσο σε ενδογενή αίτια, όσο και σε εξωτερικούς παράγοντες. Τέλος, μια άλλη κατάσταση αδυναμίας εκβλάστησης των λανθανόντων οφθαλμών είναι εκείνη που οφείλεται αποκλειστικά σε δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος (χαμηλές θερμοκρασίες, ξηρασία) και αντιστοιχεί στην κλασική έννοια της χειμερίας ανάπαυσης των πρέμνων. Κατά κανόνα, στη φάση αυτή, οι λανθάνοντες οφθαλμοί έχουν ανακτήσει σε μεγάλο βαθμό τη βλαστική τους ικανότητα, αλλά αδυνατούν να την εκφράσουν λόγω δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών.

Η άνθηση: Στο αμπέλι, η άνθηση μεμονωμένου άνθους ολοκληρώνεται σε τρεις διαδοχικές φάσεις. Κατά την πρώτη συντελείται η πτώση του πιλιδίου, κατά τη δεύτερη συντελείται η διάρρηξη των ανθέρων, και τέλος, κατά την τρίτη φάση ο ύπερος καθίσταται επιδεκτικός για γονιμοποίηση από τη γύρη. Γενικά στην αμπελοργία, με τον όρο "άνθηση" εννοείται η **πλήρης** άνθηση, το στάδιο δηλαδή κατά το οποίο έχουν αποπέσει το 50 με 75% των πιλιδίων.

Γονιμοποίηση-Καρπόδεση: Η σπερματική βλάστη των ανθέων της αμπέλου είναι ώριμη προς γονιμοποίηση 2-3 μέρες πριν από την άνθηση. Μετά την επικαθισή του στο στίγμα του υπέρου, ο γυρεόκοκκος απορροφά νερό από το στιγματικό υγρό, διογκώνεται και προβάλλει το γυρεοσωλήνα δια μέσου των πόρων της εξωτερικής μεμβράνης του. Ο γυρεοσωλήνας αυξάνει με ταχύ ρυθμό και δια του στύλου φτάνει στην ωοθήκη. Όταν ο γυρεοσωλήνας φτάσει στην ωοθήκη εισχωρεί και εναποθέτει τους δύο πυρήνες του στον εμβρύοσακκο. Ο ένας πυρήνας του γυρεόκοκκου γονιμοποιεί την ωόσφαιρα και σχηματίζει το ζυγωτό (έμβρυο) και ο δεύτερος συγχωνεύεται με το δευτερογενή πυρήνα του εβρυόσακκου. Με τη διπλή αυτή

γονιμοποίηση η σπερματική βλάστη αναπτύσσεται σε γίγαρτο που περιλαμβάνει το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. Αυτή η διαδικασία(άνθηση- επικονίαση- γονιμοποίηση- ανάπτυξη σπερματικής βλάστης σε γίγαρτο) αποτελεί τη φυσιολογική καρπόδεση για την πλειονότητα των cv vinifera.

Ανάπτυξη και ωρίμανση της ράγας: Μετά το σχηματισμό τους, οι νεαρές ράγες αυξάνουν σε μέγεθος και βάρος, ενώ ταυτόχρονα συντελούνται σημαντικές μεταβολές στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα και οξέα. Πέρα των άλλων παραγόντων(ενδογενών και εξωγενών), σημαντικό ρόλο στον έλεγχο των διαφόρων φάσεων ανάπτυξης των ραγών παίζουν οι φωτορρυθμιστικές ουσίες. Οι μεταβολές τόσο του ρυθμού αύξησης όσο και της υψής και της περιεκτικότητας των ραγών σε μεταβολίτες(κυρίως σάκχαρα και οξέα) επιτρέπουν τη διάκριση τριών σταδίων στην ανάπτυξη των ραγών:

- **Στάδιο πράσινης ράγας.** Εκτείνεται από την καρπόδεση μέχρι το χρόνο της έναρξης ωρίμανσης των ραγών. Κατά το στάδιο αυτό οι ράγες έχουν χρώμα πράσινο, σκληρή σάρκα, μεγάλη περιεκτικότητα σε οξέα και μικρή σε σάκχαρα και τέλος μεγάλη ταχύτητα αύξησης των διαστάσεών τους.
- **Στάδιο ωρίμανσης:** Αρχίζει με το γυάλισμα των ραγών και διαρκεί μέχρι την πλήρη ωρίμανση των σταφυλιών. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής η περιεκτικότητα των ραγών σε σάκχαρα αυξάνει θεαματικά, ενώ σημαντική είναι η μείωση της οξύτητας.
- **Στάδιο υπερωρίμανσης:** Κατά την υπερωρίμανσή τους οι ράγες εξ' αιτίας των απωλειών ύδατος, παρουσιάζουν φαινομενική αύξηση των σακχάρων και συρρίκνωση, ενώ παράλληλα συνεχίζεται η μείωση της οξύτητας.

4.5 Οικολογία του αμπελιού

Γεωγραφία

Το αμπέλι ευδοκμεί και καλλιεργείται στην εύκρατη στην εύκρατη κυρίως ζώνη μεταξύ 34° και 45° βορείου γεωγραφικού πλάτους και 26°-40° νοτίου γεωγραφικού πλάτους(Νταβίδης 1977).

Η χώρα μας βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος μεταξύ των παραλλήλων 34° 47' 56'', αλλά οι κυριότερες αμπελουργικές περιοχές βρίσκονται μεταξύ των 35° και 41°(Ν. Ηρακλείου 35° 19', Αττικής 37° 58', Πατρών 38° 15', Λάρισας 39° 39', Σάμου 37° 44', Τριπόλεως 37° 31', Καβάλας 41°).

Αν και η πλειονότητα των παραγωγικών αμπελώνων βρίσκονται σε υψόμετρο μέχρι 300-650 μ. από την επιφάνεια της θάλασσας, εν τούτοις δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις καλλιέργειας και σε πολύ υψηλότερα σημεία της γης. Στην Ελλάδα, παραγωγικοί αμπελώνες απαντούν σε υψόμετρο 700-1000 μ.(περιοχές ορεινής Κορινθίας, Γρεβενών, κλπ.).

Το κλίμα

Γενικά τα καλύτερα αποτελέσματα(ποσοτικά και ποιοτικά) επιτυγχάνονται όταν το αμπέλι καλλιεργείται σε περιοχές των οποίων το κλίμα χαρακτηρίζεται από καλοκαίρι θερμό, μεγάλης διάρκειας, χωρίς βροχή, από φθινόπωρο και άνοιξη απαλλαγμένα παγετών και τέλος από ήπιο χειμώνα. (Wrinkler e al, 1974).

Όσον αφορά τη θερμοκρασία, στις δροσερές αμπελουργικές περιοχές, η ωρίμανση των σταφυλιών γίνεται αβίαστα, ώστε ο τρύγος να γίνεται στον πιο κατάλληλο χρόνο, σε αντίθεση με τις θερμές περιοχές, στις οποίες και ο παραπάνω χρόνος είναι μικρός και ο ρυθμός αύξησης των σακχάρων και μείωσης των οξέων είναι ταχύτερος.

Έντονη βροχόπτωση, σε συνδυασμό με τη διακύμανση της θερμοκρασίας οδηγεί συχνά σε δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για την ανάπτυξη ασθενειών, ενώ η υπερβολική υγρασία έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή κατώτερης ποιότητας προϊόντων. Ως προς την ετήσια κατανομή οι βροχές, από το τέλος του φθινοπώρου και κατά τη διάρκεια του χειμώνα, δεν έχουν άμεση επίδραση στα πρέμνα. Σημαντικά όμως επιδρούν οι βροχές κατά την ευνοϊκή περίοδο βλάστησης των πρέμνων, τόσο στην ικανοποίηση των αναγκών σε νερό, όσο και την ανάπτυξη των παθογόνων. Από την έναρξη της άνθισης έως και την καρπόδεση, τα πρέμνα είναι πολύ ευαίσθητα στην υπερβολική υγρασία, η οποία σε συνδυασμό με χαμηλές θερμοκρασίες, επιδρά αρνητικά στην επικονίαση, τη γονιμοποίηση και την καρπόδεση. Σε γενικές γραμμές, οι ετήσιες ανάγκες του αμπελιού σε νερό, ανάλογα με την ποικιλία και τις λοιπές περιβαλλοντικές και καλλιεργητικές συνθήκες, κυμαίνονται από 150-250 mm βροχής. Κατά το χρονικό διάστημα από την έναρξη της βλάστησης έως την άνθιση απαιτούνται περίπου 65mm, ενώ από την άνθιση έως την ωρίμανση απαιτούνται περίπου 85mm (Νταβίδης 1977).

Το κατάλληλο έδαφος

Σε γενικές γραμμές, στα αμμώδη- χαλικώδη εδάφη(που χαρακτηρίζονται ως ελαφρά, θερμά και συνήθως φτωχά), εφόσον τα πρέμνα δε στερούνται της απαραίτητης υγρασίας, δίνουν πολύ ικανοποιητική παραγωγή ποσοτικά και ποιοτικά. Τα συνεκτικά αργιλώδη εδάφη δεν ευνοούν την ευδοκίμηση των περισσότερων ποικιλιών αμπελιού και όσες εξ αυτών καλλιεργούνται σε τέτοιας ή παραπλήσιας φύσης εδάφη, δίνουν προϊόντα που υστερούν σε ποιότητα(έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και υψηλή σε οξέα και τανίνες). Εάν πάλι η αναλογία της περιεχόμενης αργίλου υπερβεί κάποιες τιμές, αυξάνεται υπερβολικά η υγρασία, με αποτέλεσμα τον περιορισμό του ριζικού συστήματος και της βλάστησης, την οψίμηση της ωρίμανσης και παραγωγή χαμηλής ποιότητας οινικών προϊόντων.

Αντίθετα, τα ασβεστώδη εδάφη εξασφαλίζουν στα πρέμνα ικανοποιητική βλάστηση, πρωιμότητα ωρίμανσης, και πολύ καλή ποιότητα. Αρκετές από τις αμπελουργικές περιοχές της χώρας, χαρακτηρίζονται από μέτρια ή υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο, συνθήκες στις οποίες οι περισσότερες ποικιλίες αμπέλου δίνουν αμπελουργικά προϊόντα ποιότητας, ενώ τα ανθεκτικά στη ριζόβια μορφή της φυλλοξηράς μοσχεύματα, υποφέρουν από την παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης ενεργού ανθρακικού ασβεστίου.

Τέλος, εδάφη πλούσια σε οργανική ύλη, ωθούν τα πρέμνα σε δόμηση ζωνής βλάστησης, αυξάνουν την ευρωστία και επομένως την παραγωγικότητα, με άμεσο αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας, ιδιαίτερα των οίνων.

4.6 Ασθένειες του αμπελιού

Το αμπέλι προσβάλλεται από διάφορες μορφές ασθενειών. Από άποψη σημασίας και συχνότητα προσβολής, στην πρώτη γραμμή έρχονται ο περονόσπορος, το ωίδιο και η φυλλοξηρά. Γενικά οι ασθένειες κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

A) *Μυκητολογικές*. Οφείλονται σε φυτικά παράσιτα(μύκητες και μικρομύκητες), όπως ο περονόσπορος που είναι η πιο φοβερή ασθένεια. Οφείλεται σε μικρομύκητα που προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του αμπελιού, τα φύλλα κυρίως αλλά και τις

τροφερές βέργες και τα πράσινα τσαμπιά και τις ράγες των σταφυλιών. Το ωίδιο είναι επίσης μύκητας, που διαδίδεται γρήγορα και σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνάει σε ζημιά και τον περονόσπορο.

B) *Εντομολογικές*. Τέτοια είναι η φυλλοξηρά. Είναι μικρό έντομο της τάξης των ημιπτέρων. Προσβάλλει τα φύλλα και τις ρίζες. Δε φαίνεται με γυμνό μάτι και το φυτό δε θεραπεύεται.

Οι ασθένειες του αμπελιού που οφείλονται σε **βακτήρια και μύκητες** είναι:

- Περονόσπορος
- Ωίδιο
- Σηψιρριζία
- Άνθρακας
- Καπνιά
- Βοτρύτιδα ή γκριζα σήψη
- Μαύρη σήψη (Black rot)
- Βερτισιλίωση

Οι ασθένειες του αμπελιού που οφείλονται σε **έντομα (ακάρεα και νηματώδης)** είναι:

- Φυλλοξηρά
- Τετράνυχοι
- Κοκκοειδή (λεκάνιο της αμπέλου)
- Ωτιόρυγχος
- Θρίπας της αμπέλου
- Ρυγχίτης ή τσιγαρολόγος
- Αγροτίδα
- Σιδεροσκώληκας
- Νηματώδης

4.7 Ποικιλίες Αμπέλου

Υπάρχουν πάμπολλες ποικιλίες αμπελιών που βασικά διακρίνονται σε ποικιλίες που είναι κατάλληλες για παραγωγή κρασιού, σε αυτές που προορίζονται για παραγωγή σταφυλιών για επιτραπέζια χρήση, αυτές που είναι κατάλληλες για παραγωγή σταφίδας και τέλος ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή χυμών, κοκτέιλ και κονσερβών.

Οι κυριότερες Ελληνικές ποικιλίες είναι:

A) Με λευκά σταφύλια

- ❖ Αθήρι
- ❖ Αϊδάνι
- ❖ Ασύρτικο
- ❖ Βηλάνα
- ❖ Μονεμβασιά
- ❖ Μοσχάτο Λευκό
- ❖ Μοσχάτο Αλεξανδρείας
- ❖ Μπατίκι
- ❖ Ντεμπίνα
- ❖ Ροδίτης
- ❖ Ρομπόλα
- ❖ Σαββατιανό

B) Με κόκκινα σταφύλια

- Αγιωργίτικο
- Βερτζαμί
- Κοτσιφάλι
- Κρασάτο
- Λιάτικο
- Λημιό
- Μαντηλαριά
- Μαυροδάφνη
- Μαύρο Μεσσηνικόλα
- Μοσχάτο Αμβούργου
- Μοσχοφίλερο
- Νεγκόσκα
- Ξινόμαυρο
- Σταυρωτό

Ξένες Ποικιλίες

Εδώ και 20 χρόνια αλλοδαπές ποικιλίες που έχουν γίνει γνωστές με επιτυχία στον υπόλοιπο κόσμο, έχουν καλλιεργηθεί και στην χώρα μας. Οι πιο γνωστές είναι:

με λευκά σταφύλια

- Chardonay
- Sauvignon Blanc

με ερυθρά σταφύλια

- Cabernet Franc
- Cabernet Sauvignon
- Cinsault
- Grenache
- Merlot
- Syrah

4.8 Η ποικιλία ‘Μοσχοφίλερο’

Η ποικιλία ‘Μοσχοφίλερο’ αποτελεί την μελετώμενη ποικιλία για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων στον συγκεκριμένο βιολογικό αμπελώνα.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην κεντροδυτική Πελοπόννησο και κυρίως στην περιοχή της Μαντινείας. Ανήκει σε μια ομάδα ποικιλιών που είναι γνωστή με την ονομασία Φιλέρια (Μοσχοφίλερο, Μαυροφίλερο, Ασπροφίλερο, Φιλέρι Αττικής, κ. α). Η ποικιλία Φιλέρι είναι μια ντόπια παλιά ποικιλία της Πελοποννήσου, στην οποία παρατηρείται μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα από τη συσσώρευση μεταλλάξεων. Το Μοσχοφίλερο, έπειτα από πρόσφατες μελέτες σε μοριακό επίπεδο, ταυτοποιήθηκε σαν διαφορετική ποικιλία με το συνώνυμο Μαυροφίλερο. Πρόκειται για μία έγχρωμη ποικιλία με μοσχάτο άρωμα, η οποία χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή λευκών ξηρών οίνων. Από αυτήν παράγεται ο οίνος Ονομασίας Προέλευσης Ανωτέρας Ποιότητας (Ο.Π.Α.Π.) "Μαντινεία". Πρόκειται για ποικιλία πολύ ζωνρή και παραγωγική. Διαμορφώνεται σε κυπελλοειδή ή γραμμοειδή σχήματα μόρφωσης Royat και δέχεται βραχύ κλάδεμα καρποφορίας. Παράγει κατά μέσο όρο δύο σταφύλια ανά καρποφόρο βλαστό, τα οποία βρίσκονται συνήθως στον τέταρτο και έκτο κόμβο. Είναι ποικιλία που προτιμάει τα γόνιμα, βαθιά εδάφη και αντέχει στην υψηλή εδαφική υγρασία. Είναι ευαίσθητη στην ανθόρροια και ωριμάζει όψιμα τα σταφύλια της (τέλη Σεπτεμβρίου με αρχές Οκτωβρίου). Τα σταφύλια της είναι συνήθως, μεγάλου μεγέθους, κυλινδροκωνικού σχήματος, με μέτρια έως μεγάλη πυκνότητα ραγών. Οι ράγες είναι μέτριου μεγέθους και σφαιρικού σχήματος. Ο φλοιός έχει ερυθροϊώδη χρωματισμό, η επιδερμίδα του είναι χονδρή και ανθεκτική και η σάρκα είναι μαλακή, άχρωμη και χυμώδης, με λεπτό μοσχάτο άρωμα.

Χρησιμοποιείται για την παραγωγή λευκών και ροζέ ξηρών οίνων εκλεκτής

ποιότητας. Λόγω του ρόδινου χρώματος που έχουν συνήθως τα σταφύλια, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την οινοποίηση για παραγωγή λευκών οίνων. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παραγωγή φυσικών αφρωδών οίνων. Για την παραγωγή των οίνων Ο.Π.Α.Π. "Μαντινεία", γίνεται συνινοποίηση του Μοσχοφίλερου (80%) με διάφορες ασπρούδες (20%) που καλλιεργούνται στην περιοχή. Οι οίνοι αυτοί χαρακτηρίζονται από υψηλή οξύτητα, χαμηλό αλκοολικό τίτλο και θαυμάσιο λεπτό άρωμα.



Εικόνα 1: Η ποικιλία 'Μοσχοφίλερο'

4.9 Ο Αμπελώνας

Εγκατάσταση αμπελώνα:

α) Τοποθεσία. Η θέση του χωραφιού πρέπει να είναι τέτοια, ώστε το αμπέλι να δέχεται τις ευεργετικές επιδράσεις τόσο των ηλιακών ακτινών, όσο και του αέρα. Για παράδειγμα, τα επικλινή εδάφη και ειδικότερα αυτά που βρίσκονται σε πλαγιές λόφων με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, θεωρούνται τα καταλληλότερα για την εγκατάσταση αμπελώνων, διότι αφενός πλήττονται δυσκολότερα από τους παγετούς και αφετέρου παράγουν καλύτερης ποιότητας σταφύλια

β) Έδαφος. Η δομή, η σύσταση και η χημική σύνθεση του εδάφους του χωραφιού, παίζει σπουδαίο ρόλο, τόσο στην ανάπτυξη των φυτών της αμπέλου, όσο και στα παραγόμενα σταφύλια που χρησιμοποιούνται για οινοποίηση. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι όπως το κάλιο και το ασβέστιο επηρεάζουν, το πρώτο τα σάκχαρα και το δεύτερο τις αρωματικές ουσίες, το χλωριούχο νάτριο αν εμπεριέχεται στο έδαφος του χωραφιού, θεωρείται απαγορευτικός παράγοντας για την εγκατάσταση και την ανάπτυξη του αμπελιού. Το αμπέλι γενικά αρέσκεται σε μέσης σύστασης εδάφη, π. χ αμμοαργιλώδη εδάφη. Μεγάλη σημασία έχει το βάθος 0,20 – 0,80 μέτρα διότι σε αυτό κυρίως το βάθος εκτείνεται το ριζικό σύστημα του αμπελιού.

γ) Επιφάνεια εδάφους. Το αμπέλι προτιμά κυρίως τις ομαλές πλαγιές, με ελαφριά κλίση, χωρίς όμως να αποκλείονται τα πιο πεδινά ή ακόμη και επίπεδα εδάφη, με την προϋπόθεση να έχουν καλή στράγγιση, το οποίο εξαρτάται κυρίως από τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Σε περίπτωση φύτευσης του αμπελώνα σε πλαγιά θα πρέπει να τοποθετήσουμε τα νεαρά φυτά σε θέσεις παράλληλες με τις ισούψεις, ύστερα από τη διαμόρφωση ειδικών αναβαθμίδων(πεζούλες).

δ) Διάταξη. Για την καλύτερη και ευκολότερη εφαρμογή των καλλιεργητικών φροντίδων με μηχανικά μέσα, η φύτευση του αμπελιού γίνεται σε γραμμική διάταξη, ενώ ανάλογα των αποστάσεων μεταξύ των φυτών και των γραμμών, σχηματίζονται ορθογώνια παραλληλόγραμμα ή τετράγωνα. Παλαιότερα η φύτευση γινόταν και σε σχήμα ρόμβου, όμως δε χρησιμοποιείται πλέον, διότι δυσκολεύει την καλλιέργεια με μηχανήματα. Ο αριθμός των φυτών που περιέχεται σε ένα στρέμμα, εξαρτάται από την πυκνότητα φύτευσης και από την απόσταση τοποθέτησης των γραμμών.

Φύτευση αμπελώνα

Οι αποστάσεις φύτευσης των πρεμνών, εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους που αφορούν το είδος των καλλιεργούμενων ποικιλιών αμπελιού και των παραγόμενων προϊόντων, καθώς και τον τρόπο ανάπτυξης και το βαθμό εκμηχάνισης της καλλιέργειας. Επίσης, πρέπει να ληφθεί μέριμνα ειδικών εγκαταστάσεων σε περίπτωση αρδευόμενων αμπελώνων. Η φύτευση των νέων φυτών συνίσταται να γίνεται το Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο και να ακολουθούνται όλες οι ενδεδειγμένες καλλιεργητικές φροντίδες. Η εγκατάσταση των αμπελώνων γίνεται συνήθως, είτε με τη φύτευση εμβολιασμένων έρριζων φυτών, είτε με τη φύτευση απλών έρριζων μοσχευμάτων-υποκειμένων, τα οποία εμβολιάζονται μετά την εγκατάστασή τους στο χωράφι. Στην περίπτωση αυτή, ο εμβολιασμός πραγματοποιείται προς το τέλος Απριλίου με αρχές Μαΐου ή τέλος Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου. Ο σχεδιασμός της εγκατάστασης του αμπελώνα, εξαρτάται από το σύστημα καλλιέργειας που επιλέγει ο καλλιεργητής και από τον τρόπο διαχείρισης του αμπελώνα μετά την πλήρη ανάπτυξή του, δηλαδή όταν εισέλθει πλέον στην παραγωγική διαδικασία. Για την καλύτερη απόδοση και λειτουργικότητα ενός νέου αμπελώνα, πρέπει η φύτευση να γίνεται στις εξής διαστάσεις: 2-2,40 μ. μεταξύ των σειρών και 1μ. από πρέμνο σε πρέμνο. Με τις παραπάνω αποστάσεις, επιτυγχάνεται καλή πυκνότητα και ικανοποιητικός αριθμός φυτών ανά στρέμμα, καλύτερη και μεγαλύτερη παραγωγή και άριστη ποιότητα τελικού προϊόντος. Οι ενέργειες για μια ορθή φύτευση είναι οι εξής: α) Ισοπέδωση του εδάφους, β) Υπερβάθεια άροση πριν το φύτεμα του αμπελιού, γ) ορθή διεύθυνση των γραμμών, δ) Επισήμανση των θέσεων των φυτών(χάραξη γραμμών), ε) σωστός τρόπος φύτευσης, στ) σωστές αποστάσεις φύτευσης.

Πότισμα του Αμπελώνα

Το αμπέλι ανήκει στα φυτά που είναι ανθεκτικά στην ξηρασία. Παρ' όλα αυτά, το πότισμά του κατέχει σημαντική θέση στην παραγωγική διαδικασία. Η ποσότητα, αλλά και η συχνότητα αυτού, καθορίζεται κυρίως από την ποικιλία, το τελικό προϊόν, την εποχή του έτους, τη μηχανική σύσταση του εδάφους και το στάδιο της βλαστικής περιόδου.

Στην περίπτωση που ακόμα και σε περιοχές με ικανοποιητικό ύψος βροχής παρατηρήθηκε ξηρό φθινόπωρο και χειμώνας, χωρίς τον απαραίτητο εμπλουτισμό του εδάφους με νερό, απαιτείται ένα καλό πότισμα του αμπελώνα κατά την άνοιξη. Το πότισμα αυτό είναι απαραίτητο για τη σωστή αφομοίωση των λιπασμάτων που είναι πιθανό να προσθέσαμε και συνεπώς, δε θα πρέπει να παραμένουν αδρανή, αλλά να απορροφηθούν στο εσωτερικό του εδάφους και να εμπλουτίσουν το εδαφοδιάλυμα με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, διαθέσιμα στο φυτό. Ανεξάρτητα με τον εμπλουτισμό του αμπελιού σε νερό μέσω της βροχής, το έδαφος λόγω μηχανικής σύστασης, είναι ανίκανο να συγκρατήσει την κατάλληλη ποσότητα νερού που απαιτείται. Αυτό παρατηρείται κυρίως στα αμμώδη εδάφη. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται αναγκαία μια δόση άρδευσης, αμέσως μετά το δέσιμο των σταφυλιών, με στόχο την αύξηση της παραγωγής, αλλά και την ποιοτική της βελτίωση. Τέλος, αν παρατηρηθούν συμπτώματα έλλειψης υγρασίας, συνίσταται ένα πότισμα κατά την ωρίμανση των σταφυλιών.

Λίπανση του αμπελώνα

Στα αμπέλια η Φωσφοροκαλιούχος λίπανση είναι καλύτερα να εφαρμόζεται τους μήνες Νοέμβριο – Δεκέμβριο με ενσωμάτωση.

Ένα σωστό πρόγραμμα λίπανσης των διαφόρων ειδών αμπελώνων είναι το παρακάτω:

1. Επιτραπέζιες ποικιλίες

A. Άρδευόμενοι αμπελώνες

Άζωτο : μέχρι 15 μονάδες ανά στρέμμα

Φώσφορος : 5 μονάδες ετησίως ή 15 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

Κάλιο : 8 μονάδες ετησίως ή 24 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

B. Ξηρικοί αμπελώνες

Άζωτο : μέχρι 8 μονάδες /στρέμμα

Φώσφορος : 4 μονάδες ετησίως ή 12 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

Κάλιο : 7 μονάδες ετησίως ή 21 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

2. Οινοποιήσιμες ποικιλίες

A. Αρδευόμενοι αμπελώνες

Άζωτο : μέχρι 15 μονάδες /στρέμμα (κάθε χρόνο)

Φώσφορος : 5 μονάδες ετησίως ή 15 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

Κάλι : 8 μονάδες ετησίως ή 24 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

B. Ξηρικοί αμπελώνες

Άζωτο : μέχρι 8 μονάδες /στρέμμα (κάθε χρόνο)

Φώσφορος : 4 μονάδες ετησίως ή 12 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

Κάλι : 7 μονάδες ετησίως ή 21 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

3. Νέοι αμπελώνες

Κατά την εγκατάσταση νέων αμπελώνων στη βαθιά άροση συνιστώνται:

Φώσφορος : 20 μονάδες/στρέμμα

Κάλι : 40 μονάδες/στρέμμα

- Το αμπέλι απορροφά το 75% της συνολικής ποσότητας αζώτου(N) από την έναρξη της βλάστησης έως και την άνθιση.
- Το αμπέλι απορροφά το 90% της συνολικής ποσότητας φωσφόρου(P₂O₅)από την έναρξη της βλάστησης έως και την πλήρη άνθιση.
- Το αμπέλι απορροφά το 65-70% της συνολικής ποσότητας καλίου(K₂O)αμέσως μετά την άνθιση και για χρονικό διάστημα τριών εβδομάδων.

Επιφανειακή λίπανση στο αμπέλι

Μετά το διαχωρισμό του καλίου και του φωσφόρου, που πρέπει να πέσουν σε κάποιο βάθος, το άζωτο σε στοιχείο και σε οποιαδήποτε μορφή του, αμμωνιακή ή νιτρική, μπορεί να τοποθετηθεί επιφανειακά και να σκεπαστεί με ένα ελαφρύ όργωμα ή φρεζάρισμα(πράγμα το οποίο δεν είναι καν απαραίτητο όταν ο καιρός είναι βροχερός).

Διαφορά υπάρχει εν τούτοις ως προς την εποχή: τα αμμωνιακά αζωτούχα λιπάσματα(θειική αμμωνία) μπορούν να πέφτουν, ανάλογα με τις βροχοπτώσεις της περιοχής, αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη, λίγο πριν ή με την έναρξη της

βλάστησης του αμπελιού, δηλαδή από 15-25 Μαρτίου περίπου. Πρέπει να τονισθεί ότι τα αζωτούχα λιπάσματα που δεν ενσωματώνονται άμεσα μετά την εφαρμογή τους είτε με νερό είτε με φρεζάρισμα, χάνουν μεγάλο μέρος της αποτελεσματικότητάς τους, λόγω της υψηλής πτητικότητας της αμμωνίας, ιδιαίτερα το καλοκαίρι λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και των μεγάλων ποσοτήτων ηλιακής ακτινοβολίας.

5.Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

5.1. Τι είναι η βιολογική γεωργία (Ορισμός)

Βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα διαχείρισης και παραγωγής αγροτικών προϊόντων που στηρίζεται σε φυσικές διεργασίες. Δηλαδή στη μη χρησιμοποίηση χημικών συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, στη χρησιμοποίηση μη χημικών μεθόδων για την αντιμετώπιση εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων, καθώς και στη χρησιμοποίηση κατάλληλων τεχνικών παραγωγής. Τέτοιες είναι η αμειψισπορά, η επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών, η ανακύκλωση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων που διατηρούν τη φυσική ισορροπία και τη γονιμότητα του εδάφους (Γαλανοπούλου κ.ά., 2001).

Η βιολογική καλλιέργεια είναι η περισσότερο συμβατή με το περιβάλλον μορφή γεωργίας. Δε σημαίνει μόνο απαγόρευση στη χρήση συνθετικών αγροχημικών αλλά αποτελεί μια φιλοσοφική προσέγγιση με στόχους:

- ✓ Την παραγωγή γεωργικών προϊόντων χωρίς τη χρήση αγροχημικών (συνθετικών χημικών εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων, λιπασμάτων κ.τ.λ.).
- ✓ Την ανάπτυξη μεθόδων παραγωγής φιλικών προς το περιβάλλον(π.χ. η χρήση ωφέλιμων οργανισμών για την καταπολέμηση εχθρών των καλλιεργειών.

Οι βιολογικές μέθοδοι παραγωγής συνίσταται σε ποικιλία καλλιεργητικών πρακτικών, οι οποίες κύρια αποσκοπούν στην προστασία του περιβάλλοντος, στην προώθηση μιας βιώσιμης ανάπτυξης της γεωργίας και στην κατάκτηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών (Agrocert – ΟΠΕΓΕΠ, 2004).

5.2. Οι στόχοι της βιολογικής γεωργίας

Κατά τη Διεθνή Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας οι στόχοι της βιολογικής γεωργίας είναι (IFOAM, 2002):

- ✓ Η παραγωγή γεωργικών προϊόντων υψηλής θρεπτικής ποιότητας σε επαρκείς ποσότητες.
- ✓ Η συνύπαρξη με τα φυσικά οικοσυστήματα και όχι η κατάκυριάρχησή τους από τον άνθρωπο.
- ✓ Η σωστή λειτουργία των βιολογικών κύκλων του αγρο-οικοσυστήματος με τη σύγχρονη συμμετοχή μικροοργανισμών, εδαφικής πανίδας και χλωρίδας, καλλιεργειών και εκτρεφόμενων ζώων.
- ✓ Η βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους στο διηνεκές.
- ✓ Η ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων.
- ✓ Η εφαρμογή συστημάτων για την όσο το δυνατόν αυτάρκεια σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά.
- ✓ Η δημιουργία συνθηκών εκτροφής των ζώων, ώστε να αναδείξουν στο μέγιστο τη δική τους συμπεριφορά.
- ✓ Η αποφυγή κάθε ρύπανσης από καλλιεργητικές πρακτικές.
- ✓ Η οικολογική διαχείριση της γενετικής βιοποικιλότητας.
- ✓ Η απόδοση στους καλλιεργητές λογικής αμοιβής και ικανοποίησης από την εργασίας τους, η οποία πρέπει να προσφέρεται σε εργασιακό περιβάλλον ασφαλές και υγιεινό.
- ✓ Η εκτίμηση του αποτελέσματος της αλληλεπίδρασης των καλλιεργητικών τεχνικών με το οικολογικό και κοινωνικό περιβάλλον.

5.3 Οι βασικές αρχές της βιολογικής γεωργίας

Οι γενικές αρχές της βιολογικής γεωργίας είναι η ολιστική προσέγγιση, η διαχρονική αντιμετώπιση και η άμεση επαφή του παραγωγού με τον καταναλωτή.

α) Ολιστική προσέγγιση

Ο αγρότης πρέπει να αντιμετωπίζει όλους τους παράγοντες που καθορίζουν το ύψος και την ποιότητα της παραγωγής ολιστικά. Να γνωρίζει, δηλαδή, ότι στο αγροοικοσύστημα, όπως εξάλλου και σε κάθε οικοσύστημα, ο κάθε παράγοντας μεταβάλλεται και επηρεάζεται από τους άλλους παράγοντες. Για παράδειγμα, για την αναπλήρωση του αζώτου, που είναι βασικό θρεπτικό συστατικό των φυτών, ο παραγωγός δεν θα πρέπει να επιλέξει τη χρήση αζωτούχου χημικού λιπάσματος, το οποίο θα βοηθήσει μεν στην ανάπτυξη της βλάστησης, αλλά θα αγνοήσει τους υπόλοιπους παράγοντες (έδαφος, ωφέλιμοι οργανισμοί, θρεπτικά συστατικά κ.ά.). Αντίθετα, θα επιλέξει μεθόδους (χλωρή λίπανση, φυτικά υπολείμματα κ.ά.) που θα προωθήσουν μια ισορροπημένη και αρμονική ανάπτυξη όλων των παραγόντων που εμπλέκονται στη γεωργική πράξη (Βλοντάκης κ.ά., 2001).

β) Διαχρονική αντιμετώπιση

Η δεύτερη βασική αρχή της βιολογικής γεωργίας δηλώνει την προσέγγιση της γεωργικής πρακτικής με κριτήριο τη μακροχρόνια επίδρασή της στους εμπλεκόμενους παράγοντες. Δεν αρκείται, δηλαδή, σε αποσπασματικές ενέργειες και αποτελέσματα μιας μόνο καλλιεργητικής περιόδου, αλλά κάθε ενέργεια θεωρείται συνέπεια της προηγούμενης και προετοιμασία της επόμενης (Δάντσης, 2004). Έτσι, όταν εμφανίζεται ένα πρόβλημα στην καλλιέργεια, ο παραγωγός θα πρέπει να εντοπίσει την αιτία και να μην προβεί μόνο στην άμεση αντιμετώπισή του. Για παράδειγμα, μια εντομολογική προσβολή μπορεί να οφείλεται στην εξαφάνιση των ωφέλιμων αρπακτικών παρασίτων, σε άστοχες λιπάνσεις, σε λάθος κλάδεμα, σε κακή επιλογή ποικιλιών κ.ά. και δεν αρκεί μόνο η εξόντωσή της. Θα πρέπει να αναζητηθούν τα αίτια και να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα ριζικά (Δάντσης, 2004).

γ) Σύνδεση παραγωγού-καταναλωτή

Η τρίτη αρχή που διέπει τη βιολογική γεωργία αφορά στη σχέση παραγωγού και καταναλωτή. Η βιολογική γεωργία προωθεί τα προϊόντα της σε τοπικές αγορές, φέρνοντας σε άμεση επαφή παραγωγούς και καταναλωτές, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο μια αμοιβαία εμπιστοσύνη μεταξύ των δυο πλευρών. Επιπλέον, θα πρέπει να ισχύει η “αρχή της τοπικότητας”, δηλαδή η παραγωγή να εξειδικεύεται και να ενισχύεται τοπικά με όσο γίνεται μεγαλύτερη συρρίκνωση του εμπορίου σε μεγάλες αποστάσεις. Με αυτόν τον τρόπο θα καταστεί εφικτή η άμεση επαφή καταναλωτή - παραγωγού. Ο παραγωγός θα πρέπει να επιλέγει τα συγκεκριμένα κανάλια διανομής

των προϊόντων του, έτσι ώστε να έρχεται σε άμεση επαφή με τον καταναλωτή (άμεσο marketing) και να γνωρίζει την αγορά στην οποία απευθύνεται. Επίσης, μπορεί να παρακολουθεί τις προτιμήσεις των καταναλωτών και τις ανάγκες τους, σε ότι αφορά θέματα ποιότητας και ποικιλίας των προϊόντων, μεταβάλλοντας ανάλογα την παραγωγή του. Από την άλλη πλευρά, και καταναλωτής πληροφορείται για τον τρόπο παραγωγής των προϊόντων, για τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται στον αγρό κ.ά. (Φωτόπουλος και Κρυστάλλης, 2003) Τέλος, η έλλειψη μεσάζοντα που χαρακτηρίζει τα κανάλια διανομής του άμεσου marketing επιτρέπει στον παραγωγό να πετύχει καλύτερες τιμές από αυτές του χονδρεμπορίου, αλλά και στον καταναλωτή να προμηθευτεί τα βιολογικά προϊόντα σε τιμές χαμηλότερες από αυτές των καταστημάτων λιανικής πώλησης (Δάντσης, 2004).

5.3.1. Οφέλη

Η βιολογική γεωργία και η ολοκληρωμένη γεωργία αποτελούν πραγματικές ευκαιρίες σε πολλά επίπεδα, συμβάλλοντας στην αναζωογόνηση των αγροτικών οικονομιών μέσω της αειφόρου ανάπτυξης. Πράγματι, στην ανάπτυξη του βιολογικού τομέα είναι ήδη προφανείς οι νέες ευκαιρίες απασχόλησης στη γεωργία, στη μεταποίηση και στις συναφείς υπηρεσίες. Εκτός από τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, αυτά τα συστήματα γεωργίας μπορούν να έχουν σημαντικά οφέλη τόσο για την οικονομία όσο και για την κοινωνική συνοχή των αγροτικών περιοχών. Η χρηματοδοτική στήριξη και άλλα κίνητρα για να στραφούν οι γεωργοί στη βιολογική παραγωγή είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να βοηθήσουν να αναπτυχθεί ακόμη περισσότερο ο τομέας και να στηρίξουν τις συνδεδεμένες επιχειρήσεις σε όλη την τροφική αλυσίδα. Σε αυτή την κατεύθυνση συμβάλλουν και οι εγγυήσεις ποιότητας και ασφάλειας των βιολογικών προϊόντων. Τα τρόφιμα που παράγονται με βιολογικές μεθόδους ήταν πάντα ακριβότερα από τα συμβατικά παραγόμενα τρόφιμα, ένας παράγων ο οποίος θεωρήθηκε προηγουμένως ότι παρεμπόδιζε την επέκταση της βιολογικής γεωργίας. Ωστόσο, σήμερα, όλο και μεγαλύτερος αριθμός καταναλωτών φαίνεται πρόθυμος να πληρώσει υψηλότερες τιμές για εγγυήσεις που αφορούν την ασφάλεια των τροφίμων και την ποιότητα. Ενώ τα βιολογικά παραγόμενα τρόφιμα ήταν κάποτε δύσκολο να βρεθούν αλλού εκτός από τα ειδικευμένα καταστήματα και τις τοπικές αγορές, τώρα είναι διαθέσιμα στα ράφια των μεγαλύτερων αλυσίδων υπεραγορών σε όλη την Ευρώπη. Επιπλέον, το φάσμα των προσφερόμενων προϊόντων έχει επεκταθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε ο πελάτης να μπορεί να γεμίσει

άνετα το βασικό μέρος του καλαθιού του με τα τρόφιμα της εβδομάδας αποκλειστικά με βιολογικά παραγόμενα τρόφιμα. ενώ μόλις πριν από λίγα χρόνια το φάσμα αυτών των προϊόντων περιοριζόταν σε λαχανικά, κρέας, πουλερικά, γαλακτοκομικά προϊόντα και φρούτα. Έτσι, ένας από τους βασικούς παράγοντες που ενθαρρύνουν τους γεωργούς να αναπροσανατολιστούν προς τη βιολογική γεωργική παραγωγή είναι αυτή η διευρυνόμενη καταναλωτική αγορά.

5.4 Η βιολογική καλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Μεγάλη ανάπτυξη παρουσιάζει η βιολογική γεωργία στην Γαλλία, Γερμανία, Μεγάλη Βρετανία και Ολλανδία. Αξίζει να σημειωθεί ότι έχει αρχίσει να αναπτύσσεται αρκετά στην Ισπανία, Ιταλία και Βέλγιο. Στην Πορτογαλία είναι δύσκολο η βιολογική γεωργία να ασκηθεί σε μεγάλη έκταση εξαιτίας του ιδιοκτησιακού καθεστώτος που επικρατεί. Σε χώρες όπως η Γερμανία, Ολλανδία, Σουηδία υπάρχουν ιδιωτικά ινστιτούτα βιολογικής γεωργίας τα οποία συνεργάζονται με τα πανεπιστήμια. Στο Wageningen της Ολλανδίας και στο Kassel της Γερμανίας, η βιολογική γεωργία αποτελεί επίσημο μάθημα του προγράμματος του πανεπιστημίου (Καλμπουρτζή, 2000). Πριν την εφαρμογή του 2092/91 η διακίνηση των προϊόντων βιολογικής γεωργίας γινόταν από συνεταιρισμούς που είχαν κανονισμούς με τους οποίους οριζόταν ο τρόπος καλλιέργειας.

Τα προϊόντα κυκλοφορούσαν στην αγορά έχοντας ένα ειδικό σήμα. Έτσι στην Αγγλία υπήρχε το σήμα “Soil Association”, στην Γερμανία το σήμα “Bioland”, “Naturland”, “Biokreis Ostbayern” κ.ά. Επίσης, η IFOAM είχε ορίσει κανονισμούς που αφορούσαν τον τρόπο καλλιέργειας των βιολογικών προϊόντων. Μετά την εφαρμογή του 2092/91 οι χώρες μέλη της Ε.Ε. είναι υποχρεωμένες να ακολουθούν τις οδηγίες του ανωτέρου κανονισμού. Ο έλεγχος της ποιότητας γίνεται σε τρία επίπεδα: στον αγρό, στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου και στο εργαστήριο για τον έλεγχο υπολειμμάτων χημικώς συντιθέμενων ουσιών.

5.5 Στατιστικά στοιχεία στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η Αυστρία έρχεται πρώτη σε ποσοστό συνολικής αγροτικής έκτασης, ενώ ακολουθούν η Ιταλία και η Φινλανδία (Πίνακας 5.5.α)

Πίνακας 5.5.α Αριθμός εκμεταλλεύσεων και έκταση καλλιέργειας βιολογικών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Χώρα	Αριθμός εκμεταλλεύσεων	% συνόλου εκμεταλλεύσεων	Έκταση σε στρέμματα	% συνολικής αγροτικής έκτασης
Αυστρία	18.292	9,20	2.970.000	11,60
Βέλγιο	700	1,23	202.410	1,45
Γαλλία	11.177	1,55	5.090.000	1,70
Γερμανία	15.628	4,00	6.969.780	4,10
Δανία	3.714	5,88	1.783.600	6,65
Ελλάδα	6.047	0,69	289.440	0,86
Ηνωμένο Βασίλειο	4.057	1,74	7.245.230	4,22
Ιρλανδία	923	0,70	298.500	0,70
Ιταλία	49.489	2,14	11.682.120	8,00
Ισπανία	17.751	1,47	6.650.550	2,28
Λουξεμβούργο	48	2,00	20.040	2,00
Ολλανδία	1.560	1,70	426.100	2,19
Πορτογαλία	1.059	0,25	859.120	2,20
Σουηδία	3.530	3,94	1.870.000	6,09
Φινλανδία	5.071	6,80	1.566.920	7,00
Άθροισμα	139.046	1,99	47.923.810	3,51

Πηγή: ΔΗΩ

5.6 Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα

Η εφαρμογή του βιολογικού τρόπου παραγωγής ξεκίνησε στην Ελλάδα στις αρχές της δεκαετίας του 1980, όταν κάποιοι μεμονωμένοι αγρότες κινήθηκαν προς την κατεύθυνση αυτή, απορρίπτοντας τις χημικές εισροές. Η εφαρμογή του κοινοτικού κανονισμού 2092/91 το 1993 στη χώρα μας, έδωσε σημαντικό κίνητρο για τη μετατροπή πολλών συμβατικών καλλιεργειών σε βιολογικές. Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα έκανε την εμφάνισή της “επίσημα” το 1994, όταν καταγράφηκαν 11.882 στρέμματα καλλιεργούμενα με βιολογικό τρόπο, που αντιπροσώπευαν ποσοστό μόλις 0,03% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης. Έκτοτε άρχισε μια περίοδος ταχύτατης ανάπτυξης με αποτέλεσμα το 2003 η συνολική έκταση με βιολογικές καλλιέργειες στη χώρα μας να ανέρχεται σε 389.951 στρέμματα που αντιστοιχεί στο 1,15% της συνολικής γεωργικής έκτασης Πίνακας 5.6.a. (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2003).

Με βάση τα διαθέσιμα στατιστικά δεδομένα, τόσο από το αρμόδιο Υπουργείο όσο και από τους Πιστοποιητικούς Οργανισμούς, τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του κλάδου της βιολογικής καλλιέργειας είναι:

- α) Η έντονη αυξητική τάση των καλλιεργούμενων εκτάσεων από το 1994 και έπειτα.
- β) η χαρακτηριστική γεωγραφική ανισοκατανομή των βιολογικά καλλιεργούμενων εκμεταλλεύσεων.
- γ) η περιορισμένη σε παραγόμενα προϊόντα σύνθεση της συνολικής βιολογικής παραγωγής.

Συγκεκριμένα, η πορεία της βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα, κατά την πενταετία 1994-1998 χαρακτηρίζεται από έντονους ρυθμούς επέκτασης των βίο καλλιεργούμενων εκτάσεων, αλλά και ένταξης νέων βιοκαλλιεργητών. Στο διάστημα αυτό, η συνολική βιολογικά καλλιεργούμενη έκταση στη χώρα παρουσίασε μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης άνω του 100%. Ανάλογοι ήταν και οι ρυθμοί ένταξης νέων βιοκαλλιεργητών. Μετά το 1998 ο ρυθμός αυτός παρουσίασε μια σημαντική ελάττωση, παρέμεινε όμως θετικός, και έτσι πλέον ο συνολικός αριθμός βιολογικά καλλιεργούμενων στρεμμάτων αυξάνεται ετησίως κατά 25%. Γεωγραφικά, η έως

τώρα εξάπλωση των βιοκαλλιεργειών παρουσιάζει έντονη ανισοκατανομή. Περιορίζεται σε λίγες σχετικά περιφέρειες και χαρακτηρίζεται από «θύλακες» βιοκαλλιεργητών σε μικρό αριθμό νομών μέσα στις περιφέρειες αυτές. Έτσι, η Πελοπόννησος συγκεντρώνει ουσιαστικά περισσότερες από τις μισές εκτάσεις και βιοκαλλιεργητές, ενώ ακολουθούν η Στερεά Ελλάδα, η Κρήτη και τα Ιόνια νησιά.

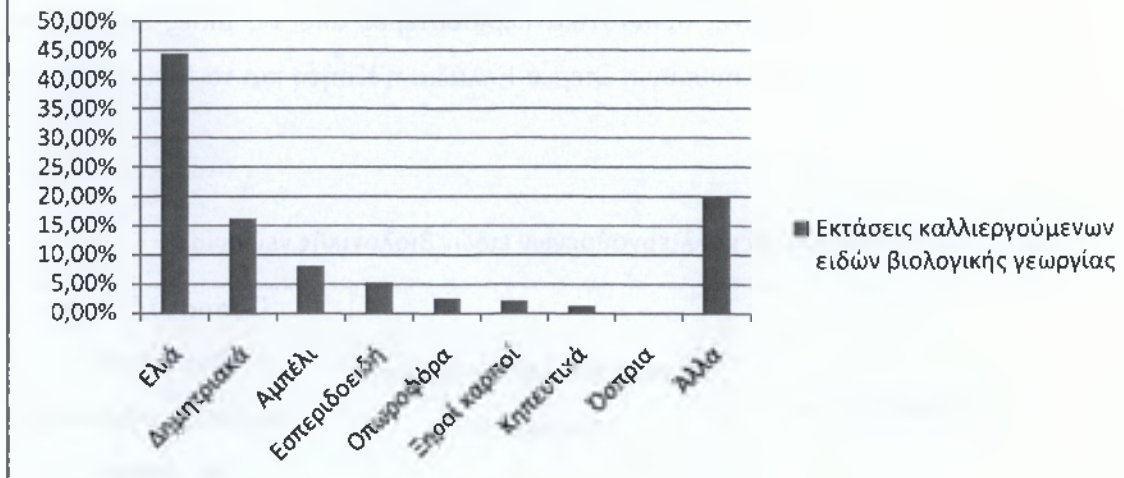
Πίνακας 5.6.α. Εκτάσεις των καλλιεργούμενων ειδών βιολογικής γεωργίας

Είδη Καλλιεργειών	Σύνολο καλλιεργούμενων στρεμμάτων	Ποσοστό % των βιολογικά καλλιεργούμενων εκτάσεων
Ελιά	173.408,54	44,4
Δημητριακά(σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι)	63.502,81	16,2
Αμπέλι	31.682,42	8,1
Εσπεριδοειδή	20.728,70	5,3
Οπωροφόρα	10.105,29	2,6
Ξηροί καρποί	8.555,47	2,2
Κηπευτικά	5.425,92	1,3
Όσπρια	528,48	0,1
Άλλες	76.013,47	19,8
Σύνολο	389.951,10	100,0

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2003

Γράφημα 1: Εκτάσεις των καλλιεργούμενων ειδών βιολογικής γεωργίας

Εκτάσεις καλλιεργούμενων ειδών βιολογικής γεωργίας



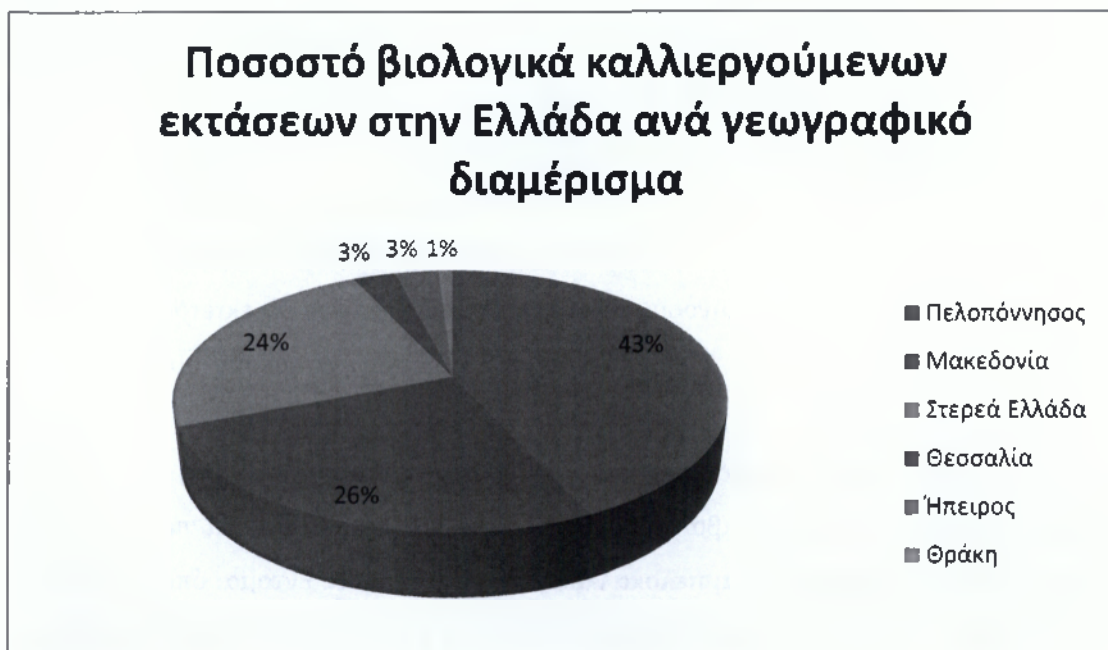
Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων, 2003

Όσον αφορά στην εγχώρια βιολογική παραγωγή, η ποικιλία των προϊόντων που περιλαμβάνει είναι ιδιαίτερη μικρή. Από τα στοιχεία του Πίνακα 5.6.α, που αφορούν στο έτος 2003, γίνεται φανερό ότι η δραστηριότητα της πλειονότητας των βιοκαλλιεργητών επικεντρώνεται επιλεκτικά σε ορισμένες μόνο καλλιέργειες. Ειδικότερα, η ελαιοκαλλιέργεια αποτελεί τη σημαντικότερη βιολογική καλλιέργεια της χώρας, καταλαμβάνοντας το 44,4% της βιολογικά καλλιεργούμενης έκτασης, και ακολουθούν τα δημητριακά με 16,2%, η αμπελοκαλλιέργεια με 8,1% και η καλλιέργεια εσπεριδοειδών με ποσοστό 5,3%. Τα τέσσερα αυτά προϊόντα, δηλαδή, καλύπτουν το 74% της έκτασης των βιοκαλλιεργειών στην Ελλάδα.

Ο προαναφερθείς περιορισμός, που αφορά στα καλλιεργούμενα είδη της βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα, σχετίζεται κατά κύριο λόγο με το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο που εφαρμόζεται στη χώρα. Σχετίζεται, όμως, και με τους υπάρχοντες περιορισμούς σε επίπεδο τεχνογνωσίας, όσον αφορά στην επιτυχή εφαρμογή στην πράξη βιολογικών μεθόδων καλλιέργειας, αλλά και με τη γενικότερη νοοτροπία των Ελλήνων αγροτών, όσον αφορά στη στάση τους απέναντι σε νέες γεωργικές δραστηριότητες, καθώς και στην σχεδόν ενστικτώδη χρησιμοποίηση του συστήματος χρηματικών ενισχύσεων της Κ.Α.Π της Ε.Ε. στο οποίο είναι ιδιαίτερα προσκολλημένοι (Πάντζιος και Τζουβελέκας, 2000).

5.7 Βιολογικά καλλιεργούμενες εκτάσεις στην Ελλάδα ανά γεωγραφικό διαμέρισμα

Στην Ελλάδα, το μεγαλύτερο μέρος των βιολογικά καλλιεργούμενων εκτάσεων βρίσκεται στην Πελοπόννησο σε ποσοστό 43% και ακολουθούν η Μακεδονία με ποσοστό 26% και η Στερεά Ελλάδα με 24% (Γράφημα 1).



5.8 Η βιολογική αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα

Η βιολογική αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα, εφαρμόζεται σε έκταση αμπελώνων οινοποιίας που ξεπερνά σήμερα τα 36.858 στρέμματα, τα 14.525 εκ των οποίων σε μεταβατικό στάδιο (στοιχεία του 2007). Όπως συμβαίνει σε όλες τις οινοπαραγωγικές χώρες του κόσμου, χρησιμοποιεί ήπιες πρακτικές φυτοπροστασίας και λίπανσης, σύμφωνα με τις μεθόδους της οργανικής γεωργίας, δίνοντας προτεραιότητα στην ισορροπία αμπέλου-περιβάλλοντος, καθώς και στη συντήρηση της ζωής του εδάφους.

Όπως σε όλο τον κόσμο, επιδίωξη αυτού που ασκεί βιολογική αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα είναι η απόκτηση αμπελιών με μέτρια ζωηρότητα και μειωμένη βλάστηση (με σκοπό τις χαμηλές αποδόσεις), τα οποία θα διαθέτουν ικανοποιητική φυλλική επιφάνεια, ικανή να φωτοσυνθέτει καλά, παρέχοντας όμως

και επαρκή αερισμό, που είναι ένα από τα σημαντικά «μυστικά» για τη σωστή και αποτελεσματική αντιμετώπιση των μυκήτων που προσβάλλουν το αμπέλι.

Για την αντιμετώπιση του ωιδίου, στη **βιολογική αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα** χρησιμοποιείται το θειάφι, σε σκόνη ή σε υγρή μορφή, ενώ για την αντιμετώπιση του περονόσπορου (και έμμεσα του βοτρυτή), ο θειοχαλκός, που είναι ιδιαίτερα χρήσιμος στις αμπελοοινικές περιοχές της Βόρειας Ελλάδας και όπου οι βροχοπτώσεις είναι αυξημένες κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι. Ο χαλκός, ως βαρύ μέταλλο που είναι, χρησιμοποιείται με φειδώ. Οι έλληνες αμπελουργοί και οι οινικές εκμεταλλεύσεις με βιολογικές καλλιέργειες περιορίζουν τη χρήση χαλκού στο ελάχιστο δυνατό, ενώ υπάρχουν φορές που αρνούνται να επέμβουν και μάλιστα κατ' επανάληψη, χάνοντας μέρος της παραγωγής τους (κάτι όχι ασυνήθιστο για τους βιοκαλλιεργητές). Οι ισχυροί ελληνικοί άνεμοι, όπως είναι τα μελέμια των Κυκλάδων και γενικότερα των νησιών του Αιγαίου, καθώς και οι υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες, ευνοούν το αμπέλι και δεν επιτρέπουν εκτεταμένη ανάπτυξη μικροοργανισμών. Έτσι, μόνο 2 με 3 περάσματα με θειάφι επαρκούν συνήθως για την καταπολέμησή τους.

Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ωφέλιμων ειδών της πανίδας βοηθά στη διατήρηση της ισορροπίας του άμεσου περιβάλλοντος των αμπελιών, που αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα για τη **βιολογική αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα**. Έντομα, όπως η ευδεμίδα, αντιμετωπίζεται με το Βάκιλο Θουριγγίας, ενώ για κάποια άλλα, πολλοί αμπελουργοί φροντίζουν... χειρωνακτικά. Τα διάφορα ζιζάνια καταπολεμούνται με μηχανικά μέσα, ενώ για τη λίπανση των αμπελώνων χρησιμοποιούνται αποκλειστικά επιτρεπόμενα βιολογικά σκευάσματα, ζωικής ή φυτικής προέλευσης (συχνά δε, «χωνεμένα» κοτσάνια και φλούδες σταφυλιών από αμπέλια βιολογικής καλλιέργειας).

Πολλοί θιασώτες της **βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας στην Ελλάδα** καταφεύγουν στη «χλωρή λίπανση». Πρόκειται για μια αρχαία γεωργική τεχνική, που ενσωματώνει με όργανο στο έδαφος, φυτά πλούσια σε άζωτο, που τόσο έχει ανάγκη η άμπελος. Σε περιοχές που το νερό είναι επαρκές, οι βιοκαλλιεργητές αμπελουργοί αφήνουν τη φυσική βλάστηση στο αμπέλι, επιβάλλοντας έναν ανταγωνισμό, διατηρώντας έτσι τη ζωρότητα των φυτών. Σε πιο ξηροθερμικές περιοχές, η φυσική αυτή βλάστηση ενσωματώνεται στο έδαφος με τα πρώτα ανοιξιάτικα οργώματα.

6. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι μέθοδοι ανάλυσης των εδαφικών δειγμάτων που συλλέχτηκαν από την περιοχή του Λεονταρίου Αρκαδίας, καθώς και οι μέθοδοι ανάλυσης των φυτικών δειγμάτων από την ίδια περιοχή, που σχετίζονται με το γενικότερο θέμα της εδαφικής γονιμότητας και της θρέψης των φυτών. Ειδικότερα, οι μέθοδοι αφορούν στον προσδιορισμό της ικανότητας των εδαφών να παρέχουν θρεπτικά στοιχεία στα φυτά.

6.1 Δειγματοληψία εδάφους

Η δειγματοληψία του εδάφους πραγματοποιήθηκε από καλλιεργούμενη έκταση με βιολογική άμπελο στην περιοχή του Λεονταρίου του νομού Αρκαδίας. Τα δείγματα που συλλέχτηκαν ήταν στο σύνολό τους 11. Οι θέσεις από τις οποίες συλλέχθηκαν τα δείγματα ήταν 5. Τόσο οι θέσεις, όσο και τα βάθη των δειγμάτων έγιναν τηρώντας τις βασικές προϋποθέσεις της σωστής δειγματοληψίας, έτσι ώστε τα δείγματα που συλλέχθηκαν να μας δώσουν ορθές και αντιπροσωπευτικές πληροφορίες για τη γονιμότητα του εδάφους.

Για τη διευκόλυνση στις μεταχειρίσεις των δειγμάτων αλλά και στην καλύτερη ανάγνωση και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, τα δείγματα ονομάστηκαν ως εξής:

Θέση 1: 3 δείγματα σε 3 διαφορετικά βάθη. Έτσι έχουμε τα δείγματα: 1) 0-30cm, 2) 30-60cm, 3) 60++ cm

Θέση 2: 2 δείγματα, τα: 4) 0-30cm και 5) 30-60cm

Θέση 3 (Πηγάδι) : 2 δείγματα, τα: 6) 0-30cm και 7)30-60cm

Θέση 4 (Σπίτι) : 2 δείγματα, τα: 8)0-30cm και 9)30-60cm

Θέση 5 (Συμπιεστήριο) : 2 δείγματα, τα: 10)0-30cm και 11)30-60cm

*Οι λέξεις “πηγάδι – σπίτι - συμπιεστήριο” δίπλα από τις θέσεις 3, 4 και 5 αντίστοιχα, δηλώνουν ότι η θέση 3 που πάρθηκε το δείγμα ήταν δίπλα σε ένα πηγάδι που βρισκόταν στο συγκεκριμένο χωράφι, η θέση 4 δίπλα από ένα σπίτι που έχει ο παραγωγός εκεί, και η θέση 5 δίπλα από ένα συμπιεστήριο αντίστοιχα.

Χειρισμοί των εδαφικών δειγμάτων

Τα εδαφικά δείγματα, αμέσως μετά τη συλλογή τους και ιδιαίτερα όταν είναι υγρά, μεταφέρονται στο εργαστήριο στο οποίο πρόκειται να αναλυθούν. Αν η άμεση αυτή μεταφορά δεν είναι εφικτή, τότε φυλάσσονται στο ψυγείο.

Διαθέσιμες(ανόργανες) μορφές του αζώτου αλλά και του μαγγανίου, προσδιορίζονται άμεσα και στη φυσική τους κατάσταση(υγρή κατάσταση χωρίς κοσκίνισμα), γιατί η ύπαρξη υγρασίας συμβάλλει στη μεταβολή των αποτελεσμάτων. Ο προσδιορισμός των διαθέσιμων μορφών των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων, γίνεται όπως και των λοιπών βασικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Τα δείγματα ξηραίνονται με αεροξήρανση. Στη συνέχεια λειοτριβούνται και κοσκινίζονται. Στο κοσκινισμένο δείγμα(λεπτή γη = το έδαφος που διέρχεται από κόσκινο 200 μ m ή 2mm)γίνονται οι αναλύσεις.

Στάδια προσδιορισμού των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων

Ο ποσοτικός προσδιορισμός ενός θρεπτικού στοιχείου, ανάλογα βέβαια με το σκοπό, μπορεί να περιλαμβάνει τα ολικά, τα διαθέσιμα ή τα υδατοδιαλυτά ποσά. Στη γονιμότητα του εδάφους ενδιαφέρουν κυρίως οι διαθέσιμες μορφές, η υδατοδιαλυτή και η προσροφημένη διαθέσιμη(εναλλακτική). Ο προσδιορισμός τους περιλαμβάνει τις εξής τρεις φάσεις:

Εκχύλιση. Αφορά στην παραλαβή ενός εκχυλίσματος, στο οποίο ανάλογα με το είδος του εκχυλιστικού, περιλαμβάνει το προς μέτρηση κλάσμα του στοιχείου(υδατοδιαλυτό, ανταλλάξιμο, διαθέσιμο κτλ.).

Προσδιορισμός της συγκέντρωσης του στοιχείου στο εκχύλισμα αυτό, με βάση τις ενδείξεις των οργάνων(μετρήσεις) και τον υπολογισμό των αντίστοιχων συγκεντρώσεων με τη βοήθεια των καμπυλών αναφοράς. Οι συγκεντρώσεις αυτές εκφράζονται σε μ g/ml, mg/l, Meq/l

Υπολογισμοί. Επειδή οι συγκεντρώσεις αυτές αναφέρονται στο συγκεκριμένο όγκο του εκχυλιστικού που ανάλογα με τη μέθοδο εκχύλισης για το ίδιο στοιχείο ή για διάφορα στοιχεία μπορεί να διαφέρουν και επειδή αφορούν σε διαφορετικό βάρος δείγματος για εκχύλιση, χρειάζονται υπολογισμοί, ώστε να αναχθεί το αποτέλεσμα σε συγκέντρωση επί ξηρού εδάφους.

6.2 Δειγματοληψία φυτικών ιστών

Η περιεκτικότητα των φύλλων και των μίσχων σε θρεπτικά στοιχεία διαφέρει και μεταβάλλεται ανάλογα με τη θέση και το στάδιο ανάπτυξης(ηλικία) του φυτού. Συνεπώς η δειγματοληψία θα πρέπει να γίνεται σε φυτικούς ιστούς ορισμένης ηλικίας και από ορισμένες θέσεις του φυτού, ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα.

Το συνιστώμενο τμήμα του φυτού για δειγματοληψία είναι τα φύλλα και οι μίσχοι. Το προτιμώμενο στάδιο είναι αυτό της ανάπτυξης των ταξιανθιών. Ο προτιμώμενος αριθμός- ποσότητα και ο τρόπος συλλογής των φυτικών ιστών είναι 100 φύλλα(μαζί με τους μίσχους), περίπου 200g φύλλων (μικτού βάρους) από τυχαία κατανεμημένα φύλλα σε ένα αγροτεμάχιο.

Για τη συγκεκριμένη εργασία, πάρθηκαν 3 δείγματα με τον σωστό τρόπο που προαναφέρθηκε, τα οποία ονομάστηκαν:

- ✓ Δείγμα 1: Σπίτι
- ✓ Δείγμα 2: Πηγάδι
- ✓ Δείγμα 3: Συμπιεστήριο

Οι παραπάνω ονομασίες των δειγμάτων αφορούν στο ότι το δείγμα 1 πάρθηκε από φυτό(αμπέλι) το οποίο βρίσκεται κοντά στο σπίτι του αγροτεμαχίου, το δείγμα 2 κοντά στο πηγάδι του αγροτεμαχίου, και το δείγμα 3 κοντά στο συμπιεστήριο αντίστοιχα.

Χειρισμοί των φυτικών δειγμάτων μετά τη συλλογή

A) Μεταφορά: Εφόσον υπάρχει φορητό ψυγείο, τα δείγματα που συλλέχθηκαν, τίθενται σε πλαστικούς σάκους και εντός του ψυγείου μεταφέρονται στο εργαστήριο. Στη συνέχεια τοποθετούνται στο ψυγείο του εργαστηρίου και φυλάσσονται για τις περαιτέρω διεργασίες(πλύσιμο, ξήρανση κτλ.).

B) Καθαρισμός: Το πλύσιμο των φύλλων είναι αναγκαίο προκειμένου να γίνει σωστός προσδιορισμός στοιχείων όπως Fe, Zn, Mn, Cu και άλλων ιχνοστοιχείων, ενώ για τον προσδιορισμό των μακροστοιχείων όπως το άζωτο, ο Φώσφορος και το Κάλιο, η πλύση των φύλλων είναι προαιρετική. Ακόμα και στην περίπτωση των μακροστοιχείων πάντως, η πλύση των φύλλων ενδείκνυται. Μετά το πλύσιμο τα φύλλα αφήνονται να στεγνώσουν, και στη συνέχεια αφήνονται προς μερική αποξήρανση.

Γ) Αποξήρανση: Τα δείγματα, μετά την ανωτέρω αποξήρανση, τοποθετούνται σε χάρτινες σακούλες και στη συνέχεια σε κλίβανο, με ρεύμα θερμού αέρα, σε θερμοκρασία 65 °C για 12 ώρες.

Δ) Λειοτριβήση: Μετά την ξήρανση τα δείγματα αφήνονται να κρυώσουν και στη συνέχεια λειοτριβούνται. Εάν μας ενδιαφέρει ο προσδιορισμός ιχνοστοιχείων, τότε μικρό μέρος του δείγματος λειοτριβείται σε ιγδίο αχάτου, αλλιώς η λειοτριβήση γίνεται σε ειδικό μύλο. Το λειοτριβημένο υλικό, εφόσον προορίζεται για λεπτομερείς μικροαναλύσεις, όπως των ιχνοστοιχείων, διέρχεται από κόσκινο 40mesh, ενώ αν προορίζεται για μακροαναλύσεις διέρχεται από κόσκινο 20mesh.

Ε) Διατήρηση: Το λειοτριβημένο υλικό τοποθετείται σε πλαστικά δοχεία και θερμαίνεται σε θερμοκρασία 65 βαθμών κελσίου για 12 ώρες. Τα δοχεία

πωματίζονται ενώ είναι ακόμα θερμά και διατηρούνται σε μέρος δροσερό. Από αυτά λαμβάνεται κάθε φορά η αναγκαία ποσότητα που προορίζεται για κάποιο είδος ανάλυσης.

6.3 Μέθοδοι Εργαστηριακών Αναλύσεων εδάφους

1) Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης του εδάφους.

Σκοπός και περιγραφή της μεθόδου

Η γνώση της κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους είναι σημαντική για τη μελέτη της γένεσης, της μορφολογίας, της ταξινόμησης των εδαφών, το σχεδιασμό των χρήσεων γης, της στράγγισης, τον έλεγχο της διάβρωσης κτλ.

Κατά τη μέθοδο αυτή, το εδαφικό δείγμα γνωστού ξηρού βάρους, διασπείρεται σε μια στήλη νερού, και η πυκνότητα του αιωρήματος μετράται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα. Επειδή τα περισσότερα χονδρόκοκκα υλικά καθιζάνουν ταχύτερα απ' ό,τι τα λεπτόκοκκα εδαφικά υλικά (Νόμος του Stokes), επιλέγονται οι χρόνοι μέτρησης της πυκνότητας έτσι ώστε να έχουν καθιζάνει η άμμος, και δευτερευόντως η άμμος και η ιλύς (η άργιλος παραμένει σε αιώρηση). Στη συνέχεια υπολογίζεται η εκατοστιαία αναλογία άμμου, ιλύος και αργίλου στο έδαφος.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο προσδιορισμού της μηχανικής σύστασης του εδάφους είναι:

1. Ηλεκτρικός αναμεικτης μηχανικής ανάλυσης.
2. Κύλινδρος καθίζησης Βουγιούκου.
3. Πλαστικά πώματα κυλίνδρων καθίζησης Βουγιούκου.
4. Θερμόμετρο.
5. Πυκνόμετρο (Υδρόμετρο Βουγιούκου).

Τα απαραίτητα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται είναι:

- Μεταφωσφορικό νάτριο και ανθρακικό νάτριο, γνωστό και ως διάλυμα διασποράς. [Διαλύουμε 102g (NaPO_3)₆ και 21g Na_2CO_3 σε 1Lt αποσταγμένου νερού].
- Αμυλική αλκοόλη

Διασπορά του εδαφικού διαλύματος

Μεταφέρουμε το εδαφικό δείγμα (50g) στο ποτήρι του ηλεκτρικού αναμεικτη. Γεμίζουμε το ποτήρι μέχρι τα 5cm από την κορυφή με απιονισμένο νερό και 40ml διαλύματος διασποράς και αναδεύουμε με τον ηλεκτρικό αναμεικτη για 5 λεπτά. Ξεπλένουμε καλά το περιεχόμενο του ποτηριού με απιονισμένο νερό στον κύλινδρο Βουγιούκου. Γεμίζουμε τον κύλινδρο με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή, με το υδρόμετρο μέσα (1134ml).

Γεμίζουμε έναν άλλο κύλινδρο Βουγιούκου με απιονισμένο νερό και 40ml διαλύματος διασποράς και ελέγχουμε το υδρόμετρο. Τέλος, αφαιρούμε αυτή την ανάγνωση, από την ανάγνωση του υδρομέτρου με το εδαφικό δείγμα.

Μέτρηση των αιωρούμενων στερεών

Με το πλαστικό πώμα στον κύλινδρο, αναμιγνύουμε το περιεχόμενο για ένα λεπτό, αντιστρέφοντας τον κύλινδρο αρκετές φορές για καλή ανάμειξη. Κατόπιν, τοποθετούμε γρήγορα τον κύλινδρο σε σταθερό σημείο και σημειώνουμε αμέσως το χρόνο. Άμεσα τοποθετούμε μέσα στον κύλινδρο με το αιώρημα το υδρόμετρο και κάνουμε την ανάγνωση της ένδειξής του, ακριβώς 40 δευτερόλεπτα από την ανάμειξη. Η ένδειξη αυτή μας δίνει τους κόκκους μέχρι 0,05mm που βρίσκονται σε αιώρηση. Η άμμος σε αυτό το σημείο έχει καθιζήσει.

Στη συνέχεια, απομακρύνουμε το υδρόμετρο προσεχτικά και ξεπλένουμε με αποσταγμένο νερό. Μετράμε τη θερμοκρασία του αιωρήματος και το αφήνουμε σε ηρεμία. Μετά από 2 ώρες από την ανάμειξη, τοποθετούμε πάλι το υδρόμετρο μέσα στον κύλινδρο Βουγιούκου και βλέπουμε την ένδειξη του υδρομέτρου και τη θερμοκρασία. Εδαφικοί κόκκοι με διάμετρο 0,002mm, δηλαδή άμμος και ιλύς έχουν καθιζήσει, ενώ η άργιλος εξακολουθεί να βρίσκεται σε αιώρηση.

Υπολογισμοί

- ✓ Διόρθωση της ένδειξης του υδρομέτρου λόγω θερμοκρασίας:
 $\Delta = (\text{θερμοκρασία αιωρήματος} - 20^\circ\text{C}) \times 0,3.$
- ✓ Διορθωμένη ένδειξη του υδρομέτρου = πραγματική ένδειξη του υδρομέτρου + Δ - ένδειξη υδρομέτρου χωρίς δείγμα.
*(ένδειξη υδρομέτρου χωρίς δείγμα = 1)
- ✓ Υπολογισμός ιλύος και αργίλου: διαιρούμε τη διορθωμένη ένδειξη του υδρομέτρου με το βάρος του εδάφους και πολλαπλασιάζουμε το αποτέλεσμα επί 100.

- ↓ Άμμος: Αφαιρούμε την ποσότητα της ιλύος και της αργίλου από το 100. Αυτό μας δίνει την ολική άμμο.
- ↓ Άργιλος: Ακολουθούμε τον ίδιο υπολογισμό όπως στην ιλύ και στην άργιλο, αλλά αντικαθιστούμε την ένδειξη του υδρομέτρου και της θερμοκρασίας με τις τιμές που μετρήθηκαν στο τέλος των 2 ωρών.
- ↓ Ιλύς: Αφαιρούμε την εκατοστιαία ποσότητα αργίλου και άμμου από το 100. Εάν οι υπολογισμοί έχουν γίνει σωστά, μια αντίστοιχη τιμή υπολογίζεται από την αφαίρεση της αργίλου από την άργιλο και την ιλύ.

2) Προσδιορισμός του pH του εδάφους

Το εδαφικό pH είναι μία από τις βασικές φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Από την τιμή του, εξαρτάται η ενεργότητα, και συνεπώς η δυνατότητα χρησιμοποίησης από τα φυτά, των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους, ιδιαίτερα του

φωσφόρου και των ιχνοστοιχείων. Οι ανάγκες του εδάφους σε ασβέστιο, πολλές φυσικές ιδιότητες, και η μικροβιακή δραστηριότητα αυτού καθορίζονται επίσης από την τιμή του pH.

Προσδιορισμός του pH 1:1

Για τον προσδιορισμό του εδαφικού pH υπάρχουν σήμερα πλήθος χρησιμοποιούμενων μεθόδων. Εμείς θα προσδιορίσουμε το pH σε αιώρημα εδάφους: ύδατος 1:1 με το ηλεκτρικό pH-μετρο.

Εκτέλεση προσδιορισμού

Λαμβάνονται 20g εδάφους και τοποθετούνται σε ποτήρι των 50ml. Προστίθενται 20ml αποσταγμένου νερού και το όλο μείγμα αναδεύεται με γυάλινο ραβδάκι κατά διαστήματα(κάθε 10 λεπτά) για 1 ώρα περίπου. Σ' αυτό το μείγμα τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια του οργάνου. Στη συνέχεια τίθεται το όργανο σε λειτουργία και αναγράφονται οι ενδείξεις. Μετά την πεχαμέτρηση του κάθε δείγματος, καλό είναι να ξεπλένονται τα ηλεκτρόδια καλά με απιονισμένο νερό.

3) Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους κατά Walkey-Black

Η οργανική ουσία του εδάφους αποτελεί πηγή θρεπτικών στοιχείων(αζώτου, φωσφόρου, καλίου κτλ.) για τα φυτά. Επί πλέον πολλές ιδιότητες του εδάφους όπως η απορρόφηση και συγκράτηση νερού, η δημιουργία και η διατήρηση καλής δομής κ.α. εξαρτώνται κατά μεγάλο βαθμό από την περιεκτικότητα αυτού σε οργανική ουσία. Από τα παραπάνω, είναι φανερή η σπουδαιότητα της γνώσης του ποσοστού της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Μέθοδος Walkey – Black

Αντιδραστήρια

- Διχρωμικό Κάλιο ($K_2Cr_2O_7$) 1N. Χημικώς καθαρό $K_2Cr_2O_7$ ξηραίνεται στους 105 °C και ψύχεται σε ξηραντήρα. Ζυγίζουμε ακριβώς 49,04g και διαλύουμε σε 1l απιονισμένο νερό.
- Φωσφορικό οξύ (H_3PO_4) πυκνό(85%).
- Θεικό οξύ (H_2SO_4) πυκνό άνω του 96%.
- Διφαινυλαμινοσουλφονικό βάριο
- Θεικός σίδηρος δισθενής ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,5N. Διαλύουμε 139g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ σε 1l H_2O απιονισμένο. Για τη συμπλήρωση του όγκου προσθέτουμε 10 – 20 ml πυκνού H_2SO_4 .

Τεχνική

Δείγμα εδάφους 0,5g μεταφέρεται σε κωνική φιάλη των 500ml. Στη συνέχεια προσθέτουμε 10ml διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N με προχοίδα και αναδεύουμε περιστρέφοντας τη φιάλη για να αναμειχθεί το αντιδραστήριο με το έδαφος. Στη συνέχεια προσθέτουμε γρήγορα και σε συνεχή ροή 20ml πυκνού H_2SO_4 . Αναδεύουμε ξανά περιστρέφοντας τη φιάλη για 30 δευτερόλεπτα, με προσοχή ώστε να αποφευχθεί προσκόλληση τεμαχιδίων του εδάφους στα τοιχώματα της φιάλης. Αφήνουμε τη φιάλη να ηρεμήσει για 30 λεπτά.

Προσθέτουμε στη φιάλη 200ml απιονισμένο νερό και 10ml H_3PO_4 και αφήνουμε να ψυχθεί. Μετά την ψύξη προσθέτουμε 0,5ml διαλύματος διφαινυλαμινοσουλφονικού βαρίου(δείκτης) και τιτλοδοτούμε την περίσσεια του $K_2Cr_2O_7$ με δισθενή θεικό σίδηρο. Προς το τέλος της τιτλοδότησης το χρώμα γίνεται σκούρο κυανοϊώδες και από το σημείο αυτό η προσθήκη του διαλύματος θεικού σιδήρου θα πρέπει να γίνεται με σταγόνες και υπό ανάδευση. Στο σημείο εξουδετέρωσης το χρώμα μεταβάλλεται απότομα σε πράσινο.

Υπολογισμοί

$$\text{Ολική οργανική ουσία \%} = (T-T') \times 0,67/B$$

Όπου: T': Τα ml του διαλύματος θεικού σιδήρου που καταναλώθηκαν για την τιτλοδότηση του δείγματος(με έδαφος).

T: Τα ml του διαλύματος θεικού σιδήρου που καταναλώθηκαν για την τιτλοδότηση του μάρτυρα(χωρίς έδαφος).

N: Η κανονικότητα(τίτλος)του θεικού σιδήρου σε greq/l

B: Το βάρος του εδαφικού δείγματος σε g.

*(T = 19,7ml, N=0,5, B=0,5g)

4) Προσδιορισμός Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων (ΙΑΚ) εδαφικού δείγματος

Η γνώση του μεγέθους της ΙΑΚ του εδάφους είναι απαραίτητη για την κατανόηση και επίλυση προβλημάτων εδαφολογίας και θρέψης των φυτών. Ο υπολογισμός της ΙΑΚ ενός εδάφους επιτρέπει τον υπολογισμό του Βαθμού Κορεσμού με Βάσεις και στη συνέχεια, της απαιτούμενης ποσότητας $CaCO_3$ ή CaO για τη βελτίωση όξινων εδαφών ή της απαιτούμενης ποσότητας $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ για τη βελτίωση των νατριωμένων εδαφών(ESP>15% της ΙΑΚ).

Η τιμή της ΙΑΚ ενός εδάφους επηρεάζει τη ρυθμιστική δύναμη αυτού. Επίσης λαμβάνεται υπόψη για το είδος, το ποσό και το χρόνο λίπανσης. Τέλος, η ΙΑΚ είναι βασική παράμετρος καθορισμού της γονιμότητας του εδάφους.

Αρχή της μεθόδου

Σε πρώτο στάδιο τα ανταλλάξιμα κατιόντα του εδαφικού κολλοειδούς αντικαθίστανται από κατιόντα νατρίου (Na^+). Σε δεύτερο στάδιο τα προσροφημένα κατιόντα νατρίου αντικαθίστανται από κατιόντα αμμωνίου (NH_4^+). Στο τελικό στάδιο, προσδιορίζεται φλογοφωτομετρικά η συγκέντρωση των κατιόντων νατρίου του εκχυλίσματος.

Αντιδραστήρια

- ✓ Οξικό νάτριο 1N (CH_3COONa).
- ✓ 136g ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) διαλύονται σε νερό και αραιώνονται στο 1 λίτρο. Το pH του διαλύματος ρυθμίζεται στο 8,2 με ανάλογη προσθήκη οξικού οξέος ή υδροξειδίου του νατρίου.
- ✓ Οξικό αμμώνιο 1N ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$). 77,08g οξικού αμμωνίου διαλύονται σε απιονισμένο νερό και αραιώνονται στο λίτρο. Το pH του διαλύματος ρυθμίζεται στο 7,0.
- ✓ Ισοπροπυλική αλκοόλη 99%. Για αναλύσεις ρουτίνας χρησιμοποιείται κυρίως αιθυλική αλκοόλη.

Εκχύλιση

Τοποθετούμε 5g εδάφους σε κατάλληλα φιαλίδια φυγοκέντρησης των 50ml. Προστίθενται 33ml οξικού νατρίου. Βάζουμε πώμα και αναταράσσουμε μηχανικά επί 5 λεπτά. Στη συνέχεια φυγοκεντρούμε έως ότου το υγρό καταστεί διαυγές (3000rpm για 3 λεπτά). Το επιπολάζον υγρό απορρίπτεται και η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται άλλες 2 φορές. Το δείγμα πλένεται και φυγοκεντρείται κατά τον ίδιο τρόπο με ισοπροπυλική αλκοόλη (33ml την κάθε φορά), για την απομάκρυνση της περίσσειας οξικών ή χλωριούχων αλάτων του νατρίου.

Στη συνέχεια, στο δείγμα προστίθενται 33ml οξικού αμμωνίου 1N. Γίνεται ανακίνηση και φυγοκέντρηση όπως είδαμε και παραπάνω. Η διαδικασία αυτή θα επαναληφθεί για άλλες 2 φορές. Τα 3 κλάσματα συλλέγονται σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και ο όγκος συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό. Τέλος, προσδιορίζεται η συγκέντρωση των κατιόντων του Na^+ με τη βοήθεια του φλογοφωτομέτρου.

Η ΙΑΚ εκφράζεται σε meq/100g ξηρού εδάφους (oven-dry soil).

Ένδειξη φλογοφωτόμετρου

$$\begin{array}{ccc} \text{μετατροπή} & & \text{μετατροπή} \\ C = \mu\text{g/ml} & \xrightarrow{\quad} & \text{ppm } (\mu\text{g/g}) & \xrightarrow{\quad} & \text{meq/100g εδάφους} \\ C \times V \times \text{αραίωση/B} & & & & 1 \text{ meq/100g} = 23 \cdot 10^3 \mu\text{g/100g} \end{array}$$

Όπου: C: συγκέντρωση ($\mu\text{g/ml}$), V: όγκος εκχυλιστικού (ml), B: βάρος εδάφους (g).
*(V=100ml, B=5g, αραιώση 10:100).

5) Προσδιορισμός της ολικής αλατότητας του εδάφους με τη μέθοδο της μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης κορεσμένης εδαφικής πάστας

Σαν αλατότητα του εδάφους θεωρούμε το σύνολο των υδατοδιαλυτών αλάτων του, που είναι τα ανθρακικά (CO_3^{2-}), τα δισανθρακικά (HCO_3^-), τα θειικά (SO_4^{2-}), τα χλωριούχα (Cl^-), τα νιτρικά (NO_3^-) και τα βορικά (BO_3^{3-}) ανιόντα με τα κατιόντα καλίου, νατρίου, μαγνησίου, ασβεστίου και αμμωνίου (NH_4^+). Η προσθήκη διαφόρων λιπασμάτων αυξάνει την περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα.

Επειδή τα υδατοδιαλυτά άλατα όταν υπερβούν μια κρίσιμη ποσότητα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στις ιδιότητες του εδάφους και στην ανάπτυξη των φυτών, είναι εμφανής η σημασία της γνώσης της περιεκτικότητας ενός εδάφους σε ολικά υδατοδιαλυτά άλατα με στόχο τη βελτίωση αυτού του εδάφους και την εφαρμογή της κατάλληλης καλλιέργειας.

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε ολικά άλατα ενός εδάφους είναι δυνατό να εφαρμοστούν απ' ευθείας χημικοί αναλυτικοί μέθοδοι ή να πραγματοποιηθεί έμμεσος προσδιορισμός της, μέσω της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Ακολουθεί η ανάπτυξη της μεθόδου προσδιορισμού της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά άλατα ενός εδάφους, με τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ή αντίστασης ενός εδαφικού δείγματος ορισμένη υγρασία.

Παρασκευή κορεσμένης εδαφικής πάστας

Περίπου 100g εδάφους με μέγεθος κόκκων κάτω των 2mm, τοποθετούνται σε κατάλληλο κυλινδρικό δοχείο. Προστίθεται αποσταγμένο νερό, με προχοΐδα ή ογκομετρικό κύλινδρο και ταυτόχρονα αναμιγνύουμε το δείγμα. Περιοδικά χτυπάμε το δοχείο στον πάγκο εργασίας για να κατακαθίσει η μάζα της πάστας. Στην κατάσταση κορεσμού το έδαφος ρέει αργά, δεν παρατηρείται περίσσεια νερού, και αν χαράξουμε με τη σπάτουλα στην επιφάνεια της πάστας μια γραμμή, αυτή σιγά σιγά σβήνει. Τότε αφήνουμε την πάστα σε ηρεμία και επαναλαμβάνουμε τον έλεγχο του κορεσμού.

Μέτρηση της αγωγιμότητας της κορεσμένης εδαφικής πάστας

Μεταφέρουμε την εδαφική πάστα σε ειδικό όργανο, το αγωγιμόμετρο, για τη μέτρηση της αντίστασης. Γεμίζουμε το κύπελλο του οργάνου με την εδαφική πάστα, προσέχοντας να μην εγκλωβιστούν φυσαλίδες αέρα. Καθαρίζουμε επιμελώς το εξωτερικό του κυπέλλου, και ιδιαίτερα τα σημεία επαφής με την ειδική υποδοχή του οργάνου. Τέλος, παίρνουμε μετρήσεις από το όργανο, την αγωγιμότητα σε mhos/cm και την αντίσταση σε ohms .

6) Προσδιορισμός ολικού ανθρακικού ασβεστίου

Με τη μέθοδο προσδιορισμού ολικού ασβεστολίθου κατά Bernard προσδιορίζονται όλες οι μορφές ανθρακικών του εδάφους, κυρίως με ασβέστιο και μαγνήσιο. Η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται στην αντίδραση:



Και μετράται ο όγκος V του εκλυόμενου CO₂.

Εκτέλεση προσδιορισμού

1g εδάφους εισάγεται στην κωνική φιάλη της συσκευής. Σ' αυτή τη φιάλη προστίθεται ο μικρός δοκιμαστικός σωλήνας της συσκευής κατά τα 2/3 γεμάτος με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl) 1:1. Κατά τον παραπάνω χειρισμό δεν πρέπει να χυθεί καθόλου HCl από τον σωλήνα στο εδαφικό δείγμα.

Η στάθμη του ύδατος εντός του σωλήνα μέτρησης βρίσκεται λίγο πιο πάνω από το μηδέν της κλίμακας. Πωματίζουμε τη φιάλη ώστε η στάθμη να ανέλθει στο μηδέν της κλίμακας του σωλήνα μέτρησης.

Παίρνοντας την αναρτημένη χοάνη με το αριστερό χέρι, κρατώντας την κοντά στο σωλήνα μέτρησης και κρατώντας ταυτόχρονα την κωνική φιάλη από το λαιμό με τον αντίχειρα του δεξιού χεριού, ανακινούμε τη φιάλη ώστε να εκχυθεί το οξύ στο εδαφικό δείγμα. Έτσι, αρχίζει να εκλύεται το CO₂. Φροντίζουμε ώστε η στάθμη του ύδατος στο σωλήνα μέτρησης και στη χοάνη, να βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο εφόσον εξακολουθεί η έκλυση του αερίου. Όταν η έκλυση του CO₂ σταματήσει, σημειώνουμε αμέσως τα cm³ CO₂.

Υπολογισμός

$$\text{CaCO}_3\% = K \times V/G$$

Όπου:

V: Τα εκλυθέντα cm³ CO₂

G: βάρος εδαφικού δείγματος σε g

K: συντελεστής μετατροπής 1cm³ CO₂ σε g CaCO₃

*(G=1g, K=0,41)

7) Προσδιορισμός του ολικού αζώτου του εδάφους

Ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου αναφέρεται στο ποσό του οργανικού αζώτου που περιέχεται στην οργανική ουσία του εδάφους. Η διαδικασία προσδιορισμού του ολικού αζώτου είναι η ίδια, είτε πρόκειται για ολικό άζωτο στο έδαφος είτε σε φυτικούς ιστούς.

Κλασική μέθοδος Kjeldahl

Η μέθοδος Kjeldahl περιλαμβάνει δύο στάδια: Την καύση της οργανικής ουσίας με πυκνό και θερμό H_2SO_4 παρουσία καταλύτη για τη μετατροπή του οργανικού αζώτου σε ανόργανο υπό τη μορφή $(NH_4)_2SO_4$ (1ο στάδιο) και τον προσδιορισμό της παραγόμενης αμμωνίας, όπου το αμμωνιακό άλας διασπάται με τη βοήθεια πυκνού αλκάλειως. Η ελευθερωμένη αμμωνία NH_3 αποστάζεται και επανασυνδέεται σε διάλυμα οξέως γνωστού όγκου και τίτλου(φάση αποστάξεως). Η περίσσεια του οξέος τιτλοδοτείται με βάση και από την τιτλοδότηση αυτή υπολογίζεται η διαφορά της δεσμευμένης αμμωνίας και συνεπώς του αζώτου που περιέχεται στο δείγμα.

Τεχνική: Δείγματα 2-5g από κάθε έδαφος φέρονται στη μακρολαιμη φιάλη καύσης της Kjeldahl. Προστίθενται 2g καταλύτη Winniger* και 20ml πυκνού H_2SO_4 . Θερμαίνονται σε φλόγα εντός εστίας, αρχικά ελαφρώς και στη συνέχεια ισχυρώς, μέχρι τον αποχρωματισμό. Η θέρμανση συνεχίζεται για 20'.

Οι φιάλες αφήνονται να ψυχθούν και μετά την ψύξη προστίθενται 150ml ψυχρού ύδατος. Μετά τη νέα ψύξη, προστίθενται ταχύως 64ml NaOH (40%) και 16ml Na_2S και τοποθετούνται αμέσως στη συσκευή αποστάξεως. Προς αποφυγή ανώμαλου βρασμού κατά την απόσταξη, συνίσταται η προσθήκη μερικών τεμαχιδίων πορώδους γης(κισήρεως). Γίνεται απόσταξη επί 30' μέχρι τέλειας παραλαβής της εκλυόμενης NH_3 , σε 50ml 0,1 N H_2SO_4 παρουσία δείκτη ερυθρού του μεθυλίου, εντός φιάλης Erlenmeyer.

Τιτλοδοτείται η περίσσεια του οξέως με 0,1 N NaOH. Αν T τα ml του 0,1N NaOH από την τιτλοδότηση 50ml του χρησιμοποιούμενου για τη δέσμευση της NH_3 , H_2SO_4 και S τα ml αυτού τα καταναλωθέντα για την τιτλοδότηση του δείγματος, τότε:

$$N\% = (T-S) \times N \times 14 \times 100/A \times 10^{-3} = 1,4 \times (T-S) \times N/A$$

Όπου A= ληφθέντα g δείγματος

*Αντιδραστήριο Winniger: Na_2SO_4 (άνυδρο) = 90%

$HgSO_4$ (άνυδρο) = 7%

$CuSO_4$ (άνυδρο) = 1,5%

Se = 1,5%

Προσδιορισμός με χρήση της συσκευής Bucchi

Η αρχή της μεθόδου του προσδιορισμού είναι η ίδια. Η χρησιμοποίηση της συσκευής Bucchi συμβάλλει στην ασφαλέστερη και ταχύτερη διαδικασία.

Για την καύση(πέψη)του δείγματος:

- Ζύγισμα 2g δείγματος εδάφους και τοποθέτηση στις ειδικές φιάλες της συσκευής καύσης.
- Προσθήκη 20ml διαλύματος H_2SO_4 + σαλικυλικού (το διάλυμα παρασκευάζεται με την προσθήκη 25g σαλικυλικού σε 1lt πυκνού H_2SO_4).

- Προσθήκη 1g Na₂S₂O₃
- Τοποθέτηση των φιαλών στη συσκευή καύσης Buchi και έναρξη της καύσης(σε περίπτωση που υπάρχει μέρος του δείγματος στα τοιχώματα της φιάλης, χρειάζεται προσθήκη επιπλέον διαλύματος, ώστε να μετακινηθεί όλο το δείγμα στον πυθμένα).
- Όταν αρχίσουν να εκλύονται ατμοί, προσθήκη μίας ταμπλέτας σεληνίου σε κάθε δείγμα.
- Αφήνεται να ολοκληρωθεί η καύση, μέχρι το δείγμα να γίνει διαυγές(χρώμα ελαφρώς πράσινο).

Απόσταξη:

Τίθεται σε λειτουργία η συσκευή απόσταξης Buchi. Το κάθε δείγμα, μετά την καύση και αφού κρυώσει, μεταφέρεται από τη φιάλη καύσης στη φιάλη απόσταξης. Προσθήκη 30ml νερού και 130ml 8N NaOH και τοποθέτηση στη συσκευή. Παράλληλα, σε κωνική φιάλη τοποθετούνται 100ml βορικού οξέος 20%(20ml βορικού οξέος σε 1lt νερό), για την παραλαβή της αμμωνίας κατά την απόσταξη. Τοποθέτηση της κωνικής στη συσκευή απόσταξης. Απόσταξη για 3min. Προσθήκη δείκτη σε κάθε κωνική και τιτλοδότηση της αμμωνίας με 0,5N HCl.

Υπολογισμοί:

$N\% = (ml \text{ του HCl για κάθε δείγμα} - 0,2) \times 0,05 \times 14 \times 100 / \text{Βάρος δείγματος} \times 1000$

8) Προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι προσδιορισμού των διάφορων μορφών εδαφικού φωσφόρου, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την αρχή και την τεχνική. Η εκλογή της καταλληλότερης μεθόδου εξαρτάται από το σκοπό της μέτρησης, τη φύση του εδάφους και από τα εργαστηριακά μέσα που διατίθενται.

Στο εκχύλισμα που παραλαμβάνεται, προσδιορίζεται ο φώσφορος χρωματομετρικά, δηλαδή αναπτύσσεται χρώμα, η ένταση του οποίου είναι ανάλογη της συγκέντρωσης. Η γνώση του ποσού του ολικού εδαφικού φωσφόρου είναι περιορισμένης γεωργικής σημασίας, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος αυτού είναι και μη αφομοιώσιμο από τα φυτά.

Μέθοδος Olsen

Η μέθοδος αυτή είναι μία εκ των πλέον χρησιμοποιούμενων μεθόδων προσδιορισμού του διαθέσιμου κλάσματος. Κρίνεται ικανοποιητική για εδάφη με pH>6.5 και χαμηλής περιεκτικότητας σε διαθέσιμο φώσφορο, όπως συμβαίνει στα περισσότερα εδάφη.

Αρχή της μεθόδου

Ο φώσφορος εκχυλίζεται από το έδαφος με 0,5M NaHCO_3 , με pH 8,5. Με το διάλυμα αυτό εκχυλίζονται οι υπό διαλυτή μορφή ευρισκόμενες ενώσεις του φωσφόρου και τα ανταλλάξιμα φωσφορικά ανιόντα.

Σε ασβεστούχα(αλκαλικά) ή στα ουδέτερα εδάφη που περιέχουν διάφορες μορφές φωσφορικού ασβεστίου, ένα μέρος του φωσφόρου των μορφών αυτών εισέρχεται στο διάλυμα και περιλαμβάνεται στο εκχύλισμα λόγω καθίζησης του κατιόντος του ασβεστίου αυτών υπό μορφή ανθρακικού ασβεστίου. Ένα άλλο μέρος του φωσφόρου από τα φωσφορικά άλατα με τα Fe και Al, διαλύεται και εκχυλίζεται, λόγω του υψηλού pH του διαλύματος εκχύλισης. Η ποσότητα του φωσφόρου που εκχυλίζεται, επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το χρόνο εκχύλισης και την ταχύτητα ανακίνησης.

Αντιδραστήρια για την εκχύλιση

- Ενεργός άνθρακας
- Διάλυμα εκχύλισης 0,5M NaHCO_3 , pH=8,5. Διαλύουμε 42g NaHCO_3 σε 1lt απιονισμένου νερού. Ρυθμίζουμε το pH του διαλύματος σε 8,5 με προσθήκη 1M NaOH.

Τεχνική της εκχύλισης

- ✓ Σε κατάλληλα φιαλίδια φυγοκέντρησης φέρονται 5g εδάφους.
- ✓ Προσθέτουμε 0,3g ενεργού άνθρακα και 90ml του διαλύματος εκχύλισης (NaHCO_3).
- ✓ Αναταράσσουμε μηχανικώς για 30 λεπτά και μετά φυγοκεντρούμε τα φιαλίδια(4.000rpm για 3 λεπτά).
- ✓ Διηθούμε με σκληρό ηθμό.

Ανάπτυξη χρώματος κατά Murphy-Riley

Αντιδραστήρια

- Αντιδραστήριο Α. [Θεικό οξύ (H_2SO_4)]: Σε ογκομετρική φιάλη του 1lt τίθενται 55,5 ml πυκνού H_2SO_4 και προστίθεται απιονισμένο νερό μέχρι το μισό περίπου του όγκου της φιάλης.
- Αντιδραστήριο Β. Μολυβδαινικό αμμώνιο: Διαλύονται σε περίπου 100ml θερμό απιονισμένο νερό 4,8g $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- Αντιδραστήριο Γ. Αντιμονοιοτρυγικό Κάλιο: Διαλύονται σε περίπου 100ml θερμό απιονισμένο νερό 0,1097g $\text{KSbOC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.

Τα αντιδραστήρια Β και Γ προστίθενται στη φιάλη με το αντιδραστήριο Α. Συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή. Το μίγμα αυτό είναι το αντιδραστήριο Murphy-Riley. Είναι σταθερό και διατηρείται επ' αόριστον, όταν τοποθετείται σε σκούρα φιάλη και φυλάσσεται σε 4 °C

- Διάλυμα L-ασκορβικού οξέος: 0,4g ανά 100ml αντιδραστηρίου Murphy-Riley. Το διάλυμα αυτό, επειδή δε διατηρείται επί μακρόν, παρασκευάζεται στον απαιτούμενο όγκο κάθε φορά που κάνουμε μέτρηση.

Ανάπτυξη του χρώματος

Σε ογκομετρικές φιάλες των 50ml μεταφέρεται μέρος του εκχυλίσματος (με τον απαιτούμενο φώσφορο, συνήθως 2-5ml). Προστίθενται 10 ml από το διάλυμα ασκορβικού οξέος και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το κυανό(μπλε) χρώμα αναπτύσσεται πλήρως μετά από 20 λεπτά και παραμένει σταθερό για μεγάλο χρονικό διάστημα(24ώρες). Η ανάπτυξη του χρώματος με το ασκορβικό οξύ γίνεται και στα γνωστά διαλύματα και κατασκευάζεται η καμπύλη αναφοράς.

Προσδιορισμός και υπολογισμοί

Οι ενδείξεις των διαλυμάτων αναφοράς και των εδαφικών δειγμάτων λαμβάνονται στο σπεκτροφωτόμετρο, σε μήκος κύματος 882nm.

Η καμπύλη αναφοράς κατασκευάζεται σε ημιλογαριθμικό χαρτί, και από τη σύγκριση των ενδείξεων των δειγμάτων με τις ενδείξεις των διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης, υπολογίζεται η συγκέντρωση του φωσφόρου των δειγμάτων στο τελικό διάλυμα. Η συγκέντρωση αυτή(για ενδείξεις του οργάνου μέχρι 60) δίνεται και από τη σχέση:

$$C \text{ (καμπ)} = bI \cdot R / 145.5 \text{ (σε } \mu\text{g/ml)}$$

Όπου: bI: η ένδειξη του διαλύματος με τη χρήση μόνο των αντιδραστηρίων(περίπου 100), και

R: η ένδειξη των δειγμάτων

145,5: η κλίση της (ευθύγραμμης) καμπύλης, για ενδείξεις μεταξύ 100 και 60.

Αν V_1 : ο όγκος του εκχυλιστικού, V_2 : τα ml που λήφθηκαν από το αρχικό εκχύλισμα για την ανάπτυξη του χρώματος, V_3 : ο όγκος της φιάλης στην οποία αναπτύχθηκε το χρώμα και B: το βάρος του ξηρού εδαφικού δείγματος, τότε:

Διαθέσιμος φώσφορος = $C(\text{καμπ}) \times V_1(\text{ml}) \times V_3(\text{ml}) / V_2(\text{ml}) \times B(\text{g})$, σε ppm($\mu\text{g P/g}$ ξηρού εδάφους).

Όπως έχει διαπιστωθεί από σχετικά πειράματα και αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, η σχέση μεταξύ του προσδιοριζόμενου φωσφόρου με τη μέθοδο Olsen και της ανταπόκρισης της καλλιέργειας στην προσθήκη φωσφορικού λιπάσματος είναι η ακόλουθη:

- < 5 ppm, αναμένεται ανταπόκριση
- 5 – 10 ppm, πιθανή ανταπόκριση
- >10 ppm, όχι πιθανή ανταπόκριση

9) Προσδιορισμός των ανταλλάξιμων κατιόντων Καλίου, Ασβεστίου, Μαγνησίου και Νατρίου που εκχυλίζονται με οξικό αμμώνιο

Τα κατιόντα στο έδαφος κατατάσσονται σε τέσσερα κλάσματα, τα οποία βρίσκονται σε εδαφική ισορροπία μεταξύ τους: το πρώτο κλάσμα βρίσκεται στο εδαφικό διάλυμα(υδατοδιαλυτό), το δεύτερο αποτελείται από το προσροφημένο στις επιφάνειες ανταλλαγής και εύκολα εφοδιάζει το εδαφικό διάλυμα (ταχέως ανταλλάξιμο), το τρίτο βρίσκεται μεταξύ των φυλλιδίων των αργιλικών ορυκτών ή στις ακμές αυτών και με βραδύ ρυθμό μπορεί να εφοδιάζει το εδαφικό διάλυμα(βραδέως ανταλλάξιμο ή δυναμικώς αφομοιώσιμο), και το τέταρτο αποτελεί συστατικό των ορυκτών.

Με τη χρησιμοποίηση του οξικού αμμωνίου ως εκχυλιστικού, εκχυλίζονται από το έδαφος τα δύο πρώτα κλάσματα(υδατοδιαλυτό και ταχέως ανταλλάξιμο) τα οποία, για τα θρεπτικά στοιχεία κάλιο, ασβέστιο και μαγνήσιο αναφέρεται ότι αποτελούν το διαθέσιμο κλάσμα αυτών για τα φυτά. Για το νάτριο, που δεν αποτελεί θρεπτικό στοιχείο, τα εκχυλιζόμενα ποσά αφορούν την αλατότητα του εδάφους, την αντοχή των καλλιεργούμενων φυτών και την επίλυση σχετικών προβλημάτων. Η εκχύλιση των ανταλλάξιμων κατιόντων με το οξικό αμμώνιο, βασίζεται στην εναλλαγή(εκτόπιση) αυτών από κατιόντα αμμωνίου.

Αντιδραστήρια

Ουδέτερο διάλυμα οξικού αμμωνίου 1N: Διαλύονται 77,08g οξικού αμμωνίου($\text{CH}_3\text{COONH}_4$)σε απιονισμένο νερό και αραιώνονται στο λίτρο. Το pH του διαλύματος ρυθμίζεται στο 7,0.

Εκχύλιση

5g ξηρού εδάφους από κάθε δείγμα, με μέγεθος κόκκων κάτω των 2mm, φέρονται σε κατάλληλα φιαλίδια για φυγοκέντρηση των 100ml. Προστίθενται 33ml του οξικού αμμωνίου και τα δείγματα αναταράσσονται μηχανικά για 5 λεπτά. Στη συνέχεια φυγοκεντρούνται έως ότου το υπερκείμενο υγρό καταστεί διαυγές(3000rpm για 3 λεπτά). Μετά από αυτή τη διαδικασία λαμβάνεται το υπερκείμενο υγρό, το οποίο το συλλέγουμε σε ογκομετρική φιάλη των 100ml. Καθώς συγκεντρώνουμε το υγρό στη φιάλη των 100ml είναι προτιμότερο ταυτόχρονα να το διηθούμε. Η διαδικασία της διήθησης επαναλαμβάνεται δύο φορές. Τέλος συμπληρώνεται η φιάλη μέχρι τη χαραγή και ανακινείται καλώς.

Όργανα μετρήσεων

Οι μετρήσεις των συγκεντρώσεων του καλίου και του νατρίου γίνονται με τη χρήση φλογοφωτόμετρου και των ασβεστίου και μαγνησίου με φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης.

Υπολογισμοί

$C \text{ (}\mu\text{g/ml)} \times V \text{ (ml)} \times \text{αραιώση} / B \text{ (g)} \longrightarrow \text{ppm (}\mu\text{g/g εδάφους)}$

Όπου: C: Συγκέντρωση ανταλλάξιμου κατιόντος στο διάλυμα

V: όγκος εκχυλιστικού

B: Βάρος εδαφικού δείγματος

*(V=100ml, B=5g, Αραιώση=2:250 για ασβέστιο και μαγνήσιο)

Μετατροπές

$\text{Meq/100g} = A.B \text{ mg/σθένος } 100\text{g} = A.B * 10^3 \text{ }\mu\text{g/σθένος } 100\text{g}$

A.B: Ατομικό Βάρος

6.4 Μέθοδοι εργαστηριακών αναλύσεων φυτικών ιστών

1) Προσδιορισμός του ολικού αζώτου των φυτικών ιστών

Η μέθοδος προσδιορισμού του ολικού αζώτου στους φυτικούς ιστούς, είναι η ίδια με αυτή που αναφέρθηκε για τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στα εδαφικά δείγματα(μέθοδος Kjeldahl).Η μόνη διαφορά συνίσταται στο ότι το βάρος του δείγματος είναι μικρότερο, λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας των φυτικών ιστών σε ολικό άζωτο. Το βάρος των φυτικών δειγμάτων που θα τοποθετηθούν στις φιάλες της καύσης, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1g.

2) Προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων (πλην του αζώτου) στους φυτικούς ιστούς

Για την εκτέλεση του προσδιορισμού των ολικών ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων, εκτός του αζώτου, είναι αναγκαία η μετατροπή αυτών σε μορφή ενός οργανικού άλατος. Αυτή επιτυγχάνεται με την καύση της λειοτριβημένης οργανικής ύλης με μία από τις γνωστές μεθόδους, όπως η μέθοδος της ξηράς καύσης.

Ξηρά καύση

- Δείγματα βάρους 0,5g τοποθετούνται σε κάψες πορσελάνης και στη συνέχεια απανθρακώνονται σε ασθενή φλόγα για να απομακρυνθούν τα αέρια της καύσης. Στη συνέχεια τοποθετούνται σε φούρνο, σε θερμοκρασία 550 °C, για να ολοκληρωθεί η καύση. Όταν ολοκληρωθεί η καύση και το δείγμα έχει μετατραπεί σε λευκόχροη τέφρα, οι κάψες εξέρχονται από το φούρνο και αφήνονται να κρυώσουν.
- Προσθήκη 5ml πυκνού HNO₃ για την παραλαβή της τέφρας
- Προσθήκη απιονισμένου νερού για την αραιώση του οξέος και διήθηση σε ογκομετρικές φιάλες των 100ml

Προσδιορισμοί

Μέσω του εκχυλίσματος που έχουμε παρασκευάσει μπορούμε να προσδιορίσουμε το φώσφορο στο σπεκτροφωτόμετρο, το κάλιο, και αν χρειαστεί το νάτριο(δεν αποτελεί θρεπτικό στοιχείο) στο φλογοφωτόμετρο και τα Ca, Mg και ιχνοστοιχεία στην ατομική απορρόφηση. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι συγκεντρώσεις των P, K, Ca, Mg εκφράζονται % (της ξηράς ουσίας) ενώ οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων σε ppm(μg/g). Επιπλέον, για τον προσδιορισμό του κάθε στοιχείου γίνονται οι απαραίτητες αραιώσεις.

Προσδιορισμός Φωσφόρου σε φυτικά δείγματα

Για τον προσδιορισμό του ολικού φωσφόρου, μετά την καύση και παραλαβή του διηθήματος στις ογκομετρικές φιάλες, απαιτείται εξουδετέρωση του όξινου pH(ρύθμιση του pH στο 7.0), με την προσθήκη 1N NaOH και έλεγχο με 2-3 σταγόνες δείκτη P- nitrofenol. Μετά την εξουδετέρωση, το χρώμα του δείγματος είναι διαφανές έως ελαφρώς κίτρινο. Η εξουδετέρωση αυτή απαιτείται για να αναπτυχθεί το χρώμα κατά τον προσδιορισμό του φωσφόρου. Στη συνέχεια συμπληρώνεται ο όγκος μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης και γίνεται ανάδευση. Η ανάπτυξη του χρώματος με τη μέθοδο Murphy-Riley, γίνεται στο διάλυμα, όπως και για τον προσδιορισμό του εδαφικού φωσφόρου.

Υπολογισμοί

C (καμπύλης) = $bI - R / 145,5$ (σε μg/ml)

Όπου: bI: ένδειξη του διαλύματος με τη χρήση μόνο αντιδραστηρίων *(99,36)

R: η ένδειξη των δειγμάτων

145,5: η κλίση της (ευθύγραμμης) καμπύλης, για ενδείξεις μεταξύ 60 και 100.

Αν V_1 : ο όγκος του εκχυλιστικού, V_2 : τα ml που λήφθηκαν από το αρχικό εκχύλισμα για την ανάπτυξη του χρώματος, V_3 : ο όγκος της φιάλης στην οποία αναπτύχθηκε το χρώμα και B: το βάρος του ξηρού φυτικού δείγματος, τότε:

Διαθέσιμος Φώσφορος = C (καμπ.) x V_1 (ml) x V_3 (ml) / V_2 (ml) x B (g) ppm(σε μg P / g ξηρού εδάφους).

*($V_1=100$ ml, $V_2=2$ ml, $V_3=250$ ml, $B=0,5$ g)

Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε: Ολικός φώσφορος % = ppm (μg/g)/10.000

7. ΠΙΝΑΚΕΣ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

7.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων που διεξήχθησαν στα εδαφικά δείγματα και στους φυτικούς ιστούς με τις μεθόδους που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Το έδαφος που μελετήθηκε αξιολογήθηκε σύμφωνα με τις εδαφικές του ιδιότητες, το pH, τη μηχανική του σύσταση, την Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, την περιεκτικότητά του σε CaCO₃, την παρουσία αλάτων, την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, και την περιεκτικότητά του σε θρεπτικά συστατικά (N, P, K, Ca, Mg).

Όσον αφορά τους φυτικούς ιστούς, δίδονται τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων σε αυτούς και εξετάζεται αν οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων είναι επαρκείς για την ομαλή θρέψη του φυτού.

7.2 Πίνακες και συμπεράσματα για τα εδαφικά δείγματα

Πίνακας 1. Μηχανική σύσταση των μελετώμενων εδαφών βιολογικής καλλιέργειας αμπέλου στο Λεοντάρι

Θέσεις	Δείγματα-Βάθος(cm)	Άργιλος (C) (%)	Ιλύς(Si) (%)	Άμμος(S) (%)	Μηχανική σύσταση
1	1 (0-30)	21.2	7.7	71.1	SCL
	2 (30-60)	19.2	11.7	69.1	SL
	3 (60 ⁺)	13.2	10.7	76.1	SL
2	4 (0-30)	18.2	8.7	73.1	SL
	5 (30-60)	19.2	8.7	72.1	SL
3 (Πηγγάδι)	6 (0-30)	18.2	10.7	71.1	SL
	7 (30-60)	18.2	8.7	73.1	SL
4 (Σπίτι)	8 (0-30)	14.2	12.7	73.1	SL
	9 (30-60)	16.2	11.7	72.1	SL
5 (Συμπιεστήριο)	10 (0-30)	15.2	10.7	74.1	SL
	11 (30-60)	14.2	8.7	77.1	SL

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνουμε ότι στα μελετώμενα εδάφη, η περιεκτικότητά τους σε Ιλύ (Si) κυμαίνεται από 7.7% έως 12.7%, σε Άργιλο (C) από 13.2% έως 21.2%, και σε Άμμο (S) από 69.1% έως 77.1%. Έτσι λοιπόν, με βάση το ισοσκελές τρίγωνο της μηχανικής σύστασης των εδαφών, τα εδάφη του συγκεκριμένου αμπελώνα χαρακτηρίζονται στην πλειοψηφία τους Αμμοπηλώδη (SL) μετρίως χονδρόκοκκα. Εξαιρέση αποτελεί το επιφανειακό έδαφος του πρώτου δείγματος το οποίο χαρακτηρίζεται Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL) και είναι μετρίως λεπτόκοκκο.

Πίνακας 2. Φυσικοχημικές ιδιότητες των μελετώμενων εδαφών βιολογικής καλλιέργειας αμπέλου στο Λεοντάρι

Θέσεις	Δείγματα-Βάθος(cm)	Οργανική Ουσία (%)	pH	I.A.K (Meq/100 g)	ESP (%)	CaCO ₃ (%)	ECe (mmhos/cm)
1	1 (0-30)	1.57	7.54	41.9	3.42	0.41	2.40
	2 (30-60)	1.30	7.68	50.4	2.24	2.87	2.375
	3 (60 ⁺)	0.53	8.26	40.8	3.08	31.36	1.95
2	4 (0-30)	2.34	7.87	46.6	2.23	2.05	2.30
	5 (30-60)	1.54	7.56	38.6	2.92	0.41	1.95
3 (Πηγάδι)	6 (0-30)	1.80	8.07	40.0	3.80	1.64	2.125
	7 (30-60)	1.44	8.10	42.6	3.77	12.71	1.95
4 (Σπίτι)	8 (0-30)	1.54	8.09	34.7	3.63	31.57	2.075
	9 (30-60)	0.90	8.22	35.6	3.41	34.44	2.10
5 (Συμπιεστήριο)	10 (0-30)	3.01	7.86	35.7	4.01	4.92	1.90
	11 (30-60)	1.84	7.98	31.7	3.29	0.20	2.00

Από τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα βγάζουμε τα εξής συμπεράσματα:

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία κυμαίνεται από 0.53% έως 3.01%. Τα επίπεδα της συγκέντρωσής της στα εδάφη χαρακτηρίζονται χαμηλά, και τα εδάφη με τη σειρά τους χαρακτηρίζονται σχετικά φτωχά. Λόγω των χαμηλών επιπέδων συγκέντρωσης της οργανικής ουσίας στα μελετώμενα εδάφη, υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστούν προβλήματα κυρίως στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των εδαφών και δευτερευόντως στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Τα τυχόν προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν από τη χαμηλή συγκέντρωση της οργανικής ουσίας μπορούν να προληφθούν με την ενσωμάτωση στο έδαφος φυσικών οργανικών ουσιών (κοπριά).

Οι τιμές του pH στα μελετώμενα εδάφη κυμαίνονται από 7.54 έως 8.26. Τα εδάφη χαρακτηρίζονται σαν ουδέτερα, ελαφρώς αλκαλικά και μετρίως αλκαλικά. Η περιοχή 6.0-7.5 θεωρείται ευνοϊκή όσον αφορά τις συνθήκες θρέψης για τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά, ενώ οι άριστες τιμές pH για την καλλιέργεια του αμπελιού κυμαίνονται από 6.2 έως 8.0. Έτσι, σε ορισμένες περιοχές που η τιμή του pH υπερβαίνει το 8.0, υπάρχουν ορισμένοι βιολογικοί τρόποι για την πτώση των τιμών αυτών. Έτσι, στο έδαφος, για το συγκεκριμένο αυτό σκοπό, μπορεί να γίνει προσθήκη πευκοβελόνων, τεμαχισμένων φύλλων, πριονιδιού, καφέ, ροκανιδιών, βρύων και τύρφης.

Η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων των συγκεκριμένων εδαφών κυμαίνεται από 31,7 meq/100g εδάφους έως 50,4 meq/100g εδάφους και θεωρείται σχετικά ικανοποιητική για την καλλιέργεια του αμπελιού.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται από 1,90 mmhos/cm έως 2,40 mmhos/cm, πράγμα που σημαίνει ότι τα μελετώμενα αυτά εδάφη δεν είναι αλατούχα, καθώς $EC_e < 4$ mmhos/cm.

Η % περιεκτικότητα του ανταλλάξιμου Νατρίου που συμμετέχει στην ΙΑΚ (ESP %) κυμαίνεται από 2,23% έως 4,01%, άρα τα εδάφη δεν είναι ούτε νατριωμένα καθώς $ESP < 15\%$. Επίσης, εφόσον το pH των εδαφών είναι κάτω από 8,4, σημαίνει ότι τα εδάφη δεν είναι ούτε αλκαλιωμένα.

Η συγκέντρωση του ανθρακικού ασβεστίου $CaCO_3$ στα μελετώμενα εδάφη κυμαίνεται από 0,2% έως 34,44%, τιμή υπερβολικά υψηλή και τα εδάφη, τα οποία είναι σαφώς ασβεστούχα ($CaCO_3 > 10\%$) χαρακτηρίζονται ως ασβεστώδη. Έτσι, για να αποφευχθούν τα προβλήματα στα εδάφη με την υψηλή συγκέντρωση $CaCO_3$ θα πρέπει να γίνονται σωστά οργώματα για να γίνεται αφρότο το χώμα, ενώ το νερό

άρδευσης θα πρέπει να παρέχεται σε μικρές ποσότητες και σε μικρά χρονικά διαστήματα, έχοντας υπόψη στους υπολογισμούς και τους κινδύνους αλάτωσης των εδαφών αυτών.

Σε γενικές γραμμές, κρίνεται απαραίτητη η προσθήκη οργανικής ουσίας στα εδάφη, η οποία θα βελτιώσει τα επίπεδα γονιότητάς τους, τη δομή τους, τις συνθήκες αερισμού τους κτλ.

Πίνακας 3. Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στα εδάφη της βιολογικής καλλιέργειας αμπελιού στο Λεοντάρι.

Θέση	Δείγματα-Βάθος (cm)	Αντ. K ⁺ (μg/g εδάφους)	Αντ. Na ⁺ (μg/g εδάφους)	Αντ. Ca ²⁺ (meq/100 g εδάφους)	Αντ. Mg ²⁺ (meq/100 g εδάφους)	Ολικό Αζωτο N (%)	Φώσφορος (P) (Olsen) (ppm)
1	1 (0-30)	142.0	66.0	18.5	46.6	0.13	18.25
	2 (30-60)	120.0	52.0	29.0	53.3	0.12	21.37
	3 (60 ⁺)	68.0	58.0	31.5	50.0	0.08	14.19
2	4 (0-30)	134.0	48.0	32.5	32.5	0.21	23.76
	5 (30-60)	138.0	52.0	17.0	32.5	0.12	19.62
3(Πηγάδι)	6 (0-30)	162.0	70.0	22.0	25.8	0.15	26.88
	7 (30-60)	130.0	74.0	25.0	23.3	0.13	24.12
4(Σπίτι)	8 (0-30)	116.0	58.0	30.5	15.8	0.26	17.43
	9 (30-60)	98.0	56.0	31.5	15.8	0.22	15.91
5(Σομπιεστήριο)	10 (0-30)	224.0	66.0	29.5	24.2	0.21	20.71
	11 (30-60)	160.0	48.0	19.5	20.8	0.16	19.16

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι:

Η συγκέντρωση του Καλίου στο έδαφος κυμαίνεται από 68 μg/g έως 224 μg/g. Αυτό σημαίνει ότι σε ορισμένα σημεία η συγκέντρωση του Καλίου στο έδαφος είναι ικανοποιητική έως αρκετά υψηλή, ενώ εκεί που η συγκέντρωσή του δεν ξεπερνάει τα 100μg/g κρίνεται ανεπαρκής.

Η συγκέντρωση του **Νατρίου Na** κυμαίνεται από 48.0 μg/g έως 74.0 μg/g. Οι τιμές αυτές είναι σχετικά χαμηλές, πράγμα θετικό διότι έτσι δε θα υπάρξουν τυχόν προβλήματα στην καλλιέργεια λόγω αλκαλίωσης.

Το **μαγνήσιο Mg** κυμαίνεται από 15.8 meq/100g έως 53.3 meq/100g. Οι τιμές της συγκέντρωσης του Mg στο έδαφος χαρακτηρίζονται αρκετά ικανοποιητικές έως υψηλές, και τα εδάφη αυτά θεωρούνται πλούσια ως προς το μαγνήσιο.

Όπως και στην περίπτωση του μαγνησίου, έτσι και σε αυτή του **ασβεστίου Ca**, οι συγκεντρώσεις του στο εδαφικό διάλυμα θεωρούνται από αρκετά ικανοποιητικές έως υψηλές, καθώς κυμαίνονται από 17.0 meq/100g έως 32.5 meq/100g. Έτσι το έδαφος θεωρείται αρκετά πλούσιο και ως προς το ασβέστιο.

Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας (άμεσα συνδεόμενη με το φάσμα των τιμών pH) επηρεάζει τις διεργασίες προσρόφησης των φωσφορικών στα εδάφη άμεσα και έμμεσα. Άμεσα διότι μέσω της αποσύνθεσης που λαμβάνει χώρα απελευθερώνονται φωσφορικά ανιόντα στο εδαφικό διάλυμα, τα οποία λαμβάνουν μέρος στην ισορροπία μεταξύ ελεύθερων και προσροφημένων φωσφορικών ανιόντων. Έμμεσα, με τη συμβολή του μικροβιακού κόσμου στην αποδόμηση της οργανικής ουσίας, η οποία συνοδεύεται από αυξημένη παραγωγή CO₂, το οποίο διαλυόμενο στο εδαφικό διάλυμα, το οξινίζει και αυξάνει τη διαλυτότητα των φωσφορικών ορυκτών του εδάφους. Συνεπώς, με τον τρόπο αυτό, φωσφορικά ανιόντα εισέρχονται στο σύστημα ανταλλαγής, αυξάνοντας έτσι την τιμή συγκέντρωσης του στοιχείου.

Στα μελετώμενα εδάφη, οι τιμές συγκέντρωσης του **Φωσφόρου P** (κατά Olsen) κυμαίνονται από 14.19 ppm έως 26.88 ppm και έτσι τα εδάφη χαρακτηρίζονται επαρκώς εφοδιασμένα.

Όσον αφορά τα ποσοστά του **ολικού αζώτου N %** στο έδαφος, παρατηρούνται αυξημένα στα επιφανειακά δείγματα και αρκετά μειωμένα στα υποεπιφανειακά, κάτι που οφείλεται στη μείωση της οργανικής ουσίας με το βάθος. Η περιεκτικότητα των συγκεκριμένων εδαφών κυμαίνεται από 0.08% έως 0.26%, τιμές που χαρακτηρίζουν το έδαφος μέτρια εφοδιασμένο με άζωτο έως σχετικά φτωχό.

Προτεινόμενες τεχνικές για τη βελτίωση των εδαφών της βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας στο Λεοντάρι της Αρκαδίας.

Στη βιολογική γεωργία, τα προβλήματα λόγω έλλειψης ορισμένων θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία και θρέψη των καλλιεργούμενων φυτών αντιμετωπίζονται με συγκεκριμένους τρόπους και τεχνικές.

Η βιολογική γεωργία αποφεύγει ή αποκλείει σε μεγάλο βαθμό τη χρήση συνθετικών λιπασμάτων του εμπορίου.

Τα συστήματα βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας στηρίζονται στη χλωρή λίπανση, τα φυτικά υπολείμματα, την κοπριά, τα οργανικά απόβλητα, την ανακύκλωση των θρεπτικών, τα ανόργανα πετρώματα, ώστε να διατηρείται η παραγωγικότητα του εδάφους και να παρέχονται τα θρεπτικά στοιχεία στο αμπέλι.

Η κάλυψη λοιπόν των αναγκών στα παραπάνω ανόργανα στοιχεία στη βιολογική αμπελοκαλλιέργεια μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

-Χρησιμοποιώντας διάφορες κομπόστες ως προϊόντα λιπασματοποίησης από τον ίδιο τον παραγωγό ή κάποιας βιοτεχνίας, και κοπριές ζώων. Ένα προϊόν κομποστοποίησης μπορεί να είναι τα στέμφυλα της οινοποιίας, που θεωρείται ισάξιο λίπασμα με την κοπριά, αν έχει υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία κομποστοποίησης.

- Προσθήκη οργανικών λιπασμάτων εμπορίου με την προϋπόθεση ότι τα λιπάσματα αυτά είναι απαλλαγμένα από βαρέα μέταλλα και τοξικές ουσίες βιολογικής προέλευσης. Αυτά είναι λιπάσματα που προέρχονται από στερεά υπολείμματα πόλεων, επεξεργασμένες κοπριές ή φυτικά υπολείμματα. Εφαρμόζοντας χλωρή λίπανση.

-Έχει διαπιστωθεί από σχετικές έρευνες ότι κατά τη διάρκεια του θέρους και λίγο πριν τον τρύγο, οι ρυθμοί ανοργανοποίησης είναι υψηλότεροι από τους ρυθμούς πρόσληψης νιτρικών από τις ρίζες των πρέμων, με συνέπεια να αυξάνουν οι συγκεντρώσεις νιτρικών στο εδαφικό διάλυμα και να υπάρχει κίνδυνος να αποπλυθούν, είτε με τις αρδεύσεις που γίνονται αυτήν την περίοδο, είτε με τις επερχόμενες φθινοπωρινές βροχές. Η βελτιστοποίηση των τεχνικών οργανικής λίπανσης, θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν τεχνικές παρεμπόδισης αυτής της απόπλυσης. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την ελεγχόμενη, μερική ή ολική, κάλυψη του εδάφους μεταξύ των πρέμων με είδη ετήσιων αυτοφυών φυτών που

έχουν χαρακτηριστεί ως αζωτοδεσμευτικά (π.χ. ελαιοκράμβη). Τα είδη αυτά μπορούν να ενσωματωθούν στο έδαφος με την πρώτη καλλιεργητική παρέμβαση, έτσι ώστε το οργανικό N να επανέλθει στο έδαφος

-Χλωρή Λίπανση. Η χλωρή λίπανση συνίσταται στην καλλιέργεια φυτών εδαφοκάλυψης, κατά την περίοδο του χειμώνα, στον αμπελώνα, τα οποία στη συνέχεια ενσωματώνονται στο έδαφος, κυρίως νωρίς την άνοιξη, με στόχο την διατήρηση και αύξηση της γονιμότητας του εδάφους.

Συνήθως, η ενσωμάτωση των φυτών εδαφοκάλυψης γίνεται πριν από την άνθησή τους, για την αριστοποίηση της διαχείρισης του αζώτου και κυρίως του προερχόμενου από βιολογική δέσμευση. Ελαχιστοποιείται, έτσι, ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών εδαφοκάλυψης και της αμπελοκαλλιέργειας σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Με τον τεμαχισμό και την ενσωμάτωση της φυτικής βιομάζας στο έδαφος επιταχύνεται, άλλωστε, η αποδόμησή της. Ο ακριβής χρόνος ενσωμάτωσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της εδαφοκάλυψης, το είδος των φυτών χλωρής λίπανσης και ο τύπος του αμπελώνα. Ένας αποτελεσματικός τρόπος ενσωμάτωσης θα μπορούσε να είναι η χρήση μιας δισκοσβάρνας για καταστροφή, τεμαχισμό και επιφανειακή ενσωμάτωση των φυτών.

Η χλωρή λίπανση στα συστήματα βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας καλό είναι να πραγματοποιείται με βάση ένα πενταετές πρόγραμμα αμειψισποράς. Το πρόγραμμα αυτό μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα είδη φυτών, όλα όμως θα πρέπει να είναι από ποικιλίες που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή γεωργία και είναι άριστα προσαρμοσμένες στις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Στο Ελλαδικό χώρο υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ειδών και ποικιλιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυτά εδαφοκάλυψης. Στη συνέχεια, δίνονται συνοπτικά κάποια στοιχεία για τις κυριότερες οικογένειες και είδη φυτών που ενδείκνυνται στη βιολογική αμπελοκαλλιέργεια.

ΨΥΧΑΝΘΗ

Τα ψυχανθή αποτελούν την πιο οικονομική πηγή αζώτου στα συστήματα βιολογικής παραγωγής. Αναπτύσσονται γρήγορα και έχουν υψηλό δυναμικό δέσμευσης αζώτου, παρέχοντας αξιοσημείωτες ποσότητες αζώτου στο αμπέλι. Παράλληλα, η χρήση τους βοηθά στην κινητοποίηση και άλλων μακροστοιχείων. Προτιμώνται, κυρίως, τα ετήσια χειμερινά ψυχανθή, που είναι αυτό-αναπαραγόμενα και μειώνεται έτσι το

κόστος των εισροών των σπόρων. Τέτοια είναι : διάφορα είδη βίκου (π.χ. *Vicia sativa*), διάφορα είδη τριφυλλιού (π. χ *Trifolium hirtum*) και διάφορα είδη μηδικής (π.χ. *Medicago spp.*).

ΑΓΡΩΣΤΩΔΗ

Τα αγρωστώδη βελτιώνουν τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους των αμπελώνων και χρησιμοποιούν στο έπακρον την τυχόν περίσσεια του εδαφικού αζώτου στη βιομάζα τους. Με το ριζικό τους σύστημα μεταφέρουν θρεπτικά στοιχεία στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Τα πλέον κατάλληλα αγρωστώδη για αμπελώνες με προβλήματα διάβρωσης είναι τα αυτό-αναπαραγόμενα είδη. Τα φυτά αυτά προστατεύουν το εύθραυστο έδαφος των αμπελώνων από τις καταρρακτώδεις, πολλές φορές, χειμωνιάτικες βροχές. Τέτοια είδη είναι το *Bromus mollis*, *Festuca megaluna*, *Lolium multiforum* και *Lolium rigidum*.

ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ

Τα δημητριακά μπορούν να παράγουν σημαντικές ποσότητες βιομάζας και οργανικής ουσίας, παρά το ότι είναι αργά αποικοδομούμενη. Εξαιτίας του τύπου του ριζικού τους συστήματος, βελτιώνουν τη δομή του εδάφους, προλαμβάνουν προβλήματα διάβρωσης, διευκολύνουν τη διήθηση του νερού και μειώνουν την απορροή του και περιορίζουν τις απώλειες θρεπτικών στοιχείων, λόγω έκπλυσής τους σε βαθύτερα στρώματα. Τα πιο συνηθισμένα δημητριακά που χρησιμοποιούνται ως φυτά εδαφοκάλυψης είναι το κριθάρι και η σίκαλη.

ΆΛΛΑ ΦΥΤΑ

Άλλα φυτά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυτά εδαφοκάλυψης σε βιολογικά συστήματα αμπελοπαραγωγής είναι είδη του γένους *Sinapis* (σινάπι) και άλλα φυτά της οικογένειας των σταυρανθών, π.χ. *Brassica campestris*, *Brassica nigra*, *Brassica rapa*. Ανάμεσα στα άλλα πλεονεκτήματά τους είναι η γρήγορη ανάπτυξη και κάλυψη του εδάφους, η εύκολη ενσωμάτωση και οι χαμηλές απαιτούμενες ποσότητες σπόρου με χαμηλό κόστος. Ακόμη, μερικές ποικιλίες σταυρανθών αναφέρεται ότι έχουν επιδράσεις αλληλοπάθειας και ότι αποτελούν φυσικά νηματοδοκτόνα.

ΜΕΙΓΜΑΤΑ ΕΙΔΩΝ

Πολύ συχνά, στη βιολογική αμπελοκαλλιέργεια, χρησιμοποιούνται μείγματα μη ψυχανθών με ψυχανθή, μια και συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των διαφορετικών ειδών. Τα μίγματα ειδών ανταγωνίζονται και καταπνίγουν καλύτερα τους πληθυσμούς των ανεπιθύμητων ειδών (ζιζάνια), όταν αυτά δημιουργούν προβλήματα. Σε μίγματα, επίσης, αγρωστωδών με ψυχανθή υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ τους. Παρ' όλα αυτά, ο ανταγωνισμός στο εδαφικό άζωτο μπορεί να κάνει τα ψυχανθή περισσότερο αποδοτικά στη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου. Σίγουρα, όμως, χρειάζεται προσοχή στην αναλογία τους στο μείγμα, ειδικά σε φτωχά εδάφη, όπου μπορούν να δημιουργηθούν προβλήματα εξαιτίας της δέσμευσης του αζώτου στους ιστούς των αγρωστωδών και της αργής αποδόμησής του και απελευθέρωσής του.

7.3 Πίνακες και συμπεράσματα για τα θρεπτικά στοιχεία στους φυτικούς ιστούς

Πίνακας 7.3.α Αξιολόγηση περιεκτικότητας των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς

Στοιχείο	Ανεπαρκής	Οριακή	Κρίσιμη	Επαρκής	Υψηλή	Τοξική
NO ₃ - N (mg/kg)	<340	340-500		500-1.200	>1200	
K (%)	< 1,0	1,0 – 1,5		>1,5		
Ca (%)				1,2-2,5		
Mg (%)	<0,2	0,2-0,3		>0,3		
Na (%)						>0,5
Cu (mg/kg)	<3,0	3,0-6,0		>6,0		
Zn (mg/kg)	<15,0	15,0-26,0		>26,0		

Mn(mg/kg)	<20,0	20,0-25,0		>25,0		
P (%)	<0,15	0,15-0,20	0,20-0,30	0,20-0,46	>0,46	

Πίνακας 7.3.β Αποτελέσματα θρεπτικών στοιχείων των χημικών αναλύσεων που διεξήχθησαν στους φυτικούς ιστούς

Ποικιλία 'Μοσχοφίλερο'	Na	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	N
	%					ppm		%
Θέση 1 (Σπίτι)	0,17	0,33	3,5	2,1	0,6	81,0	288,0	1,01
Θέση 2 (Πηγάδι)	0,05	0,4	2,8	1,97	0,57	68,0	352,0	0,53
Θέση 3 (Συμπιεστήριο)	0,04	0,32	1,4	2,2	0,56	90,0	272,0	0,67

Από τον παραπάνω πίνακα βγάζουμε τα εξής συμπεράσματα:

- Η επί τοις % περιεκτικότητα του N της ξηράς ουσίας των μίσχων των τριών φυτικών δειγμάτων κυμαίνεται από 0,53% έως 1,01 % με μέσο όρο 0,74%. Η περιεκτικότητα αυτή σε N είναι ανεπαρκής για την ικανοποιητική ανάπτυξη της καλλιεργούμενης αμπέλου (Πιν. 7.3.α)
- Η επί τοις % περιεκτικότητα του P της ξηράς ουσίας των μίσχων των τριών δειγμάτων κυμαίνεται από 0,32% έως 0,40% με μέσο όρο 0,36%. Έτσι, σύμφωνα και με τον πίνακα 7.3.α τα ποσά του P χαρακτηρίζονται επαρκή για την ομαλή λειτουργία των φυτών.
- Η επί τοις % περιεκτικότητα του K της ξηράς ουσίας των μίσχων του δείγματος στη θέση 3 (συμπιεστήριο) χαρακτηρίζεται οριακή καθώς είναι μόλις 1,4%. Αντίθετα, οι περιεκτικότητες του K στις θέσεις 1 και 2 που είναι 3,5% και 2,8% αντίστοιχα χαρακτηρίζονται ικανοποιητικές έως επαρκείς.

- Η επί τοις % περιεκτικότητα του Ca κυμαίνεται και στις 3 θέσεις από 1,97% έως 2,2%. Αυτό σημαίνει ότι βρίσκεται μέσα στα όρια της επάρκειας τα οποία κυμαίνονται από 1,2% έως 2,5%.
- Τα φυτά δε θα αντιμετωπίσουν προβλήματα όσον αφορά τη διαθεσιμότητα του Mg καθώς η περιεκτικότητά τους είναι αρκετά πιο πάνω από τα όρια της επάρκειας. Κυμαίνεται και στις 3 θέσεις από 0,56% έως 0,60% την ώρα που το κατώτατο όριο επάρκειας είναι 0,30% σύμφωνα με τον πίνακα 7.3.α.
- Η περιεκτικότητα σε Na κυμαίνεται από 0,04% έως 0,17%. Αυτό είναι θετικό, καθώς είναι αρκετά κάτω από τα όρια τοξικότητας Na, και έτσι η καλλιέργεια δε θα αντιμετωπίσει κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα στην ομαλή ανάπτυξή της.
- Οι περιεκτικότητα των φυτών στα ιχνοστοιχεία Fe και Mn είναι πολύ υψηλές, χωρίς αυτό να αποτελεί κάτι το ανησυχητικό για την καλλιέργεια.

Το γενικό συμπέρασμα που μπορεί να βγει από τα παραπάνω είναι ότι η συγκεκριμένη καλλιέργεια της αμπέλου στον συγκεκριμένο τόπο, δε θα αντιμετωπίσει κάποια ιδιαίτερα και σημαντικά προβλήματα όσον αφορά την ανάπτυξή της και την παραγωγικότητά της, αρκεί βέβαια ο παραγωγός να τηρεί τους απλούς κανόνες περιποίησής της.

Βιβλιογραφία

- ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ Ν. Σημειώσεις Γενικής Εδαφολογίας, Αθήνα 2006
- ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ Ν. Σημειώσεις Γένεσης – Ταξινόμησης εδαφών, Αθήνα 2006
- ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ Ν. Προβληματικά εδάφη-Βελτίωση, Αθήνα 2007
- ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ Ν. Αναλύσεις φυτών-εδαφών – Αξιολόγηση αποτελεσμάτων, Αθήνα 2007
- ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ Ν. Ποιοτικός προσδιορισμός αργλικών ορυκτών, Αθήνα 2006
- ΚΟΣΜΑΣ Κ. Σημειώσεις γενικής εδαφολογίας, Αθήνα 2005
- ΒΑΛΜΗΣ Σ. Διαβρώσεις-Συντήρηση εδαφών, Αθήνα 2000
- ΓΙΑΣΟΓΛΟΥ Ν. Μαθήματα εφαρμοσμένης εδαφολογίας, Αθήνα 1995
- ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Ι. Συμπληρωματικές σημειώσεις Γονιμότητα του εδάφους, Αθήνα 2004
- ΚΑΛΛΙΑΝΟΥ Χ. Ασκήσεις για το μάθημα της εδαφοχημείας, Αθήνα 2002
- ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Ι. Πανεπιστημιακές παραδόσεις για το μάθημα ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ-ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ, Αθήνα 2007
- ΜΙΣΟΠΟΛΙΝΟΣ Ν. Προβληματικά εδάφη, Θεσσαλονίκη 1991
- ΜΗΤΣΙΟΣ Ι. Εδαφολογία, Αθήνα 2001
- ΜΠΟΒΗΣ Κ. Γονιμότητα του εδάφους μέρος πρώτο, Αθήνα 1990
- ΤΖΑΜΟΣ Ε. Φυτοπαθολογία, Αθήνα 2006
- ΝΤΑΒΙΔΗΣ Ο. Στοιχεία αμπελογραφίας, Αθήνα 1982
- ΒΑΓΙΑΝΟΥ Ι. Πρακτική Αμπελουργία Οινολογία, Αθήνα 1986

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

<http://www.arcadiaportal.gr> (Δήμος Φαλαισίας)

<http://www.wineandgrapes.gr>

<http://www.e-geoponoi.gr>

<http://www.teidasoponias.gr>

<http://www.inarcadia.gr>

<http://ampelourgos.gr/photos/ampeli/picture7657.aspx>

<http://www.ftiaxno.gr>

<http://www.hellenica.de/Griechenland/Geo/GR/LeontariArkadias.html>

http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_citv=Tripoli

<http://www.livepedia.gr/index.php>

<http://el.wikipedia.org/wiki>

<http://biokipos.blogspot.gr>

http://ec.europa.eu/agriculture/organic/environment/soil_el