



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ**  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ - ΑΜΑΛΙΑΔΑ**

(πρώην Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων)

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**



**«Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΑΧΑΪΑΣ &  
ΗΛΕΙΑΣ. ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΗ»**

**Σπουδαστές:** Ευθύμιος Ιωαν. Μαντζούτσος,  
Μαρίνα Αλυσανδράτου

**Εισηγητής:** Γεώργιος Σαλάχας

**ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2022**

## Πρόλογος

Η καλλιέργεια της φράουλας στη Δυτική Ελλάδα, θρέψη και η λίπανση και είναι το αντικείμενο ανάλυσης της παρούσας εργασίας. Η πτυχιακή εργασία με τίτλο «*Η καλλιέργεια της φράουλας στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας, Θρέψη και λίπανση*», εκπονήθηκε στο πλαίσιο του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών (πρώην Τεχνολόγων Γεωπόνων – ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας με έδρα την Αμαλιάδα). Σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη των χαρακτηριστικών του φυτού της φράουλας, η διαδικασία θρέψης και λίπανσής του, ενώ από την βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτουν ποικίλοι καλλιεργητικοί τρόποι ανάπτυξης και φροντίδας του φυτού. Πραγματοποιείται ειδικότερη αναφορά στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας της Δυτικής Ελλάδας με παρουσίαση των αποτελεσμάτων καλλιέργειας και φροντίδας του φυτού της φράουλας.

**Η πρωτοτυπία των κειμένων και των εικόνων αυτής της εργασίας είναι**

**αποκλειστική ευθύνη των συγγραφέων**

## Περιεχόμενα

.....	1
Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο πρώτο.....	7
1.1 Προέλευση φράουλας – ονομασία φράουλας.....	7
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά - μορφολογία.....	10
1.3 Ποικιλίες φράουλας.....	23
1.4 Εδαφοκλιματικές συνθήκες.....	27
1.4.1 Κλίμα.....	27
1.4.2 Εαρινοποίηση.....	28
1.4.3 Θερμοκρασία και φως στη φυσιολογία του φυτού της φράουλας.....	30
1.4.4 Χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτού (σκληραγώγηση και λήθαργος).....	30
1.4.5 Παραγωγή στολώνων.....	33
1.4.6 Οφθαλμοί, παραγωγή ανθέων και Χαρακτηριστικά εδάφους.....	34
1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	36
1.6 Πολλαπλασιασμός της φράουλας.....	39
1.7 Συγκομιδή – Συντήρηση.....	40
Κεφάλαιο Δεύτερο.....	42
2.1 Σύστημα καλλιέργειας φράουλας σε ανοιχτό αγρό.....	42
2.2 Χαμηλών σκέπαστρων κάλυψη.....	44
2.3 Καλλιέργειες Θερμοκηπίου.....	47
2.4 Υδροπονική Καλλιέργεια Φράουλας.....	48
2.4.1 Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών.....	49
Ταξινόμηση ανάλογα τον τρόπο διαχείρισης της απορροής.....	49
Ταξινόμηση ανάλογα το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.....	50
2.4.2 Εξοπλισμός υδροπονικής μονάδας.....	50
2.5 Αεροπονική Καλλιέργεια Φράουλας.....	52
Κεφάλαιο Τρίτο.....	54
3.1 Η καλλιέργεια της φράουλας στη Δυτική Ελλάδα.....	54
3.2 Γεωμορφολογικά στοιχεία.....	54
3.3 Κλίμα.....	55
3.4 Καλλιεργούμενες εκτάσεις.....	56
3.5 Εξαγωγές.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Τέταρτο.....	61
4.1 Τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία.....	61
4.1.1 Η σημασία των μακροθρεπτικών στοιχείων.....	61
4.1.2 Παράγοντες που καθορίζουν τη δυνατότητα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά.....	62
4.2 Άζωτο (N).....	63
4.2.1 Συμπτώματα έλλειψης αζώτου.....	64
4.2.2 Τοξικότητα Αζώτου.....	64

4.3 Φώσφορος (P).....	64
4.3.1 Συμπτώματα έλλειψης φωσφόρου:.....	65
4.3.2 Τοξικότητα του Φωσφόρου (P) .....	66
4.4 Κάλιο (K) .....	66
4.4.1. Συμπτώματα έλλειψης καλίου.....	67
4.4.2 Τοξικότητα Καλίου .....	68
4.5 Θείο (S).....	68
4.5.1. Συμπτώματα έλλειψης Θείου. ....	69
4.5.2. Τοξικότητα θείου (S).....	70
4.6. Ασβέστιο (Ca) .....	71
4.6.1. Συμπτώματα έλλειψης Ασβεστίου .....	72
4.7. Μαγνήσιο (Mg) .....	73
4.7.1 Συμπτώματα έλλειψης Μαγνησίου .....	73
4.7.2. Τοξικότητα Μαγνησίου .....	74
4.8 Μικροθρεπτικά στοιχεία .....	74
4.9. Σίδηρος (Fe).....	74
4.9.1 Συμπτώματα έλλειψης Σιδήρου .....	74
4.9.2 Τοξικότητα Σιδήρου .....	75
4.10 Βόριο (B).....	75
4.10.1 Συμπτώματα έλλειψης Βορίου.....	76
4.10.2 Τοξικότητα Βορίου .....	76
4.11 Μαγγάνιο (Mn).....	76
4.11.1 Συμπτώματα έλλειψης Μαγγανίου .....	77
4.11.2 Τοξικότητα Μαγγανίου.....	77
4.12 Ψευδάργυρος (Zn).....	77
4.12.1 Συμπτώματα έλλειψης Ψευδαργύρου .....	78
4.12.2 Τοξικότητα Ψευδαργύρου.....	78
4.13 Χαλκός (Cu) .....	78
4.13.1 Συμπτώματα έλλειψης Χαλκού .....	79
4.13.2 Τοξικότητα Χαλκού .....	79
4.14 Μολυβδαίνιο (Mo).....	79
4.14.1 Συμπτώματα έλλειψης Μολυβδαινίου (Mo).....	79
4.15 Νικέλιο (Ni).....	80
4.16 Χλώριο (Cl) .....	80
Κεφάλαιο Πέμπτο.....	81
5.1 Οργανικά / Ανόργανα λιπάσματα.....	81
5.2 Η λίπανση της φράουλας.....	83
5.3 Επιδράσεις λίπανσης.....	85
5.4 Είδη Λίπανσης Φράουλας.....	87
5.5 Λιπάσματα και Υδρολίπανση .....	89
5.5.1 Αζωτούχος υδρολίπανση.....	89

5.5.2 Φωσφορική υδρολίπανση .....	92
5.5.3 Υδρολίπανση καλίου .....	94
5.5.4 Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων .....	95
5.5.5 Συνδυασμοί λιπασμάτων .....	95
Κεφάλαιο Έκτο.....	99
Αντί επιλόγου .....	99
Ελληνική Βιβλιογραφία .....	100
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	102

## **Εισαγωγή**

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συνοπτική και συγκεντρωτική αναφορά και παρουσίαση των χαρακτηριστικών του φυτού της φράουλας και των τρόπων καλλιέργειάς της με έμφαση στις αποδόσεις των νομών Αχαΐας και Ηλείας της Δυτικής Ελλάδας. Η θρέψη, οι καλλιεργητικές φροντίδες και η λίπανση είναι βασικές έννοιες που προσεγγίζονται προς κατανόηση της ανάπτυξης του φυτού της φράουλας.

Το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αναφέρεται στην προέλευση και την καταγωγή της φράουλας. Περιγράφεται ο καρπός της φράουλας κατά τα στάδια ανάπτυξής του στα πλαίσια της καλλιέργειάς του. Εν συνεχεία, το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα πιο δημοφιλή και ευρέως χρησιμοποιούμενα, συστήματα καλλιέργειας φράουλας με επισήμανση στις κυριότερες θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Το τρίτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζει επιγραμματικά τις συνολικές εξαγωγές ορισμένων ετών της φράουλας στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας της Δυτικής Ελλάδας, αναδεικνύοντας τη σπουδαία και την επιτυχημένη επιχειρηματική δραστηριότητα που καταλαμβάνει η καλλιέργεια της φράουλας στην Ελλάδα προς το εξωτερικό (Δημητράκης, 1998). Παράλληλα, περιγράφονται το κλίμα και η γεωμορφολογία που χαρακτηρίζουν τα εδάφη των περιοχών των νομών Αχαΐας και Ηλείας. Το τέταρτο κεφάλαιο περιέχει τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά που συμβάλλουν στην άνθιση, ανάπτυξη και συντήρηση της φράουλας, ενώ τονίζονται οι θετικές και οι αρνητικές επιπτώσεις που προκαλούν η υπερπροσφορά ή η έλλειψη αυτών (Θεοδώρου & Πασχαλίδης, 1999) στο φυτό. Τέλος, διάφοροι τρόποι λίπανσης που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια της φράουλας, αναπτύσσονται εκτενέστερα στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

## Κεφάλαιο πρώτο

### 1.1 Προέλευση φράουλας – ονομασία φράουλας

Τα πρώτα φυτά φράουλας αναφέρονται γραπτώς για πρώτη φορά στην αρχαία ρωμαϊκή λογοτεχνία. Ο Πλίνιος αναφέρει τη φράουλα με το όνομα *Fraga terrestria* (Χριστάκης, 2008). Ο Ρωμαίος συγγραφέας υποστήριξε στα έργα του την ύπαρξη του φυτού τον δέκατο έκτο αιώνα ευρέως στην Ευρώπη, καθώς και τις φαρμακευτικές ιδιότητες που διέθετε. Η φράουλα καλλιεργήθηκε στη Γαλλία στα τέλη του δέκατου τέταρτου αιώνα. Η πόλη της Βρετάνης στη Γαλλία αναφέρεται ότι υπήρξε από τις πρώτες περιοχές καλλιέργειας της φράουλας (Welsh, 2008). Ο Ελβετός βοτανολόγος Augustin Pyramus de Candolle, αναφέρει ότι η φράουλα άρχισε να καλλιεργείται στη Γαλλία μετά τον δέκατο τέταρτο αιώνα. Στην Αγγλία η ζήτηση για καλλιέργεια φράουλας κατέγραψε αυξητικές τάσεις στα μέσα του δέκατου έκτου αιώνα (Πανίτσας, 2021).

Η φράουλα στην Ελλάδα είναι αυτοφυής και αυτό καθιστά δύσκολη την ανεύρεση της καταγωγής της στον ελληνικό χώρο. Στα προχριστιανικά χρόνια δεν αναφέρεται σε κανένα συγγραφικό έργο, ενώ πολλές είναι οι αναφορές που έχουν γίνει σε αρχαία ελληνικά κείμενα που όμως άλλες ανακαλύψεις απέκλεισαν η φράουλα να ήταν γνωστή στους αρχαίους Έλληνες (Κανάκης, 2004). Πιο συγκεκριμένα, ο Διοσκουρίδης σε κείμενά του περιγράφει ένα φυτό πουώδες με το όνομα χαμαικέρασος, ωστόσο αποδείχτηκε ότι η ονομασία αυτή άνηκε σε άλλο φυτό. Το ίδιο συνέβη και με τον Αθηναίο που έζησε μετά από πολλά χρόνια από τον Διοσκουρίδη. Ωστόσο, σε άλλες βιβλιογραφικές πηγές, ο όρος φράουλα ή χαμαικέρασος εμφανίζεται για διάφορα είδη του γένους *Fragaria*.

Κύριο χαρακτηριστικό των σημερινών καλλιεργούμενων ποικιλιών φράουλας είναι το οκταπλοειδές σχήμα τους. Η πιο ευρέως γνωστή ονομασία που επικρατεί είναι η

*Fragaria x anannasa Duch.* Προέρχεται από διασταύρωση (υβριδισμό) μεταξύ των οκταπλοειδών *Fragaria chiloensis* (L) Duch και *Fragaria virginiana Duch* και ίσως να προέρχεται και από ένα τρίτο είδος το *Fragaria virginiana var. glauca* ή *ovalis*. Στο είδος *Fragaria* ανήκουν περίπου δώδεκα αυτοφυή είδη σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Το είδος φράουλας *virginia* (*F. virginiana*) προερχόμενο από τη Βόρεια Αμερική, εισήχθη στην Ευρώπη μεταξύ του 16<sup>ου</sup> και του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Το συγκεκριμένο είδος είχε τέσσερις φορές μεγαλύτερο καρπό από εκείνων των τότε ευρωπαϊκών ειδών. Η φράουλα *Chiloensis* ευδοκίμωσε στη Χιλή και χαρακτηριζόταν από μεγάλους καρπούς με έντονο άρωμα. Χάρη στις κατακτητικές δράσεις των Ισπανών, έγινε η εισαγωγή της στην Ευρώπη (Dorrow, 1966; Hummer et al., 2011).

Τα είδη που καλλιεργούνται είναι : *F. vesca L.*, που υπάρχει στην Ευρώπη συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, το *F. moschata Duch*, στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, το είδος *F. chiloensis Duch*, το οποίο είναι μεγαλόκαρπο σε σχέση με τα προαναφερθείσα. Ευδοκίμει στις ακτές της Ν. Αμερικής στις χώρες της Παταγωνίας και του Περού. Το είδος *F. virginiana Duch*, επίσης ποικιλία φράουλας με μεγάλο καρπό που καλλιεργείται στην Αμερική και το *F. mexicana Schl* που ευδοκίμει και καλλιεργείται στο Μεξικό.

Στην Ελλάδα η δυσκολία στη μεταφορά των ευαίσθητων καρπών της φράουλας, καθιστούσε αδύνατη την πώλησή της για επιτραπέζια κατανάλωση και έτσι περιοριζόταν η διοχέτευσή της μόνο σε βιομηχανίες. Στη δεκαετία του 1970, οι ποικιλίες της φράουλας που καλλιεργούνταν στην Ελλάδα ήταν και εξακολουθούν και σήμερα να είναι μικρόκαρπες. Στην αγορά αρχικά διοχετεύονταν φράουλες που προέρχονταν από τεσσάρων ετών φυτείες, δηλαδή από πολυετείς καλλιέργειες. Το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργειών αυτών, άνηκαν κυρίως σε δύο νομούς, της Φλώρινας και της Πιερίας. Ακολούθησαν εξίσου μεγάλες καλλιέργειες στους νομούς



Θεσσαλονίκης, Κοζάνης και Πέλλας. Οι σύγχρονες τεχνικές καλλιέργειας αύξησαν τις καλλιέργειες φράουλας ερχόμενοι προς η δεκαετία του 1980 (Κανάκης, 2004).

Σήμερα τα κυριότερα μέρη στην Ελλάδα με εκτενείς καλλιέργειες φράουλας ανήκουν στην Μακεδονία, την Πελοπόννησο και τη Στερεά Ελλάδα με την μεγαλύτερη παραγωγή καρπών να επιτυγχάνεται στην Πελοπόννησο σε ποσοστό 42.5% (Κανάκης, 2004). Στο Νομό Ηλείας σε καλλιέργειες υψηλής και χαμηλής κάλυψης (τούνελ ή θερμοκήπια) αρχικά καλύπτονταν 4.000 στρέμματα και σήμερα πλησιάζουν τα 30.000 στρέμματα.

Πέρα από τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, τους μήνες Απρίλιο έως Ιούνιο η προσφορά της φράουλας στην αγορά αυξάνεται, διότι ωριμάζουν και οι καρποί στις υπαίθριες καλλιέργειες. Γενικά χαρακτηριστικά είναι η ευαισθησία που χαρακτηρίζει τον καρπό, ότι εξάγεται σε χώρες της Ευρώπης, αλλά και της Αφρικής, ενώ η τιμή της είναι υψηλή. Αυτό οφείλεται κυρίως στο κόστος παραγωγής που είναι υψηλό λόγω της χειρωνακτικής συγκομιδής που χρειάζεται να πραγματοποιηθεί για τη συλλογή των καρπών (Κανάκης, 2004). Σύμφωνα με τον Δημητράκη (1998), η φράουλα στον ελληνικό χώρο εκτός από την εγχώρια αγορά που διατίθεται, εξάγεται ως φρούτο νωπό ή κατεψυγμένο, ως βιομηχανοποιημένο, και δημιουργούνται από αυτό μαρμελάδες ή χυμοί (Δημητράκης, 1998).

## 1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά - μορφολογία

### • Η φράουλα

Η φράουλα είναι φυτό μικρό σε μέγεθος και ανήκει στα πολυετή. Η άνοιξη θεωρείται η εποχή όπου δημιουργούνται τα νέα φύλλα της και ανθίζει. Φτάνοντας το φθινόπωρο ξηραίνεται και γίνεται απόρριψη των φύλλων της, ενώ τον Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο το υπέργειο τμήμα της, βρίσκεται σε λήθαργο.

### • Οι Στόλωνες

Στόλωνες ονομάζονται οι βλαστοί που γεννώνται από τους μασχालιαίους οφθαλμούς του φυτού της φράουλας. Οι Στόλωνες χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα την προέλευσή τους, είναι ετήσιοι και κατευθύνονται με πλάγια φορά στο έδαφος. Πρώτης τάξης (πρωτοταγείς) θεωρούνται οι Στόλωνες που παράγονται από το μητρικό φυτό. Ύστερα, από της πρώτης τάξης, παράγονται οι δεύτερης τάξης (δευτεροταγείς) και μετά οι τρίτης τάξης (τριτοταγείς), προχωρώντας με αλληλουχία. Καταλήγει να αναπτύσσεται ένα δάπεδο από εκατοντάδες θυγατρικούς Στόλωνες κατά αντιστοιχία του αριθμού θυγατρικών φυτών που έχουν δημιουργηθεί.

Κάθε στόλωνα ως βλαστός, αποτελείται από δύο γόνατα. Επόμενος βλαστός, δημιουργείται από το ένα (ή ακραίο) γόνατο, το οποίο πρωτίστως έχει ακουμπήσει σε υγρό έδαφος. Παράγεται ριζικό σύστημα, η έρριξη παραφυάδα και προχωρώντας πάλι αλληλουχικά, θα δημιουργηθεί εκ νέου βλαστός και πάλι στόλωνα. Η διαδικασία αυτή είναι συνεχής, εφόσον είναι κατάλληλες οι συνθήκες θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και θρέψης. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται αποκοπή των νέων φυτών που έχουν αναπτυχθεί από το μητρικό φυτό και μεταφυτεύονται. Εάν δεν πραγματοποιηθεί αυτή η αποκοπή, το χειμώνα καταστρέφεται το υπέργειο τμήμα τους, παράλληλα και ο στόλωνα από όπου προήλθαν. Όμως, το υπόγειο μέρος του φυτού δεν καταστρέφεται και την άνοιξη δίνει ένα νέο, αυτόνομο φυτό. Έτσι λοιπόν, γίνεται ο

αυτοπολλαπλασιασμός της φράουλας στη φύση σε συνθήκες συστηματικής καλλιέργειας. Το σύνολο των φυτών που παράγονται από τους Στόλωνες ενός φυτού συνιστούν κλώνους.

Από την άλλη, από τους βλαστούς των στολώνων, παράγονται οι πρωτοταγείς ρίζες, οι οποίες παράγονται απευθείας από τον βλαστό αυτό. Από αυτές, σχηματίζονται οι δευτεροταγείς και τα ριζικά τριχίδια και τελικά δημιουργείται ένα πυκνό ριζικό σύστημα. Η ανάπτυξη ενός πλούσιου ριζικού συστήματος, επιτρέπει την αποκοπή των στολώνων από τα μητρικά φυτά. Τέλος, έχοντας αποκοπεί ως αυτόνομα πλέον φυτά, μπορούν να μεταφυτευτούν.

- **Η Ρίζα**

Η κάθε ποικιλία φράουλας παράγει και διαφορετικό στολώνων και οι ρίζες που θα δημιουργηθούν ποικίλλουν σε μέγεθος. Πλούσιο και μεγαλύτερο ριζικό σύστημα παράγεται στην περίπτωση που υπάρχουν λίγοι Στόλωνες στο κάθε φυτό. Συνεπώς, το θέμα άπτεται και της πρακτικής που θα ακολουθήσει ο εκάστοτε καλλιεργητής για να ρυθμίσει έτσι τον αριθμό των στολώνων ανά φυτό για να υπάρξει ισορροπία μεταξύ των παραγόμενων νέων φυτών και το μέγεθός τους.

Το φθινόπωρο και την άνοιξη η ρίζα μεγαλώνει με ταχύτερο ρυθμό, όπου τα επίπεδα της θερμοκρασίας και της εδαφικής υγρασίας είναι τα πιο κατάλληλα. Οι ρίζες είναι βραχύβιες. Στο είδος *F. chiloensis* καταστρέφονται και αναγεννώνται κάθε χρονιά, ενώ στο *F. virginiana* και σε όλες τις καλλιεργήσιμες ποικιλίες οι περισσότερες ρίζες, διατηρούνται ενεργές για ένα έως δύο χρόνια.

Οι ρίζες διακρίνονται σε πρωτοταγείς και δευτεροταγείς. Πρωτοταγείς είναι οι ρίζες που παράγονται απευθείας από την κεφαλή του φυτού ή από τη βάση των κομβικών σημείων των στολώνων. Αναπτύσσονται συνήθως 20-35 και σπανίως αγγίζουν τις 100 ανά φυτό. Οι δευτεροταγείς ρίζες, δημιουργούνται από τις πρωτοταγείς, όπως και τα

τριχίδια τα οποία ανέρχονται σε χιλιάδες και αναπτύσσουν μία πλούσια θυσανώδη ριζική συστάδα. Οι πρωτοταγείς ρίζες γεννώνται από το νεότερο τμήμα της κεφαλής του φυτού, τον εξωτερικό αγγειακό κώνο στη βάση κάθε φύλλου.

Ιδιαίτερο γνώρισμα αποτελεί και η διάταξη των ριζών στο χώρο. Κύριο χαρακτηριστικό τους το σπειροειδές σχήμα τους. Σύμφωνα με πολλές έρευνες (White, 1929), υποστηρίζεται ότι υπάρχει ομαλή συμβίωση ανάμεσα στις ρίζες και τις μυκορριζες. Η συμβιωτική ανάπτυξη των μυκορριζών έχει ευεργετικά αποτελέσματα για το φυτό της φράουλας, όπως για το είδος *F. Chiloensis*, όπου η διάδοσή του είναι περιορισμένη σε ορισμένες μόνο περιοχές της Δυτικής Αμερικής στην οποία τα εδάφη έχουν συγκεκριμένες μυκορριζες.



Εικόνα 6. Ρίζα φράουλας από την ποικιλία *Camarosa*

- **Ο Βλαστός**

Ο βλαστός, ή αλλιώς όπως αποκαλείται κεφαλή ή ρόδακας (crown) είναι χαμηλού μήκους και διαθέτει μεσογονάτια διαστήματα μικρού μήκους. Το ύψος του ρόδακα σχεδόν σε όλα τα είδη, ανέρχεται σε εκατοστά, περίπου τα 50-60 εκ. (*F. chiloensis*). Η κεφαλή αποτελείται από τους αγγειώδεις (στήλη) και εξωτερικούς ιστούς. Οι αγγειώδεις ιστοί αναπτύσσουν έναν κύλινδρο στο κέντρο του οποίου υπάρχει η εντεριώνη. Οι εξωτερικοί ιστοί αποτελούνται από τις βάσεις των φύλλων. Οι οφθαλμοί βρίσκονται στο εσωτερικό μέρος των φύλλων. Από τον κύλινδρο των αγγείων ξεκινούν αγγειώδη συμπλέγματα προς δύο κατευθύνσεις, τα οποία καταλήγουν στις βάσεις των φύλλων. Κάθε φύλλο μέσω των αγγείων αυτών συνδέεται με τρία απομακρυσμένα μεταξύ τους σημεία της στήλης, από τα οποία τροφοδοτείται με νερό και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φύλλα να τροφοδοτούνται από διαφορετικά σημεία και σε περίπτωση που καταστραφούν οι ρίζες από μια πλευρά της φράουλας, τροφοδοτούνται από τις υπόλοιπες ζωντανές ρίζες, αποφεύγοντας έτσι την ξήρανση και την απόρριψή τους.

Σε εποχή μέτριου παγετού τα κύτταρα της εντεριώνης καταστρέφονται πρώτα, ενώ μεγαλύτερη αντοχή δείχνουν τα αγγεία της στήλης και του καμβίου. Σε περιπτώσεις έντονων και μακροχρόνιων παγετώνων καταστρέφονται και αυτά, όπως και τα αγγεία και τα κύτταρα του καμβίου (εξωτερικό καφέ χρώμα).

Ορισμένος αριθμός των μασχαλιαίων οφθαλμών, τους καλοκαιρινούς μήνες βρίσκεται σε λήθαργο, ενώ ένας άλλος αριθμός τους εξελίσσεται σε Στόλωνες και περιστασιακά κάποιοι αναπτύσσονται σε μία πλευρική κεφαλή. Τους φθινοπωρινούς μήνες, οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί διακλαδίζονται συχνότερα σε πλευρικές κεφαλές και

ανθοφόρους οφθαλμούς. Σπουδαίο ρόλο διαδραματίζουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες και το γονότυπό τους.



**Εικόνα 7.** Ο Βλαστός της φράουλας



- **Φύλλα**

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω, η διάταξη των φύλλων στην κεφαλή είναι σπειροειδής σε φυλλοταξία 2/5. Αυτό σημαίνει ότι ακριβώς στην ίδια κάθετη γραμμή βρίσκονται το πρώτο και το έκτο φύλλο. Η διάταξη αυτή προσφέρει τη μεγαλύτερη έκθεση του φυτού στον ήλιο. Τα φύλλα στις περισσότερες ποικιλίες του φυτού είναι σύνθετο και αποτελείται από τρία φυλλάρια, ωοειδή, οδοντωτά, έμμισχα. Πρόσθετα, υπάρχουν και ποικιλίες όπου τα φύλλα φέρουν τέσσερα ή πέντε φυλλάρια, όπως στην ποικιλία *F. chiloensis*. Ο μασχालιαίος οφθαλμός προστατεύεται από τα παράφυλλα που βρίσκονται στη βάση του μίσχου. Επίσης, ανάλογα το είδος της φράουλας, διαφοροποιείται το πάχος του ελάσματος των φύλλων.

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα ποικιλιών που χάρη των παραπάνω χαρακτηριστικών ευδοκιμούν σε συγκεκριμένα μέρη. Αρχικά, η *F. vesca* έχει λεπτό έλασμα και αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι ως αυτοφυής ευδοκίμει σε σκιερά δασοσκεπή ή θαμνοσκεπή μέρη. Αντίθετα, η *F. nilgerrensis*, σαν αυτοφυής απαντάται σε χορτολιβαδικά πεδινά ή λοφώδη μέρη, έχοντας άφθονο ήλιο, αναπτύσσει παχύ έλασμα φύλλων. Παρομοίως και οι ποικιλίες, *F. virginiana* και *F. nilgerrensis*. Στην ποικιλία *Fragaria x ananassa* το πάχος του ελάσματος των φύλλων βρίσκεται ανάμεσα εκείνου των *F. chiloensis* και *F. Virginia*. Ο μίσχος των φύλλων είναι μακρύς σε μέγεθος και τον καλύπτουν αστεροειδή τριχία. Στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος διακρίνονται πλήθος λευκών τριχών. Ο μέσος όρος ζωής του κάθε φύλλου είναι από έναν έως τρεις μήνες. Η πτώση των φύλλων είναι βαθμιαία και ανάλογα με τον χρόνο δημιουργίας του καθενός. Τους μήνες Ιούλιο με αρχές Αυγούστου η φράουλα έχει τη μεγαλύτερη κάλυψη φύλλων, υπό την προϋπόθεση ότι αναπτύσσεται στο ύπαιθρο και όχι σε καλυπτόμενες καλλιέργειες. Ένδειξη όμως για τον καθορισμό της μελλοντικής παραγωγής, είναι ο αριθμός των φύλλων που υπάρχει στο φυτό το φθινόπωρο. Το φθινόπωρο γίνεται η διαφοροποίηση των φυλλοφόρων σε ανθοφόρους οφθαλμούς, οι

οποίοι την ερχόμενη άνοιξη θα καρποφορήσουν. Όσο περισσότερα φύλλα βρίσκονται στο φυτό τόσο περισσότεροι θα είναι και οι μασχालιαίοι οφθαλμοί που θα διαφοροποιηθούν. Συνεπώς, θα αυξηθεί και η παραγωγή καρπών την άνοιξη που θα ακολουθήσει. Η διαφοροποίηση των οφθαλμών αρχίζει στα τέλη του Νοεμβρίου. Σε ορισμένες ποικιλίες, όπως οι *Auchincruive*, *Climax*, η έναρξη διαφοροποίησης των οφθαλμών ξεκινά στις αρχές Αυγούστου (Robertson 1954). Με τον ερχομό του χειμώνα τα φύλλα πέφτουν και αυτό συμβαίνει στις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες φράουλας. Στη συνέχεια, το φυτό εισέρχεται σε λήθαργο. Ωστόσο, υπάρχουν ποικιλίες, όπως η *F. chiloensis* που διατηρούν τα φύλλα τους όλους τους χειμερινούς μήνες με την προϋπόθεση ότι το μικροκλίμα της περιοχής καλλιέργειάς τους είναι ήπιο.



**Εικόνα 7.** Τα φύλλα της φράουλας



- **Ταξιανθία**

Την άνοιξη δημιουργείται το ανθοφόρο στέλεχος. Το στέλεχος αυτό προέρχεται από το μασχαλιαίο οφθαλμό ενός βράκτιου φύλλου, φέρει τρίχες και αναπτύσσει κορυμβόμορφη ταξιανθία. Το κύριο στέλεχος σε κάποιο ύψος διακλαδίζεται σε δύο βραχίονες. Το σημείο διχασμού που δημιουργείται, ονομάζεται κόμβος και είναι το ανώτερο σημείο του κύριου στελέχους στο οποίο υπάρχει το πρώτης τάξης άνθος. Οι δεύτερης τάξης βραχίονες σε κάποιο ύψος διχάζονται και αυτοί (νέος κόμβος) δίδοντας τους τρίτης τάξης βραχίονες και αναπτύσσεται το δεύτερης τάξης άνθος. Το παραπάνω ανθοφόρο στέλεχος δεν γεννάται απευθείας στον οφθαλμό, αλλά αποτελεί συνέχεια του ποδίσκου, ο οποίος στις περισσότερες ποικιλίες φράουλας χαρακτηρίζεται από βραχύτητα (ορισμένα χιλιοστά) και είναι αυτός που συνδέει το στέλεχος με την κεφαλή. Από κάθε ποδίσκο συνηθίζεται να γεννάται ένα μόνο στέλεχος. Σπάνιες φορές, από τον ποδίσκο σε διάφορα σημεία του δημιουργούνται παραπάνω από ένα ανθικό στέλεχος. Στην περίπτωση των καλλιεργούμενων ποικιλιών αναπτύσσεται δεύτερο ανθικό στέλεχος που όμως δημιουργείται από το μασχαλιαίο οφθαλμό ενός άλλου βράκτιου φύλλου.

Τα μέρη ενός ανθικού στελέχους είναι συνήθως τρία, τα λεγόμενα μεσογονάτια διαστήματα. Από αυτά το μακρύτερο και βασικότερο ξεκινά από τον ποδίσκο και τελειώνει στο σημείο διχασμού. Ύστερα, το μεσαίο βραχύτερο (ελάχιστα χιλιοστά), βρίσκεται μεταξύ του σημείου διχασμού και ενός βράκτιου φύλλου, από το μασχαλιαίο οφθαλμό του οποίου προέρχεται ο βραχίονας δεύτερης τάξης. Τέλος, το τρίτο μεσογονάτιο ενδιάμεσου μεγέθους, στην κορυφή του φέρει άνθος. Τα διαστήματα αυτά είναι χαρακτηριστικό κάθε ανθοφόρου βραχίονα, ανεξάρτητα από την τάξη προέλευσής του (δεύτερης, τρίτης). Στα περισσότερα είδη υπάρχουν μέχρι τέταρτης τάξης ανθικοί βραχίονες. Έτσι χαρακτηριστικά σε μια τυπική ανθοταξία υπάρχουν ανθικοί βραχίονες διαφορετικών τάξεων. Υπάρχει, ένα άνθος πρώτης τάξης άνθος (το

πρωιμότερο), δύο δεύτερης τάξης, τέσσερα τρίτης τάξης και οκτώ τέταρτης τάξης άνθη. Η τάξη στην οποία ανήκει ο κάθε βραχίονας προοικονομεί το μέγεθος του βράκτιου φύλλου. Έτσι, από τη μία το βράκτιο του πρώτου βραχίονα που βρίσκεται στην κεφαλή (ρόδακα) είναι αρκετά μεγάλο, ενώ το βράκτιο του βραχίονα τέταρτης τάξης διακρίνεται με δυσκολία.

- **Άνθος**

Το άνθος της φράουλας είναι *τέλειο*, δηλαδή ερμαφρόδιτο. Διαθέτει στεφάνη με πέντε λευκά ωοειδή πέταλα, κάλυκα με δέκα λοβούς επάνω σε δύο σπονδύλους. Από τους λοβούς, οι τρεις είναι εξωτερικοί, μικρότεροι σε μέγεθος και αποτελούν ένα είδος υποκάλυκα. Οι στήμονες διαφέρουν ως προς το μήκος και το πάχος του νήματός τους και αποκτούν ένα χρυσαφί χρώμα από την γύρη. Οι στήμονες που δεν έχουν καλή ανάπτυξη, ονομάζονται *στημονοειδή*. Όμως, έχει παρατηρηθεί σε ένα άνθος η συνύπαρξη στημόνα και στημονοειδούς σε υγιή, φυσιολογική ανάπτυξη. Η γύρη βρίσκεται σε ώριμη κατάσταση πριν ανοίξει ο ανθήρας ή το άνθος. Ο ανθήρας ανοίγει μετά την ολοκλήρωση των ανθέων, οπότε και επέρχεται μερική αφύγρανσή του. Η απελευθερωμένη πια γύρη είναι βαριά και κολλώδης, αργότερα όμως ξηραίνεται και είναι εύκολη η μεταφορά της με τα ρεύματα του αέρα. Υπό κανονικές συνθήκες η γύρη παραμένει ζωτική για αρκετές ημέρες. Όντας αποξηραμένη υπάρχει η δυνατότητα διατήρησής της στο ψυγείο για αρκετές μέρες. Οι ύπεροι είναι πολυάριθμοι και τακτοποιημένοι σε σπειροειδή διάταξη επάνω στην ανθοδοχή. Ο ύπερος αποτελείται από μία ωοθήκη, το στύλο και το στίγμα. Η ωοθήκη περιέχει ένα μόνο ωάριο. Το στίγμα είναι τραχύ και κολλώδες. Όταν επέλθει η γονιμοποίηση του ωαρίου, παράγεται το έμβρυο και η ωοθήκη μετασχηματίζεται σε αχάινιο, το οποίο είναι ο κανονικός καρπός. Συνηθίζεται από πολλούς το αχάινιο να αποκαλείται σπέρμα. Είναι εύλογο και σε αυτό το φυτό να συναντώνται και ατελή άνθη πέραν των τέλειων ανθών σε αρσενικά και θηλυκά άνθη. Τα πολυπλοειδή αυτοφυή είδη, όπως τα εξαπλοειδή και τα

οκταπλοειδή, έχουν παρατηρηθεί με παρόμοια και ταυτόχρονη άνθιση τέλειων και ατελών ανθών. Ακόμη, τα καλλιεργούμενα είδη που προκύπτουν από τα προαναφερθέντα είδη, φέρουν ίδια άνθη.



**Εικόνα 8.** Το Άνθος της φράουλας

- **Καρπός**

Η ωοθήκη, μετά τη γονιμοποίηση διογκώνεται παράλληλα με τους γύρω ιστούς και ιδίως εκείνους της ανθοδόχης. Ύστερα από τη γονιμοποίηση όλων των ωοθηκών, επέρχεται η διόγκωση όλων των ιστών της ανθοδόχης σε όλη την επιφάνειά της. Έτσι, σχηματίζεται το μούρο ή ημικύκλιο, στην επιφάνεια του οποίου είναι σφηνωμένα τα αχάινια. Το είδος, η ποικιλία, η θέση του στο ανθικό στέλεχος και οι συνθήκες θρέψης, προδιαγράφουν το μέγεθος του μούρου. Το σχήμα του καρπού έχει διάφορα χαρακτηριστικά, όπως κανονικό κωνικό, ωοειδές, σφαιρικό, επίμηκες κωνικό με λαιμό προς τη βάση του, κωνικό με διευρυμένη κορυφή, σφαιρικό με περισσότερες κορυφές ή ανώμαλο. Η πλήρης γονιμοποίηση των ωοθηκών, η περίοδος της άνοιξης με την ανθοφορία και οι καιρικές συνθήκες του φθινοπώρου κατά της διαδικασία της διαφοροποίησης των οφθαλμών, επηρεάζουν το σχήμα του καρπού της φράουλας.

Τα χρώματα που μπορεί να έχει το μούρο εξαρτάται το γονότυπο και έτσι υπάρχουν λευκορόδινα, ρόδινα, ανοικτά ή σκούρα κόκκινα. Οι καρποί της φράουλας που διατίθενται στην αγορά, θεωρούνται αρωματικοί και πλούσιοι σε βιταμίνη C. Ο καρπός της φράουλας χαρακτηρίζεται από τις οργανοληπτικές ιδιότητες του, οι οποίες εξαρτώνται κυρίως από τη σύνθεση της σάρκας του σε διαλυτά σάκχαρα και οργανικά οξέα.



**Εικόνα 9 Α.** Ο καρπός της φράουλας σε διάφορα στάδια ωρίμανσης



**Εικόνα 9 Β.** Ο καρπός της φράουλας σε διάφορα στάδια ωρίμανσης



- **Σπέρματα (αχάινια)**

Η ανάπτυξη των αχαινίων, ολοκληρώνεται πρωτύτερα από αυτήν των μούρων. Το αχάινιο αποτελείται εξωτερικά από ένα σκληρό περικάρπιο, το οποίο συνίσταται από πολλές στρώσεις κυττάρων, ύστερα από το μαλακό εξωκάρπιο και το ενδοκάρπιο, όπου αποτελείται από το μία στρώση κυττάρων ενδοσπέρμιο όπου εκεί περιέχεται το έμβρυο. Οι κοτυληδόνες αποτελούν τον αποθηκευτικό χώρο τροφής όπου υπάρχουν πρωτεΐνες, λίπη χωρίς άμυλο. Εν τέλει, το αχάινιο μπορεί να καλλιεργηθεί άμεσα, ακολούθως της ωρίμανσης του μούρου χωρίς να είναι αναγκαία η μεθωρίμανση του αχαινίου.



**Εικόνα 10.** Αχάινιο φράουλας

### 1.3 Ποικιλίες φράουλας

Η φράουλα αρχίζει να παράγει έναν χρόνο μετά την φύτευσή της και οι καρποί της ποικίλουν. Ευρέως καλλιεργούμενο και εμπορεύσιμο είδος φράουλας αποτελεί το είδος *Fragaria ananassa*. Πολλοί παραγωγοί σε διάφορες περιοχές καλλιεργούν και ποικιλίες που έχουν προκύψει και από το είδος *Fragaria vesca*. Οι φράουλες κατηγοριοποιούνται σε φράουλες εποχής, πρώιμες και μεσοπρώιμες. Η κατάταξη των ποικιλιών της φράουλας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως την εποχή ωρίμανσης του καρπού.

Η απόδοσή τους κατά τη διάρκεια ενός έτους, είναι ένα ακόμη κριτήριο κατάταξης της φράουλας. Υπάρχουν λοιπόν, οι κατηγορίες των μονόφορων ποικιλιών που αποδίδουν παραγωγή μια φορά το χρόνο, των δίφορων που παράγουν καρπό δύο φορές το χρόνο και άλλων που παράγουν καρπούς συνέχεια, των λεγόμενων πολύφορων.

Συνήθεις καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Δυτική Ελλάδα είναι:

- **Φορτούνα (*Fortuna*):** Η φορτούνα (*Fortuna*), χαρακτηρίζεται από καρπούς έντονους σε κόκκινο χρώμα με καλοσχηματισμένο σχήμα που έχουν γλυκιά γεύση και έντονο άρωμα. Ειδικότερα, η ποικιλία αυτή γεννά πρώιμους καρπούς σε κωνικό σχήμα με μεσαίο έως μεγάλο μέγεθος.
- **Καμαρόσα (*Camarosa*):** Η ποικιλία Καμαρόσα (*Camarosa*), ευδοκίμει σε εύκρατα περιβάλλοντα, όπως είναι και το κλίμα στην Ελλάδα. Στην Ελλάδα είναι από τις πιο συχνές ποικιλίες που καλλιεργούνται, καλύπτοντας το 25% των καλλιεργούμενων εκτάσεων στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας. Οι καρποί της ποικιλίας αυτής, χαρακτηρίζονται από μεσοπρώιμη ωρίμανση και έχουν κωνικό σχήμα. Πρόσθετα χαρακτηριστικά του καρπού, το κόκκινο χρώμα, το άρωμα και η γλυκιά γεύση.

- **Βίκτορι (Victory):** Η ποικιλία *Βίκτορι (Victory)*, κατάγεται από την Ισπανία. Η Ελλάδα επίσης διαθέτει την ποικιλία αυτή με ολοένα και αυξανόμενη παρουσία στη Δυτική Ελλάδα. Η ποικιλία της *Victory* καλύπτει το 40% των καλλιεργούμενων εκτάσεων από τους νομούς της Αχαΐας και της Ηλείας. Καλλιεργείται ομοιόμορφα, καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου με πρώιμη απόδοση. Ο καρπός που παράγεται χαρακτηρίζεται από κομψή όψη σε σχήμα καρδιάς και έντονη γεύση λόγω των σακχάρων (Brix). Ακόμη, ο καρπός έχει διαβαθμίσεις των αποχρώσεων του κόκκινου με εντονότερο εξωτερικά και πιο ανοιχτό εσωτερικά. Γενικά, θεωρείται ανθεκτική ποικιλία, όσον αφορά την μεταφορά των καρπών της σε απομακρυσμένους προορισμούς. Αυτό, οφείλεται στην ανθεκτική επιδερμίδα που διαθέτουν οι καρποί, η οποία είναι σταθερή και αντέχει στις τριβές.
- **Άλλες ποικιλίες :** *Alfa -10* , *Marisol*, *Calderol*. Νεότερες ποικιλίες που καλύπτουν το 15% των καλλιεργειών.



Ποικιλία	Ιαν/Ιος	Φεβ/Ιος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγ/ος	Σεπ/Ιος	Οκτ/Ιος	Νοέμ/Ιος	Δεκ/Ιος
<b>Φορτούνα</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Καμαρόσα</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
<b>Βίκτορι</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								

**Πίνακας 6:** Οι πιο συχνά καλλιεργούμενες ποικιλίες και η περίοδος συγκομιδής τους (Κάμπος, 2020).

Άξιο αναφοράς χρήζει, η καλλιέργεια της φράουλας ανά την Ελλάδα. Από τη δεκαετία του 1980, εδραιώθηκε η καλλιέργεια της φράουλας στο Νομό Ηλείας και στην περιοχή της Νέας Μανωλάδας (Εικ.4), προσφέροντας το 95% της ελληνικής παραγωγής. Στη Νέα Μανωλάδα καλλιεργείται ως επί το πλείστον η φράουλα θερμοκηπίου.



Συνολική γεωργική γη	37.000 χιλ. στρ.		πάνω από 51%
Έκταση καλλιέργειας	4 χιλ. στρ.		από 26% έως 50%
Παραγωγή	9 χιλ. τόνοι		από 16% έως 25%
Ποσοστό κάλυψης γ. γης	0,01%		από 6% έως 15%
			μέχρι 5% της γ. γης
			0% της γεωργ. γης

Εικόνα 4. : Οι καλλιεργούμενες περιοχές φράουλας ανά δημοτικό και κοινοτικό διαμέρισμα (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2007).

## 1.4 Εδαφοκλιματικές συνθήκες

### 1.4.1 Κλίμα

Η φράουλα χαρακτηρίζεται από την ιδιότητά της να προσαρμόζεται στις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η φράουλα μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές με υψόμετρο έως 1.000- 1.100 μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας.

Τις εποχές της άνοιξης και του καλοκαιριού που χαρακτηρίζονται από μέτριας έντασης και κανονικής κατανομής βροχοπτώσεις, το φυτό της φράουλας ευνοείται από το υγρό κλίμα που δημιουργείται. Η φράουλα φαίνεται να αποδίδει περισσότερο σε περιοχές με ήπιες βροχοπτώσεις. Όταν έχει εξασφαλιστεί νερό άρδευσης σε περιοχές που την άνοιξη δέχονται ελάχιστες βροχές, η φράουλα που καλλιεργείται σε αυτές τις περιοχές αποδίδει πρώιμα. Οι βροχοπτώσεις έχουν θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη των βλαστών και την παραγωγή των στολώνων. Όμως, οι βροχοπτώσεις με μεγάλη ένταση ή και διάρκεια προκαλούν προβλήματα στην ανθοφορία (ανθόρροια) και στην καρπόδεση με αποτέλεσμα να υπάρχει μειωμένη καρποφορία. Αυτό, κατά κύριο λόγο, διότι οι βροχές μαλακώνουν αρκετά τους καρπούς που τελικώς σαπίζουν.

Το χειμώνα η φράουλα αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες. Όταν οι θερμοκρασίες αγγίζουν τους  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , τότε μόνο υπάρχει καταστροφή των ανθέων και των φύλλων των καλλιεργειών της φράουλας. Από την άλλη, αξιοσημείωτη είναι η αντοχή της φράουλας στην περίπτωση που εισέλθει σε λήθαργο. Αυτό γιατί, όταν η φράουλα βρίσκεται σε λήθαργο, το ριζικό της σύστημα αντέχει παγετούς της τάξης των  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $-51\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Darrow, 1966). Έτσι, στην περίπτωση χιονόπτωσης, η φράουλα αντέχει και δε ξηραίνεται. Η κάλυψη με φύλλο πλαστικού ή αχυροστρωμένη, βοηθάει στη διατήρηση του ριζικού συστήματος χωρίς φόβο να καταστραφεί από τον παγετό. Η περίοδος που διατρέχει μεγάλο κίνδυνο είναι την περίοδο των όψιμων παγετώνων της άνοιξης, όταν ο βλαστός της έχει αναπτυχθεί αρκετά και φέρει άνθη και καρπούς. Οι

επιθυμητές θερμοκρασίες για τη φράουλα είναι από 6 °C η ελάχιστη έως 22- 23 °C. Κατά τη διάρκεια της νύχτας από 10- 13 °C και η προτιμότερη θερμοκρασία εδάφους από 12- 15 °C έως 30 °C. Ακόμη, η φράουλα προτιμά ελάχιστο φως.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση και την απόδοση του φυτού της φράουλας στην περίπτωση των υπαίθριων καλλιεργειών. Ωστόσο, δεν συμβαίνει το ίδιο στην περίπτωση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, χαμηλών ή υψηλών σκέπαστρων στις οποίες οι συνθήκες είναι τεχνητές μέχρι και την εποχή της συγκομιδής χωρίς να επηρεάζονται από τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες.

#### **1.4.2 Εαρινοποίηση**

Εαρινοποίηση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο η φράουλα εκτίθεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (7- 10 °C ) για να επιταχυνθεί η ανθοφορία και τελικώς η καρποφορία της (Ποντίκης, 1997). Η υποβολή στη διαδικασία της εαρινοποίησης επιβάλλεται για διάφορους λόγους διάφορους λόγους, κυρίως είτε λόγω πρώιμης φύτευσης είτε λόγω καταστροφής της φθινοπωρινής σποράς και επομένως με αυτή την υποβολή οι σπόροι από τα χειμωνιάτικα φυτά, θα χρησιμοποιηθούν για την ανοιξιάτικη σπορά. Σύμφωνα με τον Δαναλάτο (2010), οι εαρινές καλλιέργειες σε εύκρατες περιοχές ή τροπικά κλίματα, δεν είναι αναγκαίο να υποβληθούν στη διαδικασία αυτή των χαμηλών θερμοκρασιών για την ανάπτυξη των ανθών και των καρπών του φυτού.

Πιο συγκεκριμένα, αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος για ελάχιστο χρονικό διάστημα από λίγες ημέρες έως ελάχιστες ώρες, είναι χαμηλή, τότε πραγματοποιείται ενεργοποίηση βιοχημικών και φυσιολογικών διεργασιών του φυτού, που οδηγούν την εισαγωγή των φυτών στο αναπαραγωγικό τους στάδιο με αποτέλεσμα την δημιουργία ανθικών καταβολών. Ωστόσο, δεν υφίσταται το φαινόμενο της εαρινοποίησης ή

καθυστερεί αρκετά, όταν προηγουμένως η φράουλα έχει εκτεθεί σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Σκοπός της διαδικασίας της εαρινοποίησης είναι η συντόμευση του βιολογικού κύκλου της φράουλας για γρηγορότερη ανάπτυξη (Ποντίκης, 1997).

Ανάλογα με τις θερμοκρασίες στις οποίες υπόκεινται οι ποικιλίες της φράουλας ταξινομούνται σε φυτά βραχυήμερων ή ουδέτερων τύπων. Η φράουλα που χαρακτηρίζεται ως βραχυήμερος τύπος αναπτύσσεται έως τους 17°C και χαρακτηρίζεται ως ουδέτερος τύπος, όταν αναπτύσσεται σε συνθήκες με έως 14°C. Η άνθιση στους βραχυήμερους τύπους επέρχεται, όταν υπόκεινται σε πολλούς βραχυήμερους φωτοπεριοδικούς κύκλους των οχτώ έως δέκα ωρών. Η άνθιση μπορεί να πραγματοποιείται υπό μακροήμερες συνθήκες, εάν διατηρείται η θερμοκρασία μέχρι τους 17°C. Τα άνθη και οι καρποί από τις βραχυήμερες ποικιλίες που εγκαθίστανται το χειμώνα, εμφανίζονται τον Μάρτιο και τον Νοέμβριο, όπου οι θερμοκρασίες είναι μέτριας της κλίμακας. Η καρποφορία τους διαρκεί μόνο για τέσσερις έως πέντε εβδομάδες, αφού η ανάπτυξη των βλαστών και των στολόνων είναι μεγάλη.

Οι ουδέτερες ποικιλίες ή αλλιώς επετειοφόροι τύποι, σχηματίζουν άνθη υπό βραχείες και μακριές φωτοπεριοδούς. Αποκτούν διαφορετικά βλαστικά χαρακτηριστικά σε μακροήμερες συνθήκες, σχηματίζοντας Στόλωνες και παραφυάδες κατά την ανάπτυξή τους (Θανόπουλος, 2008).

Η διατήρηση της φυτείας κρατά μόνο για έναν χρόνο, διότι η ένταση του ψύχους που θα υπάρξει κατά τη διάρκεια του δεύτερου χειμώνα δεν είναι προβλέψιμη. Και στους δύο τύπους κυριαρχούν κοινά χαρακτηριστικά της μειωμένης παραγωγής και της υποβάθμισης της ποιότητας των καρπών. Για το λόγο αυτό, η φράουλα δεν ενδείκνυται να καλλιεργείται σε μέρη με χαμηλές θερμοκρασίες ακόμη και κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Στις περιοχές αυτές, οι φράουλες των καλλιεργούμενων

ποικιλιών βρίσκονται σε λήθαργο την περίοδο του χειμώνα και αναπτύσσονται έντονα κατά την δροσερή περίοδο του καλοκαιριού (Ποντίκης, 1997; Θανόπουλος, 2008).

### **1.4.3 Θερμοκρασία και φως στη φυσιολογία του φυτού της φράουλας**

Οι κλιματικοί παράγοντες της θερμοκρασίας και του φωτός σε σχέση με άλλους κλιματολογικούς παράγοντες έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζουν περισσότερο την πορεία ανάπτυξης της φράουλας. Βέβαια, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επιδρούν σε διάφορα στάδια ανάπτυξης της φράουλας, όπως η ξηρασία, η υγρασία της ατμόσφαιρας και τα υδάτινα κατακρημνίσματα. Ακολούθως, θα αναφερθούν με λεπτομέρειες οι επιρροές που δέχεται η φράουλα σε συγκεκριμένα βλαστικά στάδια και λειτουργίες της, χωρίς όμως να επηρεάζεται η ανάπτυξη του καρπού για την οποία αναφορά θα πραγματοποιηθεί παρακάτω.

### **1.4.4 Χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτού (σκληραγώγηση και λήθαργος)**

Το φυτό της φράουλας αναλόγως την ποικιλία στην οποία ανήκει, απαιτεί συγκεκριμένες συνθήκες ανάπτυξης σε θερμοκρασία και φως, ώστε να υπάρξει η μέγιστη ανάπτυξη του φυτού και των καρπών. Ειδικότερα, το φως και η θερμοκρασία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, διότι επηρεάζουν τις διαδικασίες της φωτοσύνθεσης, της αναπνοής και της διαπνοής.

Πρόσθετα, άλλοι παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη της φράουλας είναι η υγρασία του εδάφους, η σχετική υγρασία, το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που

περιέχεται στην ατμόσφαιρα σε συνθήκες θρέψης, ο άνεμος. Η συνεχόμενη φωτοπερίοδος άνω των δώδεκα ωρών και οι θερμοκρασίες από 20 °C έως 26 °C, αρκούν σαν βασικά στοιχεία για τις περισσότερες ποικιλίες να αναπτυχθούν με γρήγορο ρυθμό. Παρόλο που δεν έχει αποσαφηνιστεί εντελώς η επιρροή του φωτός στο φυτό της φράουλας, κάθε ποικιλία αντιδρά διαφορετικά κατά τη διάρκεια της μέρας.

Παρόμοιοι κλώνοι σε θερμοκηπιακές συνθήκες εκδηλώνουν τη μέγιστη ανάπτυξή τους κατά τη διάρκεια του καθεστώτος της μεγαλύτερης, αλλά και μικρότερης ημέρας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των ποικιλιών της *F. Moschata* και *F. virginiana* που εκδηλώνουν μεγαλύτερη ανάπτυξη στις μεγάλες ημέρες, ενώ συγκεκριμένα η *F. Virginia*, εκφράζει τη μεγαλύτερη απόδοσή της το χειμώνα και με τεχνητό φωτισμό. Αρκετά διαφορετική είναι η αντίδραση των ποικιλιών της *F. Chiloensis*, όπου ορισμένες ποικιλίες αυτών αναπτύσσονται καλύτερα σε καθεστώς μικρής ημέρας και άλλες καλύτερα σε μεγάλης ημέρας (Darrow 1966). Στην Ελλάδα τα μέσα Ιουνίου θεωρείται η περίοδος, όπου η φράουλα αποκτά την μεγαλύτερη ανάπτυξή της. Την περίοδο του καλοκαιριού δεν αναπτύσσονται πιο πολύ, γιατί η υγρασία που διαθέτουν, καταναλώνεται για την παραγωγή στολώνων. Κατά τους φθινοπωρινούς μήνες το υπέργειο τμήμα τους διατηρείται ζωντανό, εφόσον οι θερμοκρασίες είναι σταθερές και όχι χαμηλές, όπως την περίοδο της χειμερινής περιόδου.

Η ένταση του φωτός διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού της φράουλας, όπου επηρεάζει και άμεσα τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Πολλές έρευνες αποδεικνύουν, ότι η επιρροή της έντασης του φωτός είναι μεγαλύτερη στις αειφορούσες ή πολύφορες ποικιλίες φράουλας που η καρποφορία τους επέρχεται συνήθως υπό καθεστώς μεγάλης φωτοπεριόδου (καλοκαίρι ή φθινόπωρο με συμπληρωματικό φωτισμό). Αν και η φυτεία της φράουλας είναι πολυετής, η κεφαλή του υπέργειου τμήματός της, μπορεί να υποστεί σοβαρές βλάβες από έναν

απρόβλεπτο παγετό στα τέλη του φθινοπώρου. Η σταδιακή μείωση των θερμοκρασιών οδηγεί στην αποφυγή των ζημιών αυτών, αλλά και στην προοδευτική σκληραγώγηση των φυτών. Και στην περίπτωση της σκληραγώγησης η ποικιλία και το είδος των φυτών της φράουλας, διαδραματίζουν ξεχωριστό ρόλο. Με τη διαδικασία της σκληραγώγησης η φράουλα δείχνει ανοχή σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες τους χειμερινούς μήνες και συγκεκριμένα σε βαθμούς της τάξεως των  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , υπό την προϋπόθεση της σταδιακής μετάβασης από τις θετικές θερμοκρασίες σε καθεστώς  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ο λήθαργος είναι δυνατόν να επέλθει με την πραγματοποίηση της ομαλής εισόδου και της παραμονής των φυτών στους  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  για ορισμένες ημέρες. Η δυνατότητα παραμονής στην κατάσταση αυτή, προσδίδει στα φυτά την ικανότητα αντοχής σε πάρα πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Στα εύκρατα μέρη, όπως είναι η Ελλάδα, σπανίως εμφανίζονται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, όποτε και φυτά, όπως η φράουλα, δεν διατρέχει κίνδυνο να ξηραθεί. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, όπου εκεί επιβάλλονται θερμοκρασίες ανάμεσα στους  $7-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ώστε τα φυτά να εισέλθουν σε λήθαργο. Ύστερα από την είσοδο των φυτών σε λήθαργο, μεγαλύτερη σημασία από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος έχει η θερμοκρασία που αναπτύσσεται μέσα στους ιστούς της κεφαλής του φυτού. Από τα παραπάνω γίνεται η παραδοχή ότι η φράουλα, όταν είναι καλυμμένη με διάφορα υλικά, όπως η αχυροστρωμνή, μπορεί να επιζήσει και με τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Η κάθε ποικιλία φράουλας εκδηλώνει διαφορετική αντοχή στους παγετούς και αυτό διατηρείται σε κάθε ποικιλία ξεχωριστά.

Για τον παραπάνω λόγο έχουν δημιουργηθεί καλλιεργούμενες ποικιλίες, όπως οι *Cheynne, Wyoming* και *Station*, όπου έχουν τη δυνατότητα με την κατάλληλη σκληραγώγηση να αντέξουν τις θερμοκρασίες του χειμώνα, συγκεκριμένα έως  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Αν και η αντοχή κατά τη διάρκεια του ληθάργου αφορά περισσότερο τις υπαίθριες



καλλιέργειες, δεν συμβαίνει το ίδιο με τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Αυτό γιατί, οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες προστατεύονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα με τον κατάλληλο εξοπλισμό και φροντίδα των θερμοκηπίων (Κανάκης, 2004).

Όσο πιο νότια συναντάμε καλλιέργειες της φράουλας τόσο πιο γρήγορα προσαρμόζεται στις συνθήκες του εκάστοτε περιβάλλοντος, όπως συμβαίνει στις νότιες περιοχές της χώρας μας. Οι ποικιλίες που προέρχονται από νότιες περιοχές μπορούν να προσαρμοστούν στις συνθήκες της Ελλάδας και να καλλιεργηθούν σε καθεστώς μικρής φωτοπεριόδου και σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών χωρίς να χρειαστεί να περάσουν από την κατάσταση του ληθάργου. Από την άλλη, ποικιλίες των βόρειων περιοχών - κοντά στον αρκτικό κύκλο – έχουν μικρή ανάπτυξη υπό καθεστώς μικρής φωτοπεριόδου. Σε περίπτωση που επιλεγούν για καλλιέργεια σε συνθήκες μικρής φωτοπεριόδου αναγκαστικά υπόκεινται στη διαδικασία υποβολής σε χαμηλές θερμοκρασίες (περίπου στους 0°C) για ικανοποιητική χρονική περίοδο, ώστε να είναι επαρκής και να διακόψει το λήθαργο τον οποίο διέρχονται. Συνήθως την περίοδο Οκτωβρίου- Νοεμβρίου οι διάφορες ποικιλίες της φράουλας που προσαρμόζονται στις εύκρατες περιοχές παράγουν φύλλα με μεγάλο έλασμα και μακρύ μίσχο, ενώ από την άλλη οι ποικιλίες της φράουλας όπου προσαρμόζονται στα ψυχρά κλίματα, έχουν μικρή έως καθόλου ανάπτυξη (Κανάκης, 2004).

#### **1.4.5 Παραγωγή στολώνων**

Η παραγωγή στολώνων εκδηλώνεται υπό συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Εάν το μήκος ημέρας είναι τουλάχιστον δώδεκα ωρών και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πάνω από δέκα βαθμούς, τότε υπάρχει παραγωγή στολώνων. Όπως υποστηρίζουν και οι Downs και Piringer (1955), η παραγωγή στολώνων αυξάνεται, καθώς αυξάνεται παράλληλα και το μήκος της ημέρας, έως των 15 ωρών. Πιο συγκεκριμένα έχει αποδειχτεί, ότι ένα καθεστώς φωτοπεριόδου 15 ωρών ταυτόχρονα με θερμοκρασίες της τάξεως των 22 - 23°C αποτελεί το καλύτερο περιβάλλον για την ταχύτερη

ανάπτυξη των παραγόμενων στολώνων. Επιπλέον, η ποσότητα των ανθέων στη φράουλα, συσχετίζεται άμεσα με τον χρόνο έναρξης της παραγωγής στολώνων κατά την περίοδο της άνοιξης. Έτσι, φυτά που δε φέρουν άνθη παράγουν στόλωνες νωρίτερα από εκείνα που ανθοφορούν. Για αυτό το λόγο και στις φυτείες που προορίζονται για παραγωγή αγενούς πολλαπλασιαστικού υλικού μέσω στολώνων, επιβάλλεται η απομάκρυνση των ανθέων αμέσως μόλις εμφανιστούν στο φυτό.

#### **1.4.6 Οφθαλμοί, παραγωγή ανθέων και Χαρακτηριστικά εδάφους**

Το φθινόπωρο είναι η συνηθέστερη εποχή όπου πραγματοποιείται η διαφοροποίηση των οφθαλμών του φυτού της φράουλας σε ανθοφόρους. Οι περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες χαρακτηρίζονται από την ιδιότητα αυτή, άλλες όταν η φωτοπερίοδος μειώνεται σε επίπεδα έντεκα έως δεκατριών ωρών και άλλες όταν η φωτοπερίοδος είναι ακόμη πιο χαμηλή χωρίς να ξεπερνά κάποια ποικιλία τις έξι ώρες φωτοπερίοδου. Παράλληλα με τη μικρή φωτοπερίοδο για να πραγματοποιηθεί η έναρξη της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών, κυριαρχούν και χαμηλές θερμοκρασίες στον περιβάλλοντα χώρο, αποδίδοντας περισσότερα και σε μεγαλύτερο βαθμό. Είναι χρήσιμο να επισημανθεί η κλίμακα διακύμανσης των χαμηλών θερμοκρασιών που υφίσταται η διαδικασία της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών, η οποία κυμαίνεται από τους 10°C έως τους 18°C. Για τα εύκρατα κλίματα, όπως της Ελλάδας η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών μπορεί να λάβει χώρα και σε υψηλότερες θερμοκρασίες, της τάξεως των 21 έως 23°C. Η διάρκεια διαφοροποίησης των οφθαλμών είναι συνήθως από έξι έως οχτώ εβδομάδες.

Διαφορετική παραγωγή ανθέων παρατηρείται στα θερμοκήπια ή στις καλλιέργειες χαμηλών σκεπάστρων, όπου ξεκινά από τα τέλη του χειμώνα, ενώ η συγκομιδή των καρπών από τα τέλη Μαρτίου ή αρχές Απριλίου. Το γεγονός που βοηθά στην αύξηση της παραγωγής των καρπών είναι η μη ύπαρξη στολώνων στα φυτά εκείνη την

περίοδο. Αυτό, διότι αν υπάρξει παραγωγή στολώνων κατά τη διάρκεια της καρποφορίας δημιουργείται συνήθως μικρότερος αριθμός καρπών σε σχέση με τα φυτά που ξεκινούν την παραγωγή στολώνων ύστερα από τη συγκομιδή των καρπών. Όπως έντονα έχουν αποδείξει και οι Morrow and Beaumont (1931) και οι Sproat et al. (1935), η παρουσία στολώνων σε υπαίθρια φυτεία είναι ικανή να μειώσει έως και 65% την παραγωγή των καρπών. Ένας τρόπος αντιμετώπισης είναι η έγκαιρη αφαίρεση των ενδεχόμενων στολώνων που παράγονται στις φυτείες της φράουλας, διότι σε μία ταξιανθία κάτω από συνθήκες υψηλής υγρασίας, το πρώτο γόνατο της που θα έρθει σε επαφή με το έδαφος, υπάρχει η πιθανότητα να ριζοβολήσει και να αποδώσει ένα τέλειο φυτό ή να παράγει από άλλο γόνατο έναν στόλωνα (Hughes, 1979).

Τα καταλληλότερα εδάφη για τη φύτευση του φυτού της φράουλας είναι τα ελαφρά και μέσης σύστασης. Τα εδάφη μέσης σύστασης είναι τα εδάφη με την χαρακτηριστική ονομασία αμμοπηλώδη και αμμοαργιλώδη. Αυτά τα εδάφη χαρακτηρίζονται πλούσια σε οργανική ουσία, καθιστώντας τα γόνιμα, καλά αποστραγγιζόμενα και αρδευόμενα. Δεν αποκλείεται η ύπαρξη και άλλων τύπων εδαφών που να είναι κατάλληλα για την ανάπτυξη της φράουλας, όμως οι προαναφερθείσες κατηγορίες εδαφών εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη απόδοση της καλλιέργειας. Ακόμη, τα χαρακτηριστικά των αμμωδών και πολύ ελαφρών εδαφών είναι η μη συγκράτηση υγρασίας. Την εποχή της άνοιξης αυτό το φαινόμενο σε αυτή την κατηγορία εδάφους, ωφελεί το φυτό και ωριμάζει πρώιμα, αλλά την εποχή του καλοκαιριού δημιουργούνται σοβαρά ζητήματα με το ριζικό σύστημα του φυτού, επειδή είναι αβαθές και δεν έχει τη δυνατότητα να εκμεταλλευτεί το απαραίτητο νερό που χρειάζεται από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους που βρίσκεται (Κανάκης, 2004; Hughes, 1979).

## **1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες**

**Εγκατάσταση φυτείας:** Η φράουλα ως πολυετές φυτό (2 έως 4 χρόνια ανάλογα το καλλιεργητικό σύστημα), επηρεάζεται σημαντικά από την ποιότητα του χώματος, όπου φιλοξενείται. Η βελτίωση της δομής και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους, η αντιμετώπιση των ζιζανίων και η διαμόρφωση θέσεων μεταφύτευσης φυτών, εξαρτάται από την προφυτευτική κατεργασία του εδάφους (ΥΓΑΑΠ Κύπρου, 2017; Κανάκης, 2004).

Αρχικά, πραγματοποιείται η απομάκρυνση των υπολειμμάτων από τα άλλα ενδεχόμενα φυτά- ζιζάνια του εδάφους, ακολουθεί η άροση και η άρδευσή του. Το χωράφι όπου θα φιλοξενήσει φυτά ψυγείου τους καλοκαιρινούς μήνες, χρειάζεται να μένει σε αγρανάπαυση από την αρχή της άνοιξης που προηγήθηκε. Πρόσθετα, εάν τοποθετηθούν στο χωράφι έρριζα φρέσκα φυτά από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο, είναι επιβεβλημένο το βαθύ όργωμα μετά τη συγκομιδή, ώστε τα υπολείμματα υγρασίας να καθιστούν πιο εύκολη την κατεργασία του χωραφιού.

**Συμπλήρωση φυτών – Βοτάνισμα – Αφαίρεση στολώνων και ανθέων:** Μετά τη φύτευση ακολουθεί επιθεώρηση των φυτών για τυχόν απώλειες όσων φυτεύτηκαν. Εάν διαπιστωθεί κάτι τέτοιο συμπληρώνονται τα κενά με νέα φυτά της ίδιας παρτίδας πολλαπλασιαστικού υλικού για να υπάρξει ομοιομορφία ανάπτυξης όλων των φυτών της φυτείας. Παράλληλα, γίνεται βοτάνισμα χειρονακτικά ή και με τη βοήθεια σκαλιστηριών, εφόσον έχουν εμφανιστεί ζιζάνια. Επόμενο στάδιο είναι η απομάκρυνση των στολώνων και των ανθέων. Η έκπτυξη των στολώνων και η παραγωγή των ανθέων ευνοούνται το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο αναλόγως την προέλευση των φυτών. Και οι Στόλωνες και τα άνθη αποτελούν πηγές εισροής θρεπτικών στοιχείων, πράγμα το οποίο ελαχιστοποιεί την ανάπτυξη των μητρικών φυτών. Επίσης, είναι δυσχερής και η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών της φράουλας που οδηγεί

στη μειωμένη καρπόδεση. Έτσι, κρίνεται αναγκαία η έγκαιρη αφαίρεση των στολώνων και των πρώιμων ανθέων (Huges, 1979· Βαρβέρης, 1986).

**Άρδευση:** Ενδείκνυται η ελεγχόμενη άρδευση των καλλιεργειών χωρίς υπερβολές, διότι στην περίπτωση αυτή θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων στα φυτά της φράουλας. Η προσβολή από ασθένειες, όπως του βοτρυτή είναι ένα αποτέλεσμα υπερβολικής άρδευσης με συνέπεια τους πολύ ώριμους καρπούς. Για το λόγο αυτό η τεχνητή βροχή ή το πότισμα με σταγόνα είναι από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους άρδευσης μιας καλλιέργειας. Το σύστημα της τεχνητής βροχής είναι εύκολο προς τη χρήση του, ενώ η άρδευση με σταγόνα κρίνεται καλύτερη, διότι επιτυγχάνεται ομαλότερη κατανομή του νερού. Η φράουλα αναπτύσσεται καλύτερα σε νωπά εδάφη, γενικότερα όμως, τα υψηλά επίπεδα υγρασίας είναι απαραίτητα την περίοδο της ανθοφορίας και της καρποφορίας, ενώ οι κλιματολογικές συνθήκες και η ποικιλία της φράουλας, καθορίζουν την ποσότητα του νερού που χρειάζεται μια καλλιέργεια (ΥΓΑΑΠ Κύπρου, 2017 & Νυδριώτη, 2015).

**Λίπανση:** Τα λιπάσματα βοηθούν στην ανάπτυξη του φυτού της φράουλας και των καρπών της, για αυτό χρειάζεται να ρίπτονται με φειδώ στις σωστές δοσολογίες. Για να εφαρμοστούν τα κατάλληλα λιπάσματα, πρέπει να προηγηθεί η ανάλυση του εδάφους. Διεξοδική ανάλυση της λίπανσης αναλύεται στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας. Η φράουλα χωρίς να είναι απαιτητικό φυτό λιπασμάτων, έχει ανάγκη από την προσθήκη θρεπτικών στοιχείων, όπως του αζώτου, του καλίου και του φωσφόρου. Η υδρολίπανση είναι μία από τις μεθόδους που συνιστάται για τη προσθήκη θρεπτικών στοιχείων (Γκράτζιος, 1964).

**Εδαφοκάλυψη:** Τα αναχώματα που δημιουργούνται (σαμάρια) στις καλλιέργειες της φράουλας, συνήθως καλύπτονται με πλαστικό κάλυμμα (εδαφοκάλυψη), προσφέροντας πολλά οφέλη στις καλλιέργειες. Στη Δυτική Ελλάδα, η φύτευση διαρκεί

από το Σεπτέμβριο έως τα τέλη Οκτωβρίου και συνηθίζεται η κατασκευή σαμαριών ύψους περίπου 30 cm, τοποθετημένα σε ευθείες γραμμές.

Η τοποθέτηση αυτή σε σαμάρια βοηθά στην αποστράγγιση και στη διευκόλυνση συλλογής των καρπών κατά τη συγκομιδή. Εάν η καλλιέργεια δεν έχει πλαστικό κάλυμμα, τότε προστίθεται αχυροστρωμή (καλαμιά). Η κάλυψη αυτή προστατεύει τους καρπούς να έρθουν σε επαφή με το χώμα, να μην αλλοιωθούν εμφανισιακά και να προστατευτούν από παθογόνους μικροοργανισμούς (Νυδριώτη, 2015). Η ηλιοαπολύμανση συνιστάται για την αντιμετώπιση ασθενειών του εδάφους και οι κλιματολογικές συνθήκες είναι βασικός παράγοντας επιρροής των φυτών που εγκαθίστανται (ΥΓΑΑΠ Κύπρου, 2017).

**Κλάδεμα φράουλας:** Για την ανάπτυξη και την καρποφορία της η φράουλα δεν χρειάζεται έντονη περιποίηση κλαδέματος. Την περίοδο της άνοιξης, καλούνται οι παραγωγοί να αφαιρέσουν τα ξερά, κιτρινωπά και σάπια φύλλα, καθώς και τους ξηρούς και αδύναμους βλαστούς, ώστε η φράουλα να ενισχυθεί βλαστικά στην ανάπτυξη και την καρποφορία του. Στα νεαρά φυτά κατά τον Λιονουδάκη (2020), χρειάζεται η αφαίρεση των πρώτων ταξιανθιών που θα δημιουργηθούν αμέσως μετά την εγκατάστασή τους στο χώμα για να αναπτυχθούν με ευκολία (Λιονουδάκης, 2020).

## 1.6 Πολλαπλασιασμός της φράουλας

Ο πολλαπλασιασμός της φράουλας μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους. Μπορεί να πραγματοποιηθεί πολλαπλασιασμός με σπόρο, αλλά απαιτεί πολύ χρόνο χωρίς να έχει μεγάλα ποσοστά επιτυχίας. Επίσης, τα χαρακτηριστικά που θα αποδώσει ο σπόρος πολλές φορές δεν είναι όμοια με του μητρικού φυτού. Με την εξέλιξη των μεθόδων διατήρησης των σπόρων, η κατάψυξη αυτών για δύο εβδομάδες περίπου πριν τη σπορά, αποτελεί μια μέθοδο που βοηθά στη βελτίωση της βλαστικότητας των σπόρων.

Η φράουλα πολλαπλασιάζεται αγενώς και εγγενώς και οι τρόποι αυτοί στις μέρες μας είναι οι πιο διαδεδομένοι για τον πολλαπλασιασμό της φράουλας. Ο εγγενής πολλαπλασιασμός είναι ο πολλαπλασιασμός που πραγματοποιείται από το σπόρο. Όσοι εφαρμόζουν αυτό τον τρόπο πολλαπλασιασμού, σκοπός τους είναι η δημιουργία νέων ποικιλιών και υβριδίων. Σύμφωνα με τον Κανάκη (2004), αυτός ο τρόπος πολλαπλασιασμού δεν έχει καμία πρακτική αξία για τη δημιουργία μιας φυτείας με παραγωγική κατεύθυνση.

Από την άλλη ο αγενής πολλαπλασιασμός είναι η συνηθέστερη μέθοδος πολλαπλασιασμού της φράουλας. Ο τρόπος αυτός είναι αποτελεσματικός και με μεγάλα ποσοστά επιτυχίας. Τα φυτά που παράγονται από τον αγενή τρόπο πολλαπλασιασμού, μπορεί να προέρχονται είτε με φυσικό τρόπο από παραφυάδες που δημιουργούνται από τους Στόλωνες, η λεγόμενη παραδοσιακή μέθοδος, είτε από *in vitro* καλλιέργειες εργαστηρίου, η σύγχρονη βιοτεχνολογική μέθοδος.

Η εγκατάσταση ειδικών φυτειών με συνεχείς ελέγχους της υγιεινής κατάστασης, αλλά και της γονοτυπικής ταυτότητας των φυτών της φράουλας, πραγματοποιείται για την παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού. *Έρριζα φρέσκα φυτάρια* προκύπτουν από τις φυτείες αυτές την περίοδο του Αυγούστου έως τον επόμενο Μάρτιο. Δημιουργούνται και *έρριζα μοσχεύματα ψυγείου* την περίοδο του Ιανουαρίου έως τον

Φεβρουάριο. Αναλυτικότερα, τα έρριζα αυτά μοσχεύματα, ονομάζονται μοσχεύματα ψυγείου, γιατί ξεπλένονται από τα χώματα, απαλλάσσονται από τα φύλλα και διατηρούνται στους -10C έως -1,70 C στο ψυγείο. Η απόψυξή τους επέρχεται τέλη καλοκαιριού και σπανιότερα το μήνα Σεπτέμβριο, όπου υπό φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος, φυτεύονται στο χώμα (Κανάκης, 2004; Λιονουδάκης, 2020; Νυδριώτη, 2015).

Στις σύγχρονες μεθόδους παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού, ανήκει η υδροπονία, που εφαρμόζεται σήμερα και στην περιοχή του νομού Ηλείας. Με αυτή την μέθοδο τα μητρικά φυτά αναπτύσσονται υδροπονικά και παράγουν Στόλωνες από τους οποίους παίρνουμε το πολλαπλασιαστικό υλικό και μεταφέρεται σε τζιφάκια. Με αυτή την μέθοδο απαλλάσσεται το νεαρό φυτό από τις ασθένειες του εδάφους και αυτό αποτελεί το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής, αναπτύσσοντας πρώιμη και καλύτερη παραγωγή.



**Εικόνα 11:** Πολλαπλασιασμός φυτού φράουλας με στόλωνες(υδροπονική μέθοδος).

## 1.7 Συγκομιδή – Συντήρηση



Η περίοδος συγκομιδής της φράουλας για καλλιέργειες θερμοκηπίων ή χαμηλών σκεπάστρων, αλλά και των υπαίθριων καλλιεργειών, ξεκινά σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Αναλόγως τη γεωγραφική θέση που βρίσκονται οι φυτείες, αρχίζει και η συγκομιδή τους. Ειδικότερα, για τις φράουλες των θερμοκηπίων ή των χαμηλών σκεπάστρων, η συγκομιδή ξεκινά στη Βόρεια Ελλάδα από τα μέσα της άνοιξης, στην Κρήτη από το Φεβρουάριο και ο μήνας συγκομιδής για την Πελοπόννησο, είναι ο Μάρτιος. Η συγκομιδή των υπαίθριων καλλιεργειών ξεκινά περίπου έναν μήνα αργότερα για κάθε προαναφερθείσα περιοχή (Κανάκης, 2004).

Οι φράουλες συγκομίζονται στο ώριμο στάδιο τους, όταν δηλαδή, η μεγαλύτερη επιφάνεια του καρπού είναι κόκκινη. Η θερμοκρασία τους χρειάζεται να είναι χαμηλή και να συλλέγονται σε πλήρη στέγνη συνήθως τις πρωινές ώρες. Οι θωπείες από ανθρώπινα χέρια πρέπει να αποφεύγονται αυστηρά και να είναι περιορισμένες, γιατί λόγω της ευαίσθητης δομής της, αλλοιώνεται εξωτερικά. Η συλλογή της φράουλας απαιτεί πολλά εργατικά χέρια, για αυτό και ανεβαίνει το κόστος παραγωγής της. Άξιο αναφοράς, είναι ο τρόπος καλλιέργειας των υδροπονικών καλλιεργειών σε κάθετες στήλες, όπου εκεί είναι πιο εύκολη η συλλογή και μειώνεται αρκετά το εργατικό κόστος (Hughes, 1979; Κανάκης, 2004; Γκράτζιος, 1964).

Η φράουλα χαρακτηρίζεται ευαίσθητο προϊόν και η προσεκτική συντήρησή της ήδη από το στάδιο της συγκομιδής, κρίνεται αναγκαία. Οι καρποί της φράουλας είτε προέρχονται από υπαίθριες καλλιέργειες είτε από θερμοκηπιακές, τοποθετούνται σε κιβώτια με εσωτερική μαλακή επένδυση και στη συνέχεια μεταφέρονται σε δροσερό μέρος όπου γίνεται η διαλογή και στη συνέχεια η τυποποίησή τους σε μικρότερες συσκευασίες, συνήθως του μισού κιλού (Νυδριώτη, 2015). Επακόλουθα, οι φράουλες για να μην μολυνθούν από μυκητολογικές ασθένειες, προψύχονται σε ψυγεία στους 2 - 3° C. Έπεται η αποθήκευσή τους σε θαλάμους των ίδιων θερμοκρασιών με σχετικά υψηλή υγρασία για διάστημα έξι ημερών.

Όσοι συγκομισθέντες καρποί είναι να μεταφερθούν σε χώρες της Ευρώπης, πλένονται, προψύχονται και τελικώς συσκευάζονται. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους είναι σημαντική η τήρηση της θερμοκρασίας στους +4° C, οπότε ταξιδεύουν με μέσα – ψυγεία για να διατηρηθούν μέχρι τον τελικό προορισμό τους.



**Εικόνα 12.** Η συγκομιδή της φράουλας σε θερμοκήπιο ιδιοκτησίας Μαντζούτσου Αλεξάνδρας.

## **Κεφάλαιο Δεύτερο**

### **2.1 Σύστημα καλλιέργειας φράουλας σε ανοιχτό αγρό**

Οι συνηθέστερες καλλιέργειες φράουλας στην Ελλάδα πραγματοποιούνται σε συνθήκες ανοιχτού αγρού, δηλαδή υπαίθριων παραδοσιακών φυτειών, αλλά και υπό συνθήκες σκεπάστρων.

Στο σύστημα καλλιέργειας σε ανοιχτό αγρό, οι φράουλες τοποθετούνται σε σειρές απόστασης 90 cm και σε απόσταση 42.5 cm επί των σειρών, δίνοντας 10.250 φυτά ανά στρέμμα. Η εγκατάσταση των φυτών μπορεί να ξεκινήσει από τα μέσα περίπου του Σεπτεμβρίου μέχρι τα τέλη του Μάρτη με την προϋπόθεση ότι εδαφικές συνθήκες είναι κατάλληλες.

Κρίνεται απαραίτητο, οι ρίζες να μη στεγνώσουν και να μην εκτίθενται τα φυτά στο έδαφος. Οι Στόλωνες χρειάζεται να τοποθετηθούν με προσεχτικό τρόπο, ώστε η στεφάνη να είναι στο ίδιο επίπεδο με το έδαφος. Η πολύ βαθιά τοποθέτηση της στεφάνης, καταλήγει στην κάλυψη της από χώμα με αποτέλεσμα την δυσχερή ανάδυση των φύλλων και ως εκ τούτου την μη ανάπτυξη του φυτού. Εάν προκύψει το αντίθετο, δηλαδή τοποθέτηση σε πιο υψηλά επίπεδα στο χώμα, τότε οι ρίζες θα είναι αρκετά εκτεθειμένες και η ανάδυση των νέων ριζών από τη βάση της στεφάνης, θα είναι δύσκολη. Οι εκτεθειμένες ρίζες διατρέχουν κίνδυνο βλαβών, όπως τις βλάβες από ζιζανιοκτόνα και τους παγετούς. Κατά τη φύτευση σε ανοιχτούς αγρούς γίνεται χρήση του dibber ή του εργαλείου φύτευσης που δημιουργεί μια τρύπα αρκετά βαθιά για να αποφευχθεί ο διπλασιασμός των ριζών. Οι σειρές των φυτών της φράουλας χρειάζεται να βρίσκονται έως τα 65m. Το γεγονός αυτό, ελαχιστοποιεί τον χρόνο συγκομιδής των καρπών. Οι μεγαλύτερες σε μήκος σειρές χωρίζονται με μια διασταύρωση, ώστε να επιτρέπουν πιο εύκολα τη συλλογή των καρπών από κάθε άκρη τους.

Απαραίτητη είναι η ύπαρξη υγρασίας στο έδαφος όπου θα φυτευτούν τα φυτά της φράουλας. Μετά τη διαδικασία της φύτευσης, γίνεται εφαρμογή ενός κατάλληλου ζιζανιοκτόνου, το οποίο θα εφαρμόζεται σε πιο συχνή βάση μελλοντικά. Η διαδικασία αυτή εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου, εξαρτάται από τα ζιζάνια που εμφανίζονται περισσότερο στο έδαφος εγκατάστασης και ακολούθως τον εντοπισμό τους, υπάρχει η δυνατότητα σχεδιασμού ενός προγράμματος ψεκασμού.



Εικόνα 13. Φύτευση σε διπλές γραμμές ([Θερμοκήπιο Μαντζούτσου Αλεξάνδρας](#))

## 2.2 Χαμηλών σκέπαστρων κάλυψη

Οι καλλιέργειες της φράουλας, όπως προαναφέρθηκε, συνηθίζονται στη χώρα μας και σε χαμηλών σκεπάστρων, όπου ομοιάζει αρκετά με τις καλλιέργειες του ανοιχτού αγρού. Στην περίπτωση καλλιέργειας σε χαμηλά σκέπαστρα, κρίνεται σημαντική η διαδικασία της άρδευσης, του αερισμού και της ύπαρξης σχετικής υγρασίας. Συνήθως, οι καλλιέργειες φυτών ενός έτους, αποδίδουν παραγωγικά περισσότερο σε συνθήκες χαμηλής κάλυψης.

Τα φυτά στις καλλιέργειες χαμηλών σκεπάστρων φυτεύονται, όπως του ανοιχτού αγρού σε σειρές απόστασης 90 cm και σε απόσταση 42.5 cm επί των σειρών. Τα σκέπαστρα συνήθως είναι πλαστικά ή και γυάλινα. Οι κλιματικές συνθήκες θα καθορίσουν τον χρόνο τοποθέτησης των πλαστικών σκεπάστρων, κυρίως η συχνότητα εμφάνισης των παγετών, για αυτό ξεκινά η τοποθέτηση από τον Ιανουάριο έως τον Μάρτιο.

Τα πλαστικά αυτά σκέπαστρα, τοποθετούνται σε σχήμα τούνελ με ελάχιστο πλάτος τα 45cm, αλλά προτιμάται και η μεγαλύτερη κατασκευή του, ύψος από 30cm και πάνω και μήκος αρκετά μεγάλο. Τα πλαστικά στηρίζονται σε εύκαμπτες, γαλβανισμένες, μεταλλικές ράβδους και οι άκρες τους εισχωρούν στο έδαφος. Οι αποστάσεις των ράβδων είναι περίπου στα 75cm μεταξύ τους. Οι άνεμοι επιδρούν αρνητικά στην καλλιέργεια και για αυτό το λόγο κρίνεται σημαντική η σταθερή στερέωση και το καλό τέντωμα των πλαστικών για να αντέχει στη δύναμη των ανέμων. Παράλληλα, εξυπηρετεί και στην αποστράγγιση των υδρατμών που δημιουργούνται στις πλαϊνές πλευρές τους, παραμένοντας στεγνά φυτά και αποφεύγοντας τη μόλυνση από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Η διαδικασία της επικονίασης διευκολύνεται με τον αερισμό του τούνελ ιδίως τις πολύ θερμές ημέρες, ώστε να αποφευχθούν οι υψηλές θερμοκρασίες και η δημιουργία υγρασίας που θα οδηγήσουν σε αδύνατη βλάστηση και παραμορφωμένους καρπούς.



Κατά τη συλλογή των καρπών, πραγματοποιείται το κλάδεμα των παλιών φύλλων και τυχόν βλαστών. Με την τοποθέτηση των τούνελ επιτυγχάνεται η πρόωμη ωρίμανση των καρπών και συνεπώς η αύξηση της παραγωγής, ωστόσο τα τούνελ είναι δαπανηρά.



**Εικόνα 14.** Ένα Θερμοκήπιο πολυτούνελ

### 2.3 Καλλιέργειες Θερμοκηπίου

Η καλλιέργεια της φράουλας στο θερμοκήπιο μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους:

α) Στο έδαφος, ομοίως της χαμηλής κάλυψης και

β) Υδροπονικά

Στην περίπτωση η εγκατάσταση της φυτείας ομοιάζει με της υπαίθριας καλλιέργειας και της καλλιέργειας σε τούνελ. Διαφέρει από της υπαίθρου ως προς την πυκνότητα φύτευσης, όπου είναι μεγαλύτερη. Φυτά στις καλλιέργειες αυτές φτάνουν έως και τα 7,0-7,5 χιλιάδες φυτά ανά στρέμμα. Η απόδοσή τους όμως, είναι μεγαλύτερη από τις καλλιέργειες της υπαίθρου, παράγοντας έως και 7.000 κιλά ανά στρέμμα στην Ελλάδα συγκεκριμένα από την ποικιλία *Selva* (Becket, 1998).



**Εικόνα 15.** Μια τυπική υδροπονική καλλιέργεια φράουλας

## 2.4 Υδροπονική Καλλιέργεια Φράουλας

**Υδροπονία** ονομάζεται η κάθε μέθοδος των φυτών που καλλιεργούνται με το ριζικό τους σύστημα να αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους, για αυτό και είναι γνωστή ως η εκτός εδάφους καλλιέργεια. Πολλές φορές είναι γνωστή και ως τεχνητή καλλιέργεια ή ανέδαφος γεωργία. Σύμφωνα με τη μέθοδο της υδροπονίας η καλλιέργεια των φυτών πραγματοποιείται σε πορώδη αδρανή υποστρώματα στα οποία ρίπτονται θρεπτικά διαλύματα ή καλλιεργούνται σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα. Το κύριο χαρακτηριστικό του θρεπτικού διαλύματος είναι ότι εμπεριέχει όλα τα θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τα φυτά ως αραιό υδατικό διάλυμα. Τα σύγχρονα καλλιεργητικά μέσα της υδροπονίας, βασίζονται στη χορήγηση ενός τεχνητά παρασκευασμένου θρεπτικού διαλύματος, εσωτερικά του οποίου αναπτύσσεται η ρίζα, τροφοδοτώντας την επίσης με νερό και θρεπτικά στοιχεία. Η μέθοδος της υδροπονίας στοχεύει στην δημιουργία ενός ιδανικού περιβάλλοντος για τη ρίζα, στην βελτιστοποίηση των αποδόσεων των φυτών και στην βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων (Σάββας, 2009; Κανάκης, 2004).

Η υδροπονία εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς και διακρίνεται στις μέρες μας ως ο πιο παραγωγικός και αποδοτικός τρόπος παραγωγής τροφίμων. Τα θετικά αποτελέσματα της υδροπονικής καλλιέργειας είτε συμβαίνει σε εσωτερικούς χώρους με τεχνητό φωτισμό είτε σε εξωτερικούς χώρους με ηλιακό φως, είναι πολλά για τους παραγωγούς φράουλας (Εγχειρίδιο Υδροπονίας, 2014; Κανάκης, 2004).





**Εικόνα 15.** Υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας φράουλας στην Κύπρο

### **2.4.1 Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών Ταξινόμηση ανάλογα τον τρόπο διαχείρισης της απορροής**

- **Ανοικτά συστήματα**

Τα ανοικτά συστήματα υλοποιούνται και σε συστήματα καλλιέργειας υποστρωμάτων. Η απορροή του θρεπτικού διαλύματος, δεν χρησιμοποιείται ξανά μετά την άρδευση, αλλά διοχετεύεται απορρίπτεται στο έδαφος ή διατίθεται για την άρδευση άλλων φυτειών.

- **Κλειστά συστήματα**

Στα κλειστά συστήματα καλλιέργειας γίνεται η απορροή των θρεπτικών διαλυμάτων και συλλέγονται ξανά (ανακύκλωσή του) μετά από την άρδευση, ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία όσον αφορά την ίδια την καλλιέργεια (Savvas, 2002).

## **Ταξινόμηση ανάλογα το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος**

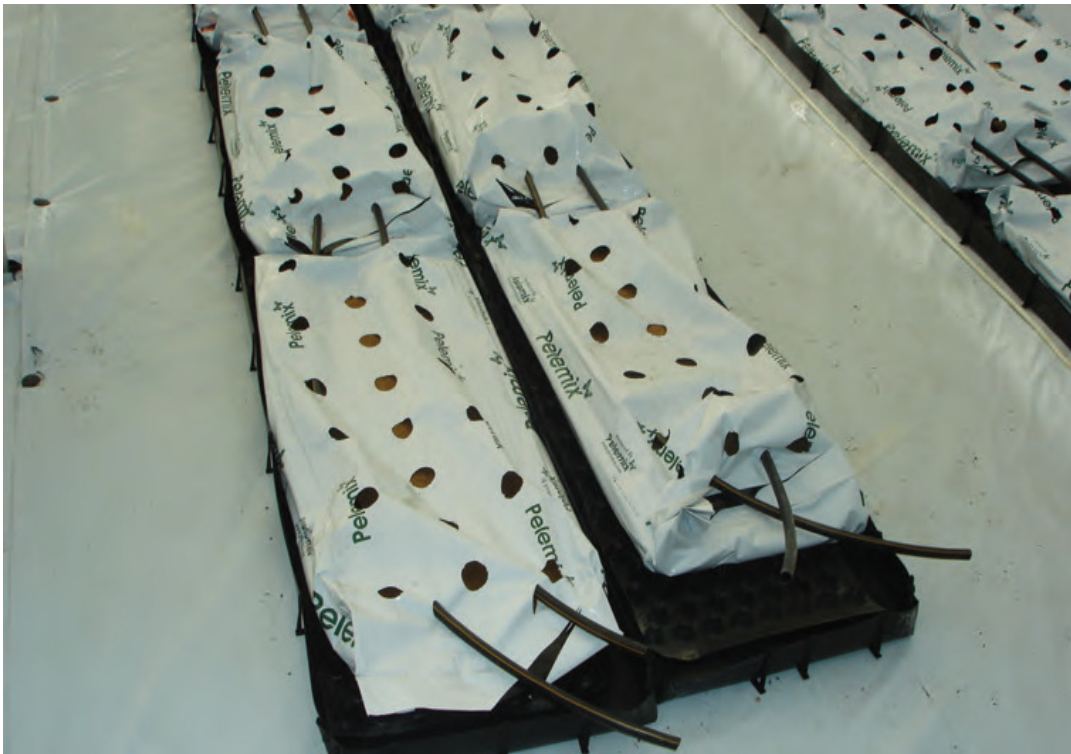
- Συστήματα καλλιέργειας σε πορώδη υποστρώματα

Στις μέρες μας παγκοσμίως εφαρμόζονται ποικίλες μέθοδοι υδροπονικής καλλιέργειας. Η καλλιέργεια σε σάκους είναι διεθνώς η πιο διαδεδομένη μέθοδος καλλιέργειας φυτών σε υποστρώματα. Τα υποστρώματα υφίστανται από ανόργανα πορώδη υλικά σαν τον ορυκτοβάμβακα (πετροβάμβακα), ενώ μπορεί να υφίστανται και από οργανικά πορώδη υλικά φυσικής προέλευσης, όπως αυτών των ινών καρύδας (κοκκοφοίνικας), της τύρφης και της κομπόστας. Τα προαναφερθέντα υλικά αποτελούν και τα πιο γνωστά υποστρώματα σε παγκόσμιο επίπεδο.

### **2.4.2 Εξοπλισμός υδροπονικής μονάδας**

Ο εξοπλισμός μιας τυπικής υδροπονικής μονάδας απαρτίζεται συνηθέστερα από:

- Εγκαταστάσεις παρασκευής θρεπτικού διαλύματος
- Υδροπονική κεφαλή
- Συστήματα μεταφοράς και εφαρμογής θρεπτικού διαλύματος
- Δίκτυο συλλογής θρεπτικού διαλύματος
- Δεξαμενή συγκέντρωσης θρεπτικού διαλύματος
- Υποδοχείς υποστρωμάτων ή θρεπτικού διαλύματος



**Εικόνα 16.** Υπόστρωμα και συλλογή θρεπτικού διαλύματος της απορροής.



**Εικόνα 17.** Ολοκληρωμένα συστήματα υδροπονικής φράουλας.

## 2.5 Αεροπονική Καλλιέργεια Φράουλας

Η αεροπονική καλλιέργεια σε αντίθεση με τα άλλα είδη καλλιέργειας φυτών, προσφέρει απόλυτα ελεγχόμενες ατμοσφαιρικές συνθήκες (Kratsch et al., 2006). Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της αεροπονίας είναι το αρχικό κόστος εγκατάστασης (Benton, 2005). Μπορούν να καλλιεργηθούν ποικίλα είδη φυτών, όπως η φράουλα, αλλά και η πατάτα και το μαρούλι (Σάββας, 2011; Ritter et al., 2001). Στην Ελλάδα η αεροπονική καλλιέργεια της φράουλας ξεκίνησε για πρώτη φορά πρόσφατα και πειραματικά από τον Γεώργιο Σαλάχα, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών.

Η αεροπονία αποτελεί έναν εξελιγμένο τρόπο υδατοκαλλιέργειας. Η επιτυχία της αεροπονικής καλλιέργειας έγκειται στον καλό αερισμό των ριζών. Πιο συγκεκριμένα, οι ρίζες των φυτών στην αεροπονική καλλιέργεια βρίσκονται στον αέρα μέσα σε φυτοδοχείο, ενώ το υπέργειο μέρος των φυτών εκτός του φυτοδοχείου. Η καλλιέργεια με αεροπονικό τρόπο ως συνέπεια έχει την παραγωγή φυτών με καθαρό ριζικό σύστημα. Τα φυτοδοχεία διαθέτουν ακροφύσια που βοηθούν στον αερισμό των ριζών και ταυτόχρονα βοηθούν στους συχνούς ψεκασμούς.

Στις αεροπονικές καλλιέργειες το ριζικό σύστημα των φυτών αιωρείται μέσα σε ένα σκοτεινό θάλαμο, όπου περιοδικά καλύπτεται από νέφος θρεπτικού διαλύματος. Δεν γίνεται χρήση κανενός είδους υποστρώματος. Τα παραδοσιακά συστήματα αεροπονίας χρησιμοποιούν αντλίες και μπεκ που δημιουργούν νέφος. Από την άλλη, τα σύγχρονα συστήματα χρησιμοποιούν “υπερηχητικούς” ψεκαστήρες που ρίπτουν το θρεπτικό διάλυμα σε πολύ μικρά σταγονίδια, ώστε να γίνεται καλύτερη πρόσληψη από τις ρίζες. Οι ψεκασμοί διαρκούν 20 δευτερόλεπτα και επαναλαμβάνονται κάθε δύο λεπτά. Ο συνεχής ψεκασμός με σταγόνες μικρού μεγέθους, έχει αποδειχθεί ότι δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στη συχνότητα των ψεκασμών με θρεπτικό διάλυμα, ώστε να αποφεύγεται η ξήρανση του ριζικού συστήματος από



την έλλειψη υγρασίας που προκαλείται από τις μεγάλες παύσεις μεταξύ των ψεκασμών (Benton, 2005; Σάββας, 2011).



**Εικόνα 18.** Αεροπονική καλλιέργεια φράουλας(Πανεπιστήμιο Πατρών)

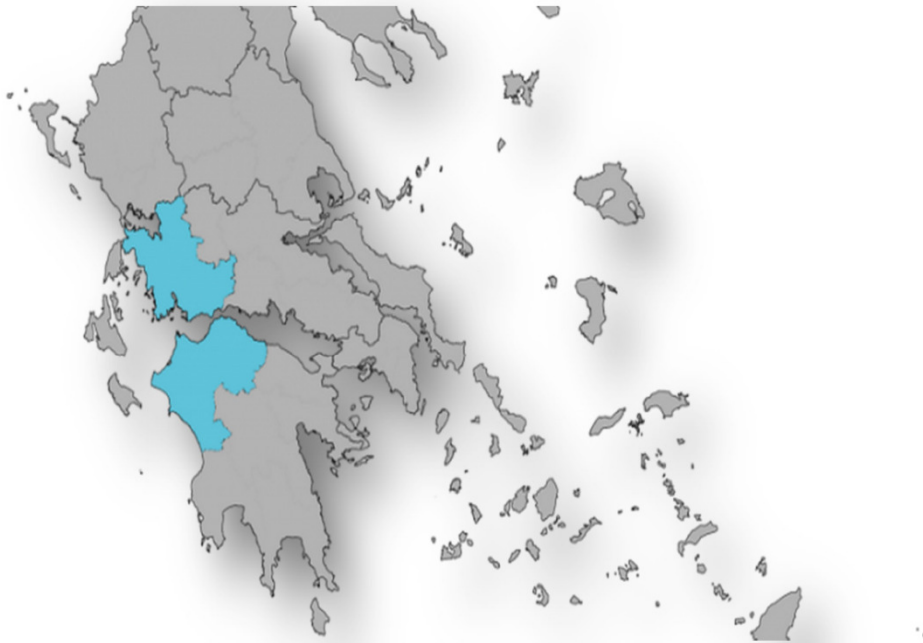
## **Κεφάλαιο Τρίτο**

### **3.1 Η καλλιέργεια της φράουλας στη Δυτική Ελλάδα**

Στην Ελλάδα οι μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιέργειας φράουλας, βρίσκονται στη Δυτική Ελλάδα. Η καλλιέργεια της φράουλας στο γεωγραφικό αυτό διαμέρισμα της χώρας, ολοένα και αυξάνεται με την πάροδο των χρόνων. Άξιο αναφοράς χρήζει το γεγονός των εξαγωγών του καρπού της φράουλας από την Ελλάδα, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο ετήσιο μέρος της παραγωγής της, προωθείται στο εξωτερικό. Οι τρόποι φυτοπροστασίας της φράουλας συμβάλλουν στην μεγαλύτερη παραγωγή ποσοτικώς και ποιοτικώς του καρπού, πράγμα το οποίο αποτελεί βασικός στόχος των καλλιεργητών της.

### **3.2 Γεωμορφολογικά στοιχεία**

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας καλύπτει τις πόλεις στο βορειοδυτικό κομμάτι της Πελοποννήσου και στο δυτικό κομμάτι της Στερεάς Ελλάδας. Η έκταση της ανέρχεται στα 11.350 km<sup>2</sup> και ο πληθυσμός όλων των δήμων της περίπου στους 700.000. Οι τρεις περιφερειακές ενότητες της περιφέρειας αυτής είναι η Αιτωλοακαρνανία, η Αχαΐα και η Ηλεία. Καλύπτουν το 9% της συνολικής έκτασης της χώρας Η Δυτική Ελλάδα αποτελεί περίπου το 9% της συνολικής έκτασης της χώρας. Από τη συνολική έκταση της χώρας, τα εδάφη της περιφέρειας της Δυτικής Ελλάδας καλύπτουν το 9% και το μεγαλύτερο μέρος τους είναι ημιορεινό και ορεινό. Μόνο το 29% της περιφέρειας χαρακτηρίζεται πεδινό.



**Εικόνα 19:** Δυτική Περιφέρεια της Ελλάδας (μπλε σκιαγράφιση).

### 3.3 Κλίμα

Το κλίμα της Ελλάδας εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση που κατέχει και για αυτό χαρακτηρίζεται από ποικίλα μικροκλίματα με τοπικές παραλλαγές.

Συνηθέστερα στη Δυτική Ελλάδα, το υγρό κλίμα είναι εκείνο που επικρατεί. Το καλοκαίρι χαρακτηρίζεται από ξηρό αέρα με ελάχιστες βροχοπτώσεις (ψιλόβροχα). Οι αέριες μάζες είναι ζεστές, ενώ δροσίζουν, όταν βραδιάζει. Στις παραθαλάσσιες περιοχές, η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή και για αυτό το λόγο σπάνια παρατηρούνται αυξημένες θερμοκρασίες σε ύψους καύσωνα. Επιπλέον, τον χειμώνα το κλίμα χαρακτηρίζεται υγρό με συχνές βροχοπτώσεις και σπανιότερα σύντομες

χιονοπτώσεις που όμως έχουν μικρή διάρκεια. Χαρακτηριστικά, στην Αιτωλοακαρνανία το κλίμα είναι ψυχρό με μέση ετήσια θερμοκρασία τους 18 °C. Οι πεδινές και οι παράκτιες περιοχές της έχουν μεσογειακά χαρακτηριστικά. Το κλίμα στην περιφερειακή ενότητα της Αχαΐας είναι εύκρατο και χαρακτηρίζεται μεσογειακό στα παράκτια, ενώ χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό στα εσωτερικά και τα ορεινά μέρη της. Η μέση ετήσια θερμοκρασία αγγίζει τους 18°C στις παράκτιες περιοχές, ενώ στα ορεινά χαμηλότερη. Τέλος, το κλίμα στην περιοχή της Ηλείας είναι μεσογειακό, με ήπιους χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια λόγω κυρίως της επίδρασης της θάλασσας. Χαρακτηρίζεται από 70% περίπου υγρασία στον αέρα και η θερμοκρασία σε σπάνιες περιπτώσεις αγγίζει τους υπό του μηδενός βαθμούς τους χειμώνες και τους πάνω από 40°C το καλοκαίρι στις πεδινές περιοχές της.

### **3.4 Καλλιεργούμενες εκτάσεις**

Η καλλιέργεια της φράουλας στη Δυτική Ελλάδα συχνότερα είναι υπαίθρια ή υπό κάλυψη. Στην υπό κάλυψη καλλιέργεια, τα φυτά μπορούν να εγκατασταθούν σε θερμοκήπιο υπό κάλυψη είτε χαμηλή είτε υψηλή.

Σύμφωνα, λοιπόν, με στοιχεία από τις ενιαίες αιτήσεις εκμετάλλευσης του Οργανισμού Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.), για το έτος 2019, αναφέρονται οι εκτάσεις που καλλιεργήθηκαν με φράουλα, όπου εμφανίζονται αναλυτικά στους πίνακες 2 και 3. Στο σύνολό της η Περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας με υπαίθριες καλλιέργειες αγγίζει 34,9 εκτάρια ή αλλιώς 349 στρέμματα, ενώ για τις υπό κάλυψη καλλιέργειες τα 1.212,06 εκτάρια, δηλαδή 12.120,6 στρέμματα. Από τα στοιχεία αυτά, διαφαίνεται η μεγαλύτερη προτίμηση που υπάρχει σε καλλιέργειες θερμοκηπιακές από ότι σε υπαίθριες.



Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (2019), η καλλιέργεια της φράουλας εδώ και πολλές δεκαετίες διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο για την οικονομία του νομού Ηλείας. Από τον νομό Ηλείας, προμηθεύεται κατά το μεγαλύτερο μέρος ολόκληρη η Ελλάδα με φράουλα. Ταυτόχρονα, έντονη είναι και η πώληση σε χώρες του εξωτερικού από τον νομό Ηλείας, όπως στην Ρωσία, στην Ιταλία, στη Γερμανία, στην Πολωνία, αλλά και σε χώρες της ανατολής σαν τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα.

Μία σύντομη αναφορά θα ήταν καλό να γίνει στην προέλευση του πολλαπλασιαστικού υλικού της φράουλας που παρόλο, που ο νομός έχει μεγάλη καλλιεργητική δραστηριότητα, το πολλαπλασιαστικό υλικό της φράουλας, όπου συχνά είναι έρριζα μοσχεύματα ψυγείου, εισάγεται από χώρες του εξωτερικού και ειδικότερα από την Ισπανία, την Ολλανδία, την Πολωνία και την Αμερική.

#### **Πίνακας 2: Οι Καλλιεργούμενες εκτάσεις της υπαίθριας φράουλας**

<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>Καλλιέργεια</b>	<b>Έκταση σε εκτάρια (ha)</b>
<b>ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ</b>		0,57
<b>ΑΧΑΪΑΣ</b>	Υπαίθρια φράουλα	2,19
<b>ΗΛΕΙΑΣ</b>		32,14

**Πίνακας 3: Οι Καλλιεργούμενες εκτάσεις της υπό κάλυψη φράουλας**

<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>Καλλιέργεια</b>	<b>Έκταση σε εκτάρια (ha)</b>
<b>ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ</b>	Υπό κάλυψη φράουλα	3,97
<b>ΑΧΑΪΑΣ</b>		575,89
<b>ΗΛΕΙΑΣ</b>		632,2

**Πίνακας 4: Η Καλλιέργεια της φράουλας στη Δυτική Ελλάδα**

<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΕΚΤΑΣΗ (ha)</b>
<b>2011</b>	760,86
<b>2012</b>	700,47
<b>2013</b>	842,12
<b>2014</b>	725,83
<b>2015</b>	687,13
<b>2016</b>	1.005,28
<b>2017</b>	1.047,28
<b>2018</b>	1.120,37
<b>2019</b>	1.246,96

**Πίνακας 5** Εκτάσεις και αποδόσεις σε τόνους καλλιεργειών φράουλας υπαίθρου και θερμοκηπίου στο Νομό Ηλείας (προέλευση στοιχείων ΕΛΣΤΑΤ).

Φράουλες Υπαίθριες & Θερμοκηπίου στο Νομό Ηλείας		
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΕΚΤΑΣΗ (στρ)</b>	<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)</b>
<b>2018</b>	12.000	69.850
<b>2017</b>	9.896	57.450
<b>2016</b>	10.275	60.679
<b>2015</b>	10.134	53.752
<b>2014</b>	6675	35.635
<b>2013</b>	490	1.404
<b>2012</b>	490	1.459
<b>2011</b>	1.060	4.091

Με βάση τα στοιχεία που παρουσιάζονται παραπάνω γίνεται εμφανές το γεγονός της αυξητικής τάσης για την καλλιέργεια της φράουλας στη χώρα μας. Συνεπώς, η δραστηριότητα αυτή φαίνεται να αποδίδει και να είναι προσοδοφόρα για τους παραγωγούς, υποσχόμενη ακόμη μεγαλύτερη άνοδο στο μέλλον.

### 3.5 Εξαγωγές

Η Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής (ΔΑΟΚ) της Πάτρας, παρουσιάζει στοιχεία για τις εξαγωγές φράουλας από τη χώρα μας. Τα στοιχεία μαρτυρούν ότι το 95% της ετήσιας παραγωγής έχει πολλούς αποδέκτες, όπως ενδεικτικά την Σερβία, το Ισραήλ, την Γερμανία, τη Ρουμανία, τη Σαουδική Αραβία και την Αγγλία. Ειδικότερα, το έτος 2019, εξήχθησαν 4.480 κιλά φράουλας από την Περιφερειακή Ενότητα της Αιτωλοακαρνανίας, 25.036,440 κιλά από την Περιφερειακή Ενότητα της Ηλείας και 16.429,129 κιλά από την Περιφερειακή Ενότητα της Αχαΐας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Τέταρτο**

### **4.1 Τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία**

Για την ανάπτυξη των φυτών, είναι άκρως απαραίτητη η παρουσία των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Τα φυτά με την βοήθεια του ριζικού συστήματος, δεσμεύουν τα θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος, τα οποία εισέρχονται στον κύκλο μεταβολισμού των φυτών συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση και ανάπτυξη αυτών. Στο έδαφος μπορούμε να συναντήσουμε πάρα πολλά στοιχεία. Από το σύνολο αυτών, μόνο τα δεκαέξι (16) είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, τα οποία ταξινομούνται σε :

- Μακροθρεπτικά στοιχεία: Άζωτο (N), Φώσφορος (P), Κάλιο (K), Ασβέστιο (Ca), Μαγνήσιο (Mg), και Θείο (S)
- Μικροθρεπτικά στοιχεία: Μαγγάνιο (Mn), Ψευδάργυρος (Zn), Σίδηρος (Fe), Χαλκός (Cu), Βόριο (B), Μολυβδαίνιο (Mo), Χλώριο (Cl).

#### **4.1.1 Η σημασία των μακροθρεπτικών στοιχείων**

Τα μακροθρεπτικά στοιχεία κατέχουν καθοριστικό ρόλο στην θρέψη του φυτού της φράουλας. Έχουν ενεργό ρόλο στην πρωτεϊνοσύνθεση μέσω του Αζώτου (N), στη μεταφορά της ενέργειας μέσω του φωσφόρου (P), καθώς και στη ρύθμιση της υδατικής ισορροπίας του φυτού, στην ενεργοποίηση ενζύμων και στη συγκέντρωση και μεταφορά των υδατανθράκων μέσω του καλίου (K), στην αύξηση των κυττάρων και των βλαστών μέσω του ασβεστίου (Ca), στην παραγωγή της χλωροφύλλης μέσω του μαγνησίου (Mg).

#### **4.1.2 Παράγοντες που καθορίζουν τη δυνατότητα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά**

- Ο βαθμός αλκαλικότητας – οξύτητας του εδάφους. Η ικανότητα των φυτών να δεσμεύουν τα θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται άμεσα από το pH του εδάφους.
- Η θερμοκρασία του εδάφους. Σε ένα ψυχρό έδαφος η συγκέντρωση ενός θρεπτικού στοιχείου πρέπει να είναι μεγαλύτερη για την αφομοίωση του από το φυτό σε σύγκριση με ένα θερμό έδαφος.
- Η ανταγωνιστική επίδραση ενός στοιχείου. Η μεγάλη περιεκτικότητα ενός στοιχείου στο διάλυμα του εδάφους ενδέχεται να επηρεάσει την πρόσληψη κάποιου άλλου θρεπτικού στοιχείου. Για παράδειγμα, η προσθήκη καλίου μπορεί να επηρεάσει την πρόσληψη μαγνησίου. Η ανταγωνιστική επίδραση του καλίου στο μαγνήσιο έχει αποτέλεσμα την αδυναμία πρόσληψης μαγνησίου με επιπτώσεις στην ανάπτυξη του φυτού. Οι φράουλες απαιτούν τον σωστό συνδυασμό θρεπτικών στοιχείων για να επιβιώσουν, να μεγαλώσουν και να αναπαραχθούν. Η υψηλή συγκέντρωση (τοξικότητα) ή η χαμηλή συγκέντρωση (τροφοπενία) κάποιου στοιχείου ενδέχεται να εμφανίσει προβλήματα στην καλλιέργεια. Η παρουσία συμπτωμάτων τροφοπενίας οδηγεί γενικά σε μειωμένη απόδοση και μείωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Για την αποφυγή των τροφοπενιών συνίσταται η χημική ανάλυση του εδάφους, η καλή γνώση των θρεπτικών αναγκών των καλλιεργειών και η κατάλληλη διαχείριση της καλλιέργειας. Παρακάτω αναλύονται συνοπτικά ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων στο φυτό της φράουλας.

## 4.2 Άζωτο (N).

Το άζωτο είναι ίσως το πιο θεμελιώδες στοιχείο για τα φυτά και δικαίως μπορεί να χαρακτηριστεί ως το θρεπτικό στοιχείο της βλάστησης και ανάπτυξης των φυτών. Το άζωτο συμμετέχει σε πολλές οργανικές ενώσεις και είναι βασικό συστατικό των πρωτεϊνών, των ενζύμων, των νουκλεϊνικών οξέων και της χλωροφύλλης. Τα φυτά δεσμεύουν το άζωτο τις περισσότερες φορές σε νιτρική μορφή ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ). Το άζωτο (N) είναι το πιο σημαντικό για την φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών, την παραγωγή δρομέων καθώς και τον σχηματισμό του καρπού. Σε περιόδους ταχείας ανάπτυξης, τα φύλλα των φυτών με έλλειψη αζώτου παραμένουν μικρά και μπορεί να μετατραπούν από πράσινο σε ανοιχτό πράσινο ή κίτρινο. Σε παλαιότερα φύλλα, ο μίσχος των φύλλων κοκκινίζει και οι λεπίδες των φύλλων γίνονται λαμπρές κόκκινες. Το μέγεθος των φρούτων μειώνεται και ο πάρακας γύρω από τον καρπό γίνεται κοκκινωπός (Ullio L.,2010).

Ο Neuweiler (Neuwlier N. 2011) διαπίστωσε ότι η απόκριση της ανάπτυξης φυτικών ιστών στην αύξηση του N ελέγχεται σε μεγάλο βαθμό από την άμεση διαθεσιμότητα του N στη ρίζα. Η απόκριση της ανάπτυξης φυτικών ιστών σε αυξημένη διαθεσιμότητα N ήταν συνήθως θετική όταν οι απαιτήσεις N των φυτών φράουλας ήταν υψηλές. Αυτό συμβαίνει μεταξύ των αρχών του σταδίου της ανθοφορίας και στο τέλος της συγκομιδής. Η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων μετά την φύτευση (δηλαδή, όταν οι απαιτήσεις N είναι χαμηλές), μπορεί να έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στην αρχική ανάπτυξη φυτειών φράουλας. Επομένως, η χρήση του N πρέπει να προσαρμοστεί προσεκτικά στη χαμηλή ζήτηση νέων φυτών κατά τη διάρκεια της φύτευσης.



### **4.2.1 Συμπτώματα έλλειψης αζώτου**

Η χαμηλή συγκέντρωση του αζώτου ενδέχεται να μειώσει την παραγωγή της καλλιέργειας, να οδηγήσει σε κιτρίνισμα των παλαιότερων φύλλων αρχικά (λόγω της χαμηλότερης περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη) και γενικά να καθυστερήσει ή να περιορίσει σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών. Οι Yoshida et al. [95] μελέτησε τις επιδράσεις τριών μακροστοιχείων (N, P, K) στην ανάπτυξη του χρώματος και την συγκέντρωση των ανθοκυανινών στα φυτά φράουλας. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η σύνθεση της ανθοκυανίνης μειώνεται από την έλλειψη N.

### **4.2.2 Τοξικότητα Αζώτου**

Σε βαριά αργιλώδη εδάφη με κακή στράγγιση, είναι πολύ πιθανό να υπάρχει συγκέντρωση του αζώτου στο έδαφος υπό αμμωνιακή ή νιτρική μορφή. Στην περίπτωση αυτή η υψηλή συγκέντρωση αζώτου στα φυτά είναι δυνατόν να συμβάλλει στη μείωση της αφομοίωσης του ασβεστίου και του καλίου, καθώς και της προσρόφησης του νερού. Τα φυτά φράουλας με υψηλή συγκέντρωση αζώτου έχουν μεγάλα, φύλλα με χυμό και με βαθύ πράσινο χρώμα. Τα άνθη δεν δένουν και οι καρποί μαλακοί και κατώτερης ποιότητας λόγω της συγκέντρωσης αμιδίων.

## **4.3 Φώσφορος (P)**

Ο φωσφόρος είναι το δεύτερο σημαντικότερο θρεπτικό στοιχείο καθώς ο ρόλος του στα φυτά είναι καθοριστικός στην αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας. Είναι ένα από τα 17 βασικά θρεπτικά συστατικά για τα φυτά και βρίσκεται σε κάθε ζωντανό φυτικό κύτταρο. Συμμετέχει σε πολλές ζωτικές λειτουργίες των φυτών, συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς ενέργειας, φωτοσύνθεση, μετασχηματισμός σακχάρων και αμύλων, κίνηση θρεπτικών συστατικών μέσα στο φυτό και είναι μέρος

του γενετικού υλικού όλων των κυττάρων (DNA και RNA). Επίσης κατέχει σημαντικό ρόλο, στην πρωιμότητα των φυτών και στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος συμμετέχοντας έτσι στην καλύτερη απορρόφηση και των άλλων θρεπτικών από το έδαφος, ευνοεί την άνθιση και καρποφορία, ευνοεί την ωρίμανση, βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων και αυξάνει την ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Ο φωσφόρος κινείται βραδέως στο έδαφος, και σε περίπτωση εμφάνισης τροφοπενίας δεν έχει άμεση αντιμετώπιση. Συνίσταται λοιπόν να διατηρούνται τα επίπεδα φωσφόρου στο έδαφος σε επιθυμητά επίπεδα ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε καλλιέργειας ώστε να ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα.

Ο φωσφόρος μπορεί να δρα περιοριστικά στην παραγωγή φράουλας. Η διατήρηση του pH κοντά στο 6,5 θα βοηθήσει διατηρώντας τη βέλτιστη πρόσληψη του P. Μετά τη φύτευση, συνιστάται ιδιαίτερα μια σταθερή παρακολούθηση των θρεπτικών συστατικών των φυτών σε συνδυασμό με αναλύσεις ιστών, του εδάφους και παρατήρηση της κατάστασης των φύλλων (The Ohio State University Extension, 2006). Τα πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι ο P έχει πιο εμφανή επίδραση στις παραμέτρους που επηρεάζουν την ποιότητα της φράουλας και στην ενεργοποίηση αμυντικών μηχανισμών παρά στην απόδοση και την παραγωγικότητα.

#### **4.3.1 Συμπτώματα έλλειψης φωσφόρου:**

Η τροφοπενία φωσφόρου δεν συμβαίνει μόνο όταν η διαθέσιμη ποσότητα του στο έδαφος είναι ελάχιστη. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που ενδέχεται να εμποδίσουν την πρόσληψη του από τα φυτά. Για την βέλτιστη λειτουργία του φωσφόρου το pH του εδάφους πρέπει να κυμαίνεται γύρω στο 6,5. Η θερμοκρασία έχει επίσης σημαντικό ρόλο, όπου όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι χαμηλή και η άρδευση δεν επαρκεί τα φυτά παρουσιάζουν συμπτώματα έλλειψης φωσφόρου.

Η τροφοπενία φωσφόρου οδηγεί σε περιορισμένη ανάπτυξη των ριζών, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η ανάπτυξη του φυτού. Επίσης παρατηρείται χαμηλή ανάπτυξη των φύλλων, μεταχρωματισμός των μίσχων και των φύλλων καθώς και βράχυνση των βλαστών, μίσχων και φύλλων.

Σε φυτά φράουλας με έλλειψη P, συνήθως παρατηρούνται, μικρά, κιτρινωπά πράσινα φύλλα που σταδιακά γίνονται ομοιόμορφα κίτρινα. Επιπλέον, με την ηλικία, τα μεγαλύτερα φύλλα γίνονται κοκκινωπά. Η μείωση του μεγέθους των φρούτων παρατηρείται επίσης καθώς η ανεπάρκεια του P αυξάνεται (Domoto P., 2011).

#### **4.3.2 Τοξικότητα του Φωσφόρου (P)**

Στην Ελλάδα υπάρχει μια συνήθεια υπερβολικής λίπανσης που οδηγεί σε υψηλή συγκέντρωση φωσφόρου. Υψηλή συγκέντρωση του φωσφόρου στο έδαφος οδηγεί σε χαμηλές συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων Fe (Σιδήρου), Zn (Ψευδαργύρου), Ca (Ασβεστίου), B (Βορίου), Cu (Χαλκού), και Mn (Μαγγανίου). Αυτό που παρατηρείται είναι μια πρόωρη ωρίμανση των καρπών και σημαντική μείωση της παραγωγής της φράουλας.

#### **4.4 Κάλιο (K)**

Το τρίτο από τα κύρια θρεπτικά στοιχεία είναι το κάλιο το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο σε πολλές λειτουργίες του φυτού. Η κυριότερη λειτουργία του είναι η διατήρηση της ισορροπίας του νερού και αποφυγή εμφάνισης στρες του φυτού σε περιόδους που επικρατεί ξηρασία ή παγετός. Αυτό συμβαίνει διότι τα επίπεδα της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα λειτουργεί ως ρυθμιστικός παράγοντας της λειτουργίας των στομάτων. Σε περίπτωση που έχουμε επάρκεια στη συγκέντρωση του K, τα στόματα λειτουργούν αποτελεσματικά μειώνοντας έτσι την απώλεια του νερού εξαιτίας της διαπνοής. Το κάλιο αποτελεί κύριο συστατικό των καρπών, δίνοντάς του μεγαλύτερο βάρος και καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά, αφού

ρυθμίζει πολλές διεργασίες του φυτού όπως η μεταφορά και δημιουργία των υδατανθράκων, αμύλου και σακχάρων, πρωτεϊνών (γεύση, χρώμα) και βελτιώνει την αποθήκευση αυτών. Επίσης, επηρεάζει την αντοχή του φυτού στις ασθένειες. Όταν τα φυτά φράουλας διαθέτουν ικανοποιητική ποσότητα Κ, μπορούν να συνθέσουν περισσότερη ποσότητα ζάχαρης, έτσι ώστε τα φρούτα να είναι πιο γλυκά (Vago I., 2009).

Οι Lester et al. (Lester GE, et al 2010) διαπίστωσαν ότι μεταξύ των πολλών θρεπτικών συστατικών, το Κ ξεχωρίζει ως ένα μακροστοιχείο που έχει την ισχυρότερη επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την εμπορευσιμότητα των φρούτων και την προτίμηση των καταναλωτών. Ωστόσο, πολλοί φυτικοί, εδαφικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες συχνά περιορίζουν την πρόσληψη του Κ από το έδαφος σε ανεπαρκείς ποσότητες για τις απαιτήσεις φρούτων Κ κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης έως βελτιστοποίηση των προαναφερόμενων ποιοτικών χαρακτηριστικών.

#### **4.4.1. Συμπτώματα έλλειψης καλίου**

Η τροφοπενία καλίου προκαλεί σημαντική μείωση της παραγωγής, κύρτωση των φύλλων με στίγματα στην επιφάνεια τους ή φύλλα με όψη καμένου. Τα συμπτώματα αυτά κάνουν την εμφάνιση τους αρχικά στα παλιά φύλλα, όπου αποκτούν ένα γκριζοπράσινο χρωματισμό. Η έλλειψη νερού στο κυταρρόπλασμα και η συγκέντρωση υπεροξειδίων δημιουργούν στην κορυφή και την περιφέρεια του ελάσματος μικρές, νεκρωτικές κηλίδες ασπροκίτρινου χρώματος. Οι συγκεκριμένες κηλίδες ενώνονται και σταδιακά εξαπλώνονται ανάμεσα στα νεύρα αποκτώντας ένα σκουρόφαιο χρωματισμό που οφείλεται στην δράση της τυροσίνης. Αυτό το σύμπτωμα είναι χαρακτηριστικό της έλλειψης Κ το φερόμενο ως «κάψιμο του

φύλλου». Η τροφοπενία του καλίου οδηγεί σε νέκρωση τους βλαστούς, ακόμα και τους οφθαλμούς σε περιπτώσεις υπερβολικής έλλειψης του στοιχείου. Τα φυτά αποκτούν ευαισθησία στις ασθένειες, τον παγετό και την ξηρασία. Η υψηλή συγκέντρωση του εδάφους σε μαγνήσιο ή ασβέστιο συχνά περιορίζει την πρόσληψη του καλίου.

#### **4.4.2 Τοξικότητα Καλίου**

Ελάχιστες φορές έχει καταγραφεί τοξικότητα στα φυτά φράουλας από υψηλή συγκέντρωση Καλίου. Η υψηλή περιεκτικότητα σε κάλιο ενδέχεται να παρουσιαστεί μόνο στην περίπτωση χορήγησης υψηλής ποσότητας του στοιχείου στο έδαφος. Επιπλέον η περίσσεια καλίου μειώνει την ποιότητα των καρπών και αυξάνει την περίοδο ωρίμανσης των καρπών.

#### **4.5 Θείο (S)**

Γενικά, τα γεωργικά εδάφη έχουν συνήθως επάρκεια σε θείο (S). Το θείο βρίσκεται στα αμινοξέα κυστίνη, κυστεΐνη και μεθειονίνη. Ενεργοποιεί ορισμένα ενζυμικά συστήματα, αποτελεί κύριο συστατικό του συνενζύμου A και της βιταμίνης B1 και των γλυκοσιδίων τα οποία προσδίδουν ιδιόζουσα γεύση και οσμή (The Pennsylvania State University, 2013) .

Όταν τα φυτά αντιμετωπίζουν έλλειψη S, τα μεσαία προς τα πάνω φύλλα αναπτύσσουν ανοιχτό πράσινο χρώμα (Vago I.,2009). Με την πάροδο του χρόνου τα φύλλα γίνονται περισσότερο κίτρινα. Με σοβαρή ανεπάρκεια τα ανοιχτόχρωμα κίτρινα φύλλα μπορούν να αναπτύξουν νεκρωτικές κηλίδες λόγω ηλιακού εγκαύματος. Επίσης το φρούτο μπορεί επίσης να έχει μικρότερο μέγεθος, αλλά το χρώμα του να είναι κανονικό. Η έλλειψη αζώτου μπορεί να συγχέεται με ανεπάρκεια θείου, όπου μόνο η ανάλυση του ιστού θα διαλευκάνει ποιο θρεπτικό στοιχείο είναι ανεπαρκές.

Το άρωμα των φρέσκων φραουλών αποτελείται από ένα πολύπλοκο μείγμα πτητικών συστατικών, με κυριότερα τους μεθυλεστέρες και τους αιθυλεστέρες. Άλλες ενώσεις που συμβάλλουν στο άρωμα είναι φουρανόνες, αλδεΐδες, τερπένια και ενώσεις θείου (Ayala –Zavala JF, 2004).

Συνοψίζοντας, το θείο επηρεάζει την ποιότητα των καρπών φράουλας και μπορεί να λειτουργήσει ως σημαντικός εναρκτήριο παράγοντας απόκρισης σε περιβαλλοντικές μεταβολές όπως το οσμωτικό στρες και την προσβολή παθογόνων.

#### **4.5.1. Συμπτώματα έλλειψης Θείου.**

Η έλλειψη του Θείου (S) προκαλεί παρόμοια συμπτώματα με αυτά της έλλειψης του Αζώτου (N) καθώς τόσο το Θείο όσο και το Άζωτο απαντώνται στις πρωτεΐνες και την χλωροφύλλη. Συχνά παρατηρούμε την έλλειψη του S σε αμμώδη εδάφη και σε περιοχές με παρατεταμένη περίοδο βροχοπτώσεων όπου το S ξεπλένεται από το έδαφος γρήγορα. Στα όξινα εδάφη τα ιόντα  $SO_4^{2-}$  προσροφώνται καλύτερα στα εδάφη με αλκαλική αντίδραση. Η τροφοπενία του S εξωτερικεύεται με παρόμοια συμπτώματα με αυτά που χαρακτηρίζουν την έλλειψη του N. Το θείο και το άζωτο επειδή κινούνται εξαιρετικά εύκολα μέσα στο φυτό εμφανίζονται αρχικά στα ηλικιωμένα φύλλα. Εκδηλώνεται κιτρινοπράσινος έως κίτρινος μεταχρωματισμός των φύλλων. Επιπλέον στην έλλειψη του S τα ωριμότερα φύλλα δεν ξηραίνονται όπως παρατηρείται στην έλλειψη του αζώτου.

Τα κυριότερα συμπτώματα που παρατηρούνται στα φυτά από την έλλειψη του θείου είναι τα εξής:

- Φυτά με μικρότερο μέγεθος από τα κανονικά
- Φύλλα μικρότερου μεγέθους από τα φυσιολογικά, με ωχρό πράσινο προς κίτρινο χρωματισμό

- Κιτρίνισμα νεύρων που εκτείνεται σταδιακά σε όλο το έλασμα
- Σε υψηλή έλλειψη του θείου τα νεύρα αποκτούν ένα κόκκινο – πορφυρό χρώμα.
- Όταν η συγκέντρωση του εδάφους σε θείο είναι πολύ μικρή, το φυτό προσλαμβάνει περισσότερο χλώριο αντί για θείο με αποτέλεσμα να προκαλείται διόγκωση πλάσματος.
- Τα φύλλα γίνονται σκληρά και πολύ χυμώδη.
- Το στέλεχος και τα φύλλα παίρνουν έναν μπεζ χρωματισμό εξαιτίας της συγκέντρωσης των ανθοκυανών.

#### **4.5.2. Τοξικότητα θείου (S)**

Στην βιβλιογραφία δεν έχει καταγραφεί περίπτωση υψηλής συγκέντρωσης θείου (S) στο έδαφος. Η ζημία που προκύπτει από την υψηλή συγκέντρωση του θείου οφείλεται στην ρύπανση της ατμόσφαιρας από το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>). Η περίσσεια του θείου στην φράουλα εκδηλώνεται με νεκρωτικές κηλίδες και κάψιμο των φύλλων όσο και με υψηλή συγκέντρωση του θείου στους καρπούς εξαιτίας του SO<sub>2</sub>.



#### 4.6. Ασβέστιο (Ca)

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση ασβεστίου υπάρχει στα κύτταρα υπό μορφή ανθρακικών και φωσφορικών αλάτων. Το ασβέστιο αυξάνει την αντοχή και το πάχος του κυτταρικού τοιχώματος, και ως εκ τούτου, είναι ένα βασικό θρεπτικό συστατικό για τη σταθερότητα των φρούτων (Easterwood GW, 2012). Το ασβέστιο ενεργοποιεί ένζυμα στο φυτό, ρυθμίζει την κινητικότητα του νερού στα κύτταρα και καθορίζει την ανάπτυξη των κυττάρων καθώς και των αναπτυσσόμενων κορυφών και ριζών. Βελτιώνει επίσης την αποτελεσματικότητα του N (Easterwood GW, 2012).

Σε εδάφη με ανεπάρκεια Ca όπου αναπτύσσονται φυτά φράουλας, οι λεπίδες των φύλλων τσαλακώνονται, οι μίσχοι των φύλλων και των λουλουδιών γίνονται φακιδωμένοι, ενώ συχνά εκκρίνουν σφαιρίδια σιροπιού και καταρρέουν κοντά στα μεσαία τους σημεία. Τα φρούτα αναπτύσσουν ένα πυκνό κάλυμμα από αχάινια είτε σε μπαλώματα είτε σε ολόκληρο το φρούτο. Τέλος τα φρούτα είναι σκληρά σε υφή και με όξινη γεύση (Domoto P. 2011).

Το ανθρακικό ασβέστιο και το κιτρικό ασβέστιο είναι τα κύρια άλατα ασβεστίου που προστίθενται στα τρόφιμα με τη σειρά για την ενίσχυση της θρεπτικής αξίας (Brant L.A., 2002). Άλλες μορφές ασβεστίου που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων είναι γαλακτικό ασβέστιο, χλωριούχο ασβέστιο, φωσφορικό ασβέστιο, προπιονικό ασβέστιο και γλυκονικό ασβέστιο, το οποίο χρησιμοποιείται περισσότερο όταν ο στόχος είναι η διατήρηση ή η ενίσχυση της σταθερότητας. Για επεξεργασμένες φράουλες, το χλωριούχο ασβέστιο έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως ως σταθεροποιητικός παράγων του καρπού (Martin – Diana AB, 2007).

Το ασβέστιο εμπλέκεται στην ακεραιότητα των τοιχωμάτων των φυτικών κυττάρων και έχει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση διάρκειας αποθήκευσης πολλών φρούτων. Η προσθήκη ασβεστίου στα φρούτα μπορεί είτε να ενισχύσει την αντίσταση των

φρούτων σε παθογόνα μετά τη συγκομιδή ή στη μείωση της ευαισθησίας σε ασθένειες και διαταραχές μετά τη συγκομιδή. Ο Motamedi et al.(2013) επιβεβαίωσε ότι το Ca αύξησε την διάρκεια ζωής μετά τη συγκομιδή των φρούτων φράουλας και είχε θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών.

Επιπλέον, ο Kazemi (2013) πρόσφατα έδειξε ότι το σαλικυλικό οξύ (0,25 mM) και το χλωριούχο ασβέστιο (2,5 mM) ψεκάζοντας τα, είτε μόνα τους ή σε συνδυασμό (0,25 mM SA + 2,5 mM Ca) επηρεάζουν τη βλαστική και αναπαραγωγική ανάπτυξη. Η απόδοση και η ποιότητα των φυτών φράουλας βελτιώθηκαν σε χαμηλή συγκέντρωση σαλικυλικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή σαλικυλικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου μπορεί να είναι χρήσιμη για βελτίωση της απόδοσης.

#### **4.6.1. Συμπτώματα έλλειψης Ασβεστίου**

Επειδή το ασβέστιο είναι δυσκίνητο, τα συμπτώματα εμφανίζονται στις θέσεις όπου μεριστοματική δράση είναι περισσότερο ενεργή. Η έλλειψη του ασβεστίου αναστέλλει την μεριστοματική δράση με αποτέλεσμα να εμφανίζονται χλωρωτικά φαινόμενα στις βλαστικές κορυφές. Επίσης η έλλειψη ασβεστίου οδηγεί σε μειωμένη ανάπτυξη και εμφάνιση μαύρες κηλίδων στα φύλλα και στους καρπούς. Τέλος η έλλειψη ασβεστίου κιτρινίζει τα φύλλα, επιβραδύνει την ανάπτυξη των φύλλων και τέλος καθιστά τους μίσχους εύθραστους.

## 4.7. Μαγνήσιο (Mg)

Τα ιόντα μαγνησίου βρίσκονται στο κέντρο των μορίων χλωροφύλλης που είναι βασικό συστατικό στην αντίδραση της φωτοσύνθεσης, η οποία παράγει ενέργεια για ανάπτυξη των φυτών, τα ιόντα Mg είναι επομένως απαραίτητα για τη βιολογία των φυτών. Το μαγνήσιο παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην μεταφορά φωσφόρου στο φυτό, βοηθά στον μεταβολισμό των φωσφορικών, στην αναπνοή των φυτών, στην πρωτεϊνσύνθεση και στην ενεργοποίηση διαφόρων ενζυμικών συστημάτων (Marschner P 2<sup>nd</sup> Edition, 1995). Το Mg ενεργοποιεί πολλά ένζυμα και αποτελεί συστατικό των ριβοσωμάτων. Συνεπώς η χαμηλή συγκέντρωση του Mg στο φυτό, οδηγεί σε αναστολή της πρωτεϊνσύνθεσης.

### 4.7.1 Συμπτώματα έλλειψης Μαγνησίου

Σε γενικές γραμμές το Mg κινείται εύκολα μέσα στο φυτό, συνεπώς τα συμπτώματα από την έλλειψη του κάνουν την εμφάνιση τους αρχικά στα παλαιά φύλλα. Οι μεσονεύριες περιοχές γίνονται χλωρωτικές και μετά νεκρωτικές. Με την πάροδο του χρόνου τα ελάσματα των φύλλων γίνονται εύθραυστα και παραμορφωμένα. Ωστόσο τα νέα φύλλα παραμένουν φυσιολογικά. Τα φρούτα εμφανίζονται σχεδόν κανονικά, εκτός από ένα ελαφρύ κόκκινο χρώμα και με τάση για αλμπινισμό (Domoto P. 2011). Οι ελλείψεις μαγνησίου στα φυτά φράουλας που καλλιεργούνται σε εδάφη είναι συχνές, αλλά μπορούν να αποκατασταθούν εύκολα. Η πιο κοινή πηγή μαγνησίου είναι ο δολομίτης (άνυδρο ανθρακικό ορυκτό).

### **4.7.2. Τοξικότητα Μαγνησίου**

Η υψηλή συγκέντρωση Mg, ενδέχεται να εμφανιστεί σε εδάφη με χαμηλή συγκέντρωση καλίου. Από την υψηλή συγκέντρωση Mg προκαλείται τοξικότητα, καθώς και επιβράδυνση της ανάπτυξης των φυτών.

### **4.8 Μικροθρεπτικά στοιχεία**

Τα μικροθρεπτικά στοιχεία δηλαδή ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, το μαγγάνιο, ο χαλκός, το βόριο, το μολυβδαίνιο κ.ά. αν και είναι χρήσιμα σε μικρές ποσότητες (ίχνη) από τα φυτά, ωστόσο έχουν καθοριστικό ρόλο για την ανάπτυξή τους. Σε περίπτωση χαμηλής συγκέντρωσης των μικροθρεπτικών στοιχείων οδηγούμαστε σε διάφορα προβλήματα στα φυτά και συνακόλουθα στους καρπούς.

### **4.9. Σίδηρος (Fe)**

Ο σίδηρος (Fe) απαιτείται από τα φυτά σε μικρές ποσότητες, αν και εμπλέκεται σε διάφορες διεργασίες στα φυτά. Ο σίδηρος έχει ενεργό ρόλο στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και στη μεταφορά ηλεκτρονίων. Αποτελεί συστατικό διαφόρων ενζύμων, συμμετέχει στις αντιδράσεις τη φωτοσύνθεσης και τη διαπνοής. Τέλος, ο σίδηρος.

#### **4.9.1 Συμπτώματα έλλειψης Σιδήρου**

Επειδή ο σίδηρος συμμετέχει στην παραγωγή της χλωροφύλλης, τα συμπτώματα από την έλλειψη του εμφανίζονται κυρίως στα πρώιμα φύλλα. Η τροφοπενία του σιδήρου αναγνωρίζεται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Χλώρωση ανάμεσα στα νεύρα η οποία σταδιακά επεκτείνεται σε όλο το έλασμα. Σε ακραίες περιπτώσεις το έλασμα γίνεται λευκό καθώς δεν έχει παραχθεί καθόλου χλωροφύλλη.
- Τα φυτά παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη και κατ' επέκταση μειωμένη παραγωγή.

#### **4.9.2 Τοξικότητα Σιδήρου**

Σε εδάφη με υψηλή συγκέντρωση σιδήρου, τα φύλλα εμφανίζουν ένα σκούρο, πράσινο – γαλάζιο χρώμα παρόμοια με αυτά της τροφοπενίας φωσφόρου. Επιπλέον το ριζικό σύστημα καθώς και η κορυφή των φύλλων παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη. Τα συμπτώματα της υψηλής συγκέντρωσης σιδήρου εμφανίζονται περισσότερο στα όξινα εδάφη.

#### **4.10 Βόριο (B)**

Το βόριο (B) συμμετέχει στην φυσιολογική ανάπτυξη των ριζών και την επικοινωνία των λουλουδιών. Επειδή εκπλένεται εύκολα από το έδαφος συχνά είναι ανεπαρκές. Επιπλέον το Βόριο συμμετέχει στην σύνθεση των αζωτούχων βάσεων και πιο συγκεκριμένα στην σύνθεση της βάσης του RNA, δηλαδή της ουρακίλης. Διάφορες λειτουργίες του κυττάρου όπως η αύξηση, η διαίρεση και η διαφοροποίηση εξαρτώνται από την συγκέντρωση του βορίου. Η βλάστηση των γυρεόκοκκων καθώς και η σταθερότητα των ανθέων καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από το βόριο. Τέλος έχει καταγραφεί ότι συγκέντρωση του B στους ανθήρες, το στίγμα και την ωοθήκη είναι διπλάσια με την αντίστοιχη των στελεχών.

#### **4.10.1 Συμπτώματα έλλειψης Βορίου**

Τα συμπτώματα από την έλλειψη του βορίου πρωτοεμφανίζονται στην νεαρή βλάστηση. Τα νεαρά φύλλα συνήθως παραμορφώνονται και εμφανίζονται ρυτιδωμένα. Σε ακραίες περιπτώσεις έλλειψης Β, οι κορυφές των φύλλων νεκρώνονται, ενώ τα στελέχη λόγω της υψηλής συγκέντρωσης των φαινολών γίνονται εύθραυστα.

#### **4.10.2 Τοξικότητα Βορίου**

Υψηλή συγκέντρωση Βορίου συνήθως παρουσιάζεται στα εδάφη εκείνα που ποτίζονται από επιφανειακά ή υπόγεια νερά που έχουν μολυνθεί (λόγω αλόγιστης χρήσης απορρυπαντικών) με βορικό νάτριο. Όταν η ανάλυση του υπό άρδευση νερού καταγράψει την συγκέντρωση του Βορίου στα επίπεδα των 0,5 ppm τότε το νερό δεν είναι κατάλληλο για την καλλιέργεια της φράουλας. Η τοξικότητα του Βορίου είναι παρόμοια με την τροφοπενία του, δηλαδή κιτρίνισμα, καστανό χρωματισμό και νέκρωση των ιστών. Βέβαια το κυριότερο σύμπτωμα που εμφανίζεται από την υψηλή συγκέντρωση του βορίου είναι και ο μεταχρωματισμός των σεπάλων του κάλυκα, τα οποία σταδιακά οδηγούνται στην ξήρανση.

#### **4.11 Μαγγάνιο (Mn)**

Το μαγγάνιο (Mn) είναι ένα βασικό μικροθρεπτικό συστατικό για πολλές λειτουργίες του φυτού. Συμμετέχει στην αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα και στη φωτοσύνθεση. Βοηθά στη σύνθεση της χλωροφύλλης και στην αφομοίωση νιτρικών. Το μαγγάνιο ενεργοποιεί τα ένζυμα που σχηματίζουν τα λιπιδικά κύτταρα ενώ συμμετέχει και στο σχηματισμό της ριβοφλαβίνης, του ασκορβικού οξέος και του καροτενίου. Τέλος το μαγγάνιο λόγω του γεγονότος ότι ρυθμίζει την αύξηση των γυρεόκοκκων, συμμετέχει ενεργά στην γονιμοποίηση των ανθέων.

#### **4.11.1 Συμπτώματα έλλειψης Μαγγανίου**

Η τροφοπενία του μαγγανίου παρουσιάζεται αρχικά στα πρώιμα φύλλα. Η έλλειψη Μαγγανίου οδηγεί στην εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων στο έλασμα οι οποίες αργότερα επεκτείνονται σε όλο το φύλλο. Η ανεπάρκεια του μαγγανίου του οφείλεται στην κακή αποστράγγιση του εδάφους, της υψηλής αλατότητας και του Ρh του εδάφους και τέλος στη υπερβολική λίπανση του εδάφους με φώσφορο, βόριο, σίδηρο και ασβέστιο.

#### **4.11.2 Τοξικότητα Μαγγανίου**

Η υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου που υπάρχει στο έδαφος επιδρά αρχικά στα φύλλα και τα στελέχη της φράουλας. Τελικά ολόκληρο το έλασμα μαραίνεται. Επιπλέον παρατηρείται επιβράδυνση της βλάστησης και της παραγωγής ενώ σε ακραίες περιπτώσεις οι καρποί δεν καταφέρνουν να δέσουν.

#### **4.12 Ψευδάργυρος (Zn)**

Ο ψευδάργυρος (Zn) είναι ένα μικροθρεπτικό συστατικό που εμπλέκεται σε πολλές φυσιολογικές λειτουργίες. Η ανεπαρκής συγκέντρωση του στο έδαφος θα μειώσει την απόδοση της καλλιέργειας (Hafeez B, 2013). Ο ψευδάργυρος παίζει καθοριστικό ρόλο στον μεταβολισμό του φυτού επηρεάζοντας τις δραστηριότητες της υδρογονάσης και της ανθρακικής ανυδράσης, καθώς και την σύνθεση κυτοχρώματος (Alloway B. 2008). Τα ένζυμα που ενεργοποιούνται από το Zn εμπλέκονται στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, στη διατήρηση της ακεραιότητας των κυτταρικών μεμβρανών, σύνθεση πρωτεϊνών, ρύθμιση σύνθεσης αυξίνης και στον σχηματισμό της γύρης. Ο θειικός ψευδάργυρος (σε συγκέντρωση 0,4%) έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει τον αριθμό των φύλλων, των λουλουδιών, των καρπών, την απόδοση του φυτού σε καρπούς. Τέλος αυξάνει το βάρος της φράουλας και την οξύτητα της καθώς και την διάρκεια ζωής των φρούτων.

#### **4.12.1 Συμπτώματα έλλειψης Ψευδαργύρου**

Η ανεπάρκεια ψευδαργύρου είναι το πιο διαδεδομένο πρόβλημα ανεπάρκειας μικροθρεπτικών συστατικών σε φυτά φράουλας. Σχεδόν όλες οι καλλιέργειες σε ασβεστολιθικά, αμμώδη εδάφη καθώς και σε εδάφη με υψηλό φωσφόρο αναμένεται να έχουν έλλειψη Zn. Η ανεπάρκεια του ψευδαργύρου μπορούν να επηρεάσουν το φυτό με την μείωση της ανάπτυξης, την μείωση του αριθμού των σπόρων, τη χλώρωση και κατώτερη ποιότητα καρπών που συγκομίζονται.

Η ανεπάρκεια ψευδαργύρου διακρίνεται εύκολα από το πράσινο «φωτοστέφανο» που αναπτύσσεται κατά μήκος των νεαρών, ανώριμων φύλλων. Το κιτρίνισμα και η πράσινη βλάστηση είναι επίσης κοινά σε φυτά φράουλας με έλλειψη Zn (Ullo L. 2010).

#### **4.12.2 Τοξικότητα Ψευδαργύρου**

Η περίσσεια στην συγκέντρωση του ψευδαργύρου έχει τοξική δράση έναντι των φυτών δρα ανταγωνιστικά έναντι του φωσφόρου και του σιδήρου. Επιπλέον ενδέχεται να προκαλέσει τροφοπενία P στο φυτό.

#### **4.13 Χαλκός (Cu)**

Σε σύγκριση με άλλα μικροθρεπτικά συστατικά, ο χαλκός (Cu) είναι δευτερεύουσας σημασίας για τις φράουλες. Παίζει ρόλο στην πρόσληψη του Ca και είναι σημαντικό συστατικό χλωροπλαστών (Bergmann W. 1993).



#### **4.13.1 Συμπτώματα έλλειψης Χαλκού**

Η έλλειψη χαλκού δεν εμφανίζεται συχνά στην καλλιέργεια φράουλας καθώς γίνεται υψηλή χρήση χαλκούχων σκευασμάτων στις καλλιέργειες. Τα νεαρά φύλλα λόγω της έλλειψης χαλκού χάνουν το αρχικό τους σχήμα και εμφανίζουν ρυτίδωση.

#### **4.13.2 Τοξικότητα Χαλκού**

Η υψηλή συγκέντρωση του χαλκού δρα ανταγωνιστικά στην πρόσληψη του σιδήρου καθώς και του μαγγανίου, ιδίως στις περιπτώσεις εκείνες όπου τα εν λόγω στοιχεία είναι σε έλλειψη.

#### **4.14 Μολυβδαίνιο (Mo)**

Το μολυβδαίνιο (Mo) είναι ένα βασικό συστατικό δύο κύριων ενζύμων στα φυτά, της νιτρογενάσης και της νιτρικής αναγωγής. Συνεπώς το μολυβδαίνιο συμμετέχει ενεργά στις αντιδράσεις μεταβολισμού του νιτρικού αζώτου στην φράουλα. Επίσης συμμετέχει στην αζωτοδέσμευση μέσω της δράσης της νιτρογενάσης.

#### **4.14.1 Συμπτώματα έλλειψης Μολυβδαινίου (Mo)**

Η τροφοπενία του Mo είναι αφενός στην χαμηλή ποσότητα του στοιχείου στο έδαφος και στο χαμηλό PH. Τα νεαρά φύλλα αναπτύσσονται ένα ανοιχτό πράσινο χρώμα. Με σοβαρές ελλείψεις Mo αναπτύσσεται οριακή νέκρωση των φύλλων. Ωστόσο, ούτε το μέγεθος των φρούτων ούτε η ποιότητα επηρεάζεται αισθητά από μια ήπια ανεπάρκεια συγκέντρωσης Mo (Ulrich A, 1980).

#### **4.15 Νικέλιο (Ni)**

Το νικέλιο (Ni) είναι ένα αναγνωρισμένο θρεπτικό στοιχείο ορυκτών για υψηλότερα φυτά, αν και η και βιολογική του σημασία για την φράουλα είναι ελάχιστα κατανοητή. Το νικέλιο, σε χαμηλές συγκεντρώσεις, εκπληρώνει μια ποικιλία βασικών ρόλων σε φυτά, βακτήρια και μύκητες. Επομένως, η ανεπάρκεια Ni αλληλεπιδρά στην ανάπτυξη και το μεταβολισμό του φυτού, συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης ανάπτυξης και της επαγωγής της γήρανσης, της χλωρότητας των φύλλων και των μερισμάτων, μεταβολές στο μεταβολισμό N και μειωμένη πρόσληψη Fe.

#### **4.16 Χλώριο (Cl)**

Το χλώριο (Cl) έχει κρίσιμο ρόλο στο μεταβολισμό των φυτών, ουσιαστικά μαζί με το K στο άνοιγμα και το κλείσιμο των στομάτων. Μειώνει επίσης την ευαισθησία του φυτού στις λοιμώξεις από παθογόνα. Η πρόσληψη του χλωρίου από τις ρίζες των φυτών μπορεί να επηρεαστεί από νιτρικά άλατα. Τα χλωριούχα ιόντα είναι πολύ διαλυτά και ευαίσθητα στην έκπλυση του εδάφους. Εάν το χλωριούχο κάλιο εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της γονιμοποίησης, οι ελλείψεις Cl μπορεί να είναι σπάνιες (Van d' Rhys D. 2010). Σύμφωνα με τους Bellof και Schubert (2012), το Cl εκτελεί πολλές σημαντικές λειτουργίες στο φυτό όπως η ανάπτυξη και φωτοσύνθεση. Ωστόσο, η φράουλα χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ευαίσθητη στη συγκέντρωση του Cl. Έδειξαν ότι μια μέτρια διατροφή Cl δεν έχει αρνητική επίδραση στην απόδοση των φρούτων και στην ποιότητα των φρούτων, καθώς και στις συγκεντρώσεις σακχάρων και οξέων της φράουλας.

## Κεφάλαιο Πέμπτο

### 5.1 Οργανικά / Ανόργανα λιπάσματα

Από τα προϊστορικά χρόνια άνθρωποι διαπίστωσαν ότι καλλιεργώντας τη γη μπορούν να παράγουν τροφή. Επιπλέον ανακάλυψαν ότι η γη μπορεί να αποδώσει περισσότερη ποσότητα καρπών αν χρησιμοποιούσαν λίπασμα με την μορφή κοπριάς ή φυσικού κομπόστ.

Ως λίπασμα ορίζεται κάθε φυσική ή τεχνητή ουσία η οποία περιέχει διάφορα θρεπτικά στοιχεία και καθορίζει την ανάπτυξη και την παραγωγή μιας καλλιέργειας. Τις τελευταίες δεκαετίες η παραγωγή των λιπασμάτων έχει βελτιωθεί σημαντικά. Πλέον τα λιπάσματα που παράγονται έχουν την δυνατότητα να συνδυάζουν οργανικές ή ανόργανες ενώσεις με ταυτόχρονη παρουσία ωφέλιμων μικροοργανισμών, προσφέροντας έτσι στον καλλιεργητή πολλές επιλογές για να αυξήσει την παραγωγικότητα της καλλιέργειάς του.

Τα λιπάσματα περιέχουν κατά κύριο λόγο μία ή περισσότερες οργανικές ή ανόργανες χημικές ενώσεις οι οποίες αποτελούνται από διάφορα θρεπτικά στοιχεία. Οι ανόργανες χημικές ενώσεις που περιέχονται στα λιπάσματα προϋποθέτουν αρχικά την διάλυση του στο νερό και μετά την δέσμευση του από τις ρίζες των φυτών. Βέβαια ελλοχεύει ο κίνδυνος όταν απουσιάζει από το έδαφος η οργανική ουσία που συγκρατεί τις ανόργανες ενώσεις, αυτές να εκπλυθούν από τον υδροφόρο ορίζοντα. Αυτό δεν ισχύει για τις οργανικές ενώσεις των λιπασμάτων, οι οποίες είναι σύνθετες ενώσεις με κύριο στοιχείο τον άνθρακα, οι οποίες αρχικά διασπώνται από τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους σε απλούστερες χημικές ενώσεις, οι οποίες τελικά δεσμεύονται από το ριζικό σύστημα των στοιχείων. Είναι προφανές ότι οι οργανικές ουσίες έχουν σημαντικό ρόλο στα εδάφη που καλλιεργούνται καθώς συμμετέχουν σε πολλές σημαντικές κυτταρικές λειτουργίες του φυτού.

Η συγκέντρωση των οργανικών ή ανόργανων ενώσεων σε ένα λίπασμα εξαρτάται μόνο στις πρώτες ύλες από τις οποίες παρασκευάζεται. Τα λιπάσματα ανάλογα με τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχουν διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Ανόργανα ή χημικά λιπάσματα
- Οργανικά λιπάσματα και
- Οργανοχημικά λιπάσματα.

➤ Ανόργανα ή χημικά λιπάσματα: Είναι τα λιπάσματα εκείνα όπου τα θρεπτικά στοιχεία περιέχονται υπό μορφή ανόργανων χημικών ενώσεων. Τα λιπάσματα αυτά παρασκευάζονται βιομηχανικά με φυσικές ή χημικές διεργασίες και παρέχουν τα θρεπτικά στοιχεία σε μεγάλη περιεκτικότητα. Βέβαια όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ελλείπει οργανικού στοιχείου στο έδαφος, τα ανόργανα στοιχεία ξεπλένονται από τα ρέοντα ύδατα με αποτέλεσμα να μην φθάνουν ποτέ στο ριζικό σύστημα των φυτών. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε αύξηση της κατανάλωσης των ανόργανων λιπασμάτων, καθιστώντας τελικά ασύμφορη την καλλιέργεια. Επιπλέον το έδαφος σταδιακά υποβαθμίζεται όσον αφορά την δομή και την γονιμότητά του ενώ ο υδροφόρος ορίζοντας επιβαρύνεται με μεγάλη ποσότητα ανόργανων λιπασμάτων.

➤ Οργανικά λιπάσματα: Είναι τα λιπάσματα αυτά, όπου τα θρεπτικά στοιχεία εμφανίζονται υπό μορφή σύνθετων οργανικών ενώσεων. Παράγονται από ζώντες οργανισμούς φυτικής ή ζωικής προέλευσης (περιπτώματα ζώων, κρεατάλευρα, απόβλητα βιολογικών σταθμών κ.α.) Τα λιπάσματα αυτά διαθέτουν υψηλή ποσότητα οργανικής ουσίας, βελτιώνοντας την σύσταση και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (pH., ιοντοανταλλακτική ικανότητα, συγκράτηση θρεπτικών στοιχείων κ.α.). Το μειονέκτημα τους, συγκριτικά με τα ανόργανα λιπάσματα, είναι ότι έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά

στοιχεία και αυτό συνεπάγεται υψηλό κόστος αφού απαιτούνται μεγάλες ποσότητες .

- **Οργανοχημικά λιπάσματα:** Είναι τα λιπάσματα αυτά όπου τα θρεπτικά στοιχεία προέρχονται τόσο από ανόργανες όσο και οργανικές ενώσεις. Είναι στην ουσία ένας συνδυασμός ανόργανου και οργανικού λιπάσματος. Εμφανίζει τα πλεονεκτήματα της κάθε κατηγορίας, δηλαδή περιέχει υψηλή συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων ενώ δεν προκαλείται από τη χρήση τους υποβάθμιση και ρύπανση του εδάφους. Έτσι η καλλιέργεια παρουσιάζει υψηλή ποιοτική απόδοση.

## **5.2 Η λίπανση της φράουλας**

Το φυτό της φράουλας καλλιεργείται κυρίως σε αμμοπηλώδες, εύθρυπτο έδαφος. Είναι τα λεγόμενα ελαφρά εδάφη όπου επικρατούν οι ιδιότητες της άμμου, αν και το ποσοστό της άμμου δεν είναι συντριπτικά μεγαλύτερο από αυτό της αργίλου. Είναι εδάφη με μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων. Επίσης η φράουλα προτιμά εδάφη με καλό αερισμό και pH ελαφρώς όξινο μεταξύ 5.0 έως 7.0 Πριν από την έναρξη της φύτευσης τα εδάφη εμπλουτίζονται με ζωική κοπριά της τάξεως 2.5 – 10 τόνους ανά στρέμμα για την αύξηση της παραγωγικότητας. Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αύξηση των επιπέδων της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι η φύτευση αγρωστωδών φυτών. Επίσης γίνεται εμπλουτισμός με οργανικό compost.

Για τον έλεγχο της συγκέντρωσης του αζώτου γίνεται ανάλυση στα φύλλα, για τα επίπεδα του φωσφόρου γίνεται ανάλυση στη στεφάνη και στα ελάσματα των φύλλων, ενώ τέλος για τα επίπεδα της συγκέντρωσης του μαγνησίου ο έλεγχος πραγματοποιείται στα ριζικά τριχίδια. Οι απαιτήσεις της φράουλας σε βασικά θρεπτικά στοιχεία όπως το άζωτο, ο φώσφορος και κάλιο είναι πολύ υψηλότερες σε

σχέση με άλλες καλλιέργειες. Εκτός απ' αυτά τα βασικά θρεπτικά στοιχεία, η καλλιέργεια της φράουλας έχει απαιτήσεις και για άλλα μικροστοιχεία και σίδηρο.

Η πρόσληψη των θρεπτικών μακροστοιχείων και μικροστοιχείων καθορίζεται από τις εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν στο κλίμα και το έδαφος. Υπάρχει βέβαια περίπτωση το έδαφος να είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία και να μην μπορούν να δεσμευτούν από το ριζικό σύστημα των φυτών. Για να αποφεύγονται αυτές οι δυσκολίες, χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια αμμωνιακά ή νιτρικά λιπάσματα. Η ποσότητα του λιπάσματος που θα εφαρμοστεί καθορίζεται από την ποιότητα του εδάφους, την εποχή της φύτευσης, την ηλικία και το είδος της καλλιέργειας. Η βασική λίπανση της φράουλας πραγματοποιείται πριν τη φύτευση χρησιμοποιώντας 100 κιλά λιπασμάτων του τύπου 11-15-15 ανά στρέμμα. Βέβαια ανάλογα με το είδος της ποικιλίας φράουλας που καλλιεργείται διαφοροποιείται και το πρόγραμμα λίπανσης.

#### **Για καλοκαιρινές φυτεύσεις:**

Στην περίπτωση αυτή, το N (άζωτο) θα πρέπει να προστεθεί στο έδαφος μόλις αρχίσει η ανάπτυξη των φυτών. Η τελική δόση της αζωτούχου λίπανσης θα πρέπει να προστεθεί στο έδαφος πριν γίνει η κάλυψη του με νάιλον τύπου πολυαιθυλενίου. Βέβαια η συνιστώμενη συγκέντρωση που εφαρμόζεται στο έδαφος καθορίζεται μετά από ανάλυση του εδάφους. Αποφεύγεται η χρήση αζώτου πριν ή μετά την συλλογή των καρπών καθώς επιδρά αρνητικά στην ποιότητα του καρπού. Σε διετείς καλλιέργειες το άζωτο εφαρμόζεται νωρίς τον Οκτώβριο.

### 5.3 Επιδράσεις λίπανσης.

- ❖ Καταλληλόλητα του είδους φράουλας: Κάποια είδη φράουλας είναι περισσότερο παραγωγικές λόγω κληρονομικότητας που καλλιεργούνται σε δεδομένο γεωγραφικό διαμέρισμα. Το λίπασμα δεν μπορεί φυσικά να εξισώσει μια χαμηλής παραγωγικότητας ή ευπαθή στις ασθένειες ποικιλία, με μια υγιή και υψηλής παραγωγικότητας. Επίσης το λίπασμα δεν μπορεί να κάνει μια χαμηλή σε απαίτηση ψύχους ποικιλία να ευδοκιμήσει στο Βορρά, αλλά ούτε και μια υψηλής σε απαίτηση ψύχους, να ευδοκιμεί στο Νότο.
- ❖ Τοποθέτηση φυτών: Σε μια φυτεία οπωροφόρων δέντρων δεν μεγαλώνει ο αριθμός, των αρχικά φυτευόμενων. Το ίδιο δεν ισχύει για τις φράουλες κατά το σύστημα αυτοκάλυψης του εδάφους από φυτευόμενα μητρικά φυτά, λόγω των στολώνων. Ο πρωταρχικός μας σκοπός είναι να ενθαρρύνουμε τα φυτά σ' ένα καλό ξεκίνημα, μετά τη φύτευση. Για μεγάλη παραγωγή είναι αναγκαία η καλή εγκατάσταση των φυτών και οι μικρές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης.
- ❖ Ανθοφόροι οφθαλμοί: Η αύξηση της παραγωγής και η πρόωρη συλλογή δύναται να προέλθουν από εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης, λίγο πριν την έναρξη σχηματισμού' ανθοφόρων οφθαλμών. Σε μια μέση φυτεία για παράδειγμα, με τον ίδιο αριθμό φυτών σε δύο δεδομένες σειρές, εάν στην πρώτη απ' αυτές, οι Στόλωνες ριζοβολήσουν νωρίτερα και στην άλλη αργότερα, τότε στην πρώτη θα έχουμε περισσότερους ανθοφόρους οφθαλμούς. Ένα μεγάλο φυτό δεν δίνει αναγκαία και μεγαλύτερη παραγωγή. Ορισμένες ποικιλίες κάνουν μεγάλα φυτά, αλλά δίνουν μικρές παραγωγές. Έτσι πάρα πολύ ή λίγη αύξηση, ελαττώνει την παραγωγή. Η παραγωγή επηρεάζεται από τον αριθμό των ανθοταξιών και τον αριθμό των ανθέων, τα οποία σχηματίζουν τους καρπούς και εξαρτάται από τις θρεπτικές καταστάσεις που επικρατούν, κατά το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών. Η υψηλή

παραγωγή, μπορεί να προέλθει από εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης 1 μήνα μετά τη φύτευση και πάλι αργά το καλοκαίρι. Έτσι, διεγείρεται ο σχηματισμός των ανθοφόρων οφθαλμών, αυξάνεται η ανάπτυξη του φυτού και του ριζικού συστήματος του. Η λίπανση κατά την άνοιξη προκαλεί τη δημιουργία σκληρών – πράσινων φύλλων, μείωση της καρποσυλλογής ενώ οι καρποί εμφανίζουν μεγαλύτερο μέγεθος και αυξημένο ποσοστό σήψης. Η λίπανση της καλλιέργειας πρέπει να εφαρμόζεται με αυστηρό πρόγραμμα.

- ❖ Ανθοταξία και δέσιμο των καρπών: Όταν εφαρμοστεί λίπανση σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο, αυξάνεται ο αριθμός των ανθέων καθώς και το ποσοστό αυτών που καρποδένουν. Βέβαια όταν το άζωτο εφαρμοστεί πριν την ανθοφορία τότε το ποσοστό καρπόδεσης αυξάνεται έως και 5%.
- ❖ Μέγεθος καρπών: Το μέγεθος των καρπών μπορεί να λειτουργήσει ως δείκτης, αν ζυγιστούν ομάδες των 20 φρούτων, με δύο επαναλήψεις για έξι συνολικά ημερομηνίες συλλογής εξαιτίας της μεγάλης ποικιλομορφίας στο μέγεθος που παρουσιάζουν οι καρποί κατά τις διάφορες ημερομηνίες συλλογής.
- ❖ Περίοδος συγκομιδής: Κατά τη διάρκεια της συγκομιδής η άρδευση έχει μεγαλύτερη επίδραση από την λίπανση.
- ❖ Μερικές αλληλοεπιδράσεις: Η απορρόφηση του φωσφόρου στην αρχή από τα φυτά, επιτυγχάνεται όταν το αζωτούχο λίπασμα εφαρμόζεται κατευθείαν σε επαφή με το φωσφορικό.
- ❖ Επίδραση επί της συνοχής των καρπών: Το γεγονός ότι τα φρούτα μερικές φορές πρέπει να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις για την ανεύρεση αγορών, οδηγεί στην προσπάθεια δημιουργίας συνεκτικών καρπών, στο οποίο πιστεύεται ότι συντελεί και η φωσφορούχος λίπανση. Λέγεται ότι η αζωτούχος λίπανση οδηγεί σε μεγαλύτερες παραγωγές με καρπούς όμως με μειωμένη συνοχή. Η χρήση



αζωτούχου λίπανσης σε υψηλά ποσοστά διευκολύνει την αναπνοή, σε αντίθεση με την φωσφορούχο λίπανση που εμποδίζει την αναπνοή καθώς επιβραδύνει την πρόσληψη του Ρ (φωσφόρου). Τέλος η συνοχή των καρπών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την άρδευση.

## 5.4 Είδη Λίπανσης Φράουλας

### 1. Βασική λίπανση

Η βασική λίπανση πραγματοποιείται πριν φυτευτούν τα φυτά με 100 κιλά ανά στρέμμα περίπου λίπασμα του τύπου 11-15-15. Κατά την προετοιμασία του εδάφους προστίθενται τα κύρια θρεπτικά στοιχεία Κάλιο – Φώσφορο – Κάλιο. Βέβαια πριν την φύτευση των φυτών προηγείται η ανάλυση του εδάφους για να εφαρμοστεί η ιδανική λίπανση. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η ανάλυση του εδάφους, τότε εφαρμόζουμε Άζωτο – Φώσφορο – Κάλιο σε αναλογία 10-20-20 ανά στρέμμα.

### 2. Διαφυλλική λίπανση

Η διαφυλλική λίπανση χρησιμοποιείται για τη θρέψη των καλλιεργειών σε καμία περίπτωση όμως δεν αντικαθιστά την βασική λίπανση του εδάφους. Η διαφυλλική λίπανση είναι χρήση σκευασμάτων με ψεκασμό απευθείας στα φύλλα των φυτών. Η διαφορά με τα κοινά λιπάσματα είναι ότι τα διαφυλλικά διαλύονται στο νερό και ψεκάζονται στη συνέχεια στα φύλλα των φυτών. Η συγκεκριμένη λίπανση βοηθά στην άμεση απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά καθώς είναι οκτώ – δέκα φορές πιο αποτελεσματική από την βασική λίπανση. Βέβαια η διαφυλλική λίπανση έχει

ενισχυτικό ρόλο στο πρόγραμμα λίπανσης που ακολουθείται σε μία καλλιέργεια και δεν υποκαθιστά σε καμία περίπτωση την βασική λίπανση.

### 3. Υδρολίπανση

Η υδρολίπανση είναι μια νέα μέθοδος εφαρμογής των λιπαντικών στοιχείων μέσα από τα δίκτυα άρδευσης σε μικρές παροχές. Κατά την υδρολίπανση, τα λιπάσματα διαλύονται στο νερό και διοχετεύονται υπό πίεση στο δίκτυο άρδευσης της καλλιέργειας. Στην ουσία ο καλλιεργητής με την υδρολίπανση ποτίζει και λιπαίνει την καλλιέργεια ταυτόχρονα. Παρέχει δε, τον σωστό συνδυασμό ύδατος και θρεπτικών στοιχείων απευθείας στο ριζικό σύστημα του φυτού ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Τα λιπάσματα που εφαρμόζονται στην υδρολίπανση αρχικά διαλύονται σε μια δεξαμενή (υδρολιπαντήρας) η οποία περιέχει 30 – 40 % νερό. Η ποσότητα του λιπάσματος που προστίθεται εξαρτάται από τα όρια διαλυτότητας αυτού σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες ύδατος. Στη συνέχεια το θρεπτικό διάλυμα διοχετεύεται από τον υδρολιπαντήρα στο δίκτυο άρδευσης της καλλιέργειας. Τα θρεπτικά στοιχεία των λιπασμάτων δεσμεύονται από το ριζικό σύστημα των φυτών σε τέτοια συγκέντρωση ανάλογα με το είδος και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Για την πλήρη θρέψη των φυτών μέσω της υδρολίπανσης, η διοχέτευση από τον υδρολιπαντήρα στο δίκτυο άρδευσης θα πρέπει να γίνεται όταν η τιμή της πίεσης λειτουργίας είναι ίδια σε όλα τα σημεία του δικτύου. Όταν η υδρολίπανση ολοκληρωθεί, το δίκτυο θα πρέπει να ξεπλυθεί με καθαρό νερό ώστε να απομακρυνθούν όλα τα υπολείμματα των θρεπτικών στοιχείων.

## 5.5 Λιπάσματα και Υδρολίπανση

### Γενικά

Για την υδρολίπανση υπάρχουν σωρεία λιπασμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καλλιεργητές. Η επιλογή του εκάστοτε λιπάσματος στην υδρολίπανση καθορίζεται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Να είναι σε υγρή μορφή και με υψηλή υδατοδιαλυτότητα
- Να μην προκαλούν διαβρώσεις στο δίκτυο άρδευσης
- Να μην προκαλούν εμφράξεις μέσω της δημιουργίας ιζημάτων στα στόμια εισροών – εκροών
- 

### 5.5.1 Αζωτούχος υδρολίπανση

Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή υδρολίπανσης με άμεσα και εντυπωσιακά αποτελέσματα στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το άζωτο εμφανίζεται σε χαμηλή συγκέντρωση στο έδαφος καθώς εκπλένεται με μεγάλη ευκολία. Για να επιλέξει ο καλλιεργητής την καλύτερη πηγή αζώτου θα πρέπει καταρχήν να γίνει μια δοκιμή του λιπάσματος σε μια μικρή έκταση της καλλιέργειας ώστε να διασφαλιστεί η καταλληλότητα του για τα φυτά. Τα κυριότερα είδη των αζωτούχων λιπασμάτων είναι τα παρακάτω:

- Ουρία και UAN-32 (ουρικό νιτρικό αμμώνιο Υγρό). Είναι το πιο ευρέως υγρό αζωτούχο λίπασμα που χρησιμοποιείται στην στάγδην άρδευση. Η ποσότητα της αμμωνίας που περιέχεται στην ουρία ελαττώνει την τοξικότητα που προκαλεί το χλώριο. Η ουρία χρησιμοποιείται ευρέως στη στάγδην άρδευση καθώς δεν σχηματίζει ιόντα όταν διαλύεται στο νερό.

- Νιτρική Αμμωνία ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Είναι στερεό, αζωτούχο λίπασμα. Επειδή σχηματίζει εύκολα συσσωματώματα καλό είναι να προδιαλύεται στο νερό πριν την εφαρμογή του στην υδρολίπανση. Επιπλέον απαιτεί διήθηση καθώς αποτελείται από 34 % N. Τέλος η νιτρική αμμωνία μειώνει σημαντικά το PH του εδάφους ενώ παράλληλα αυξάνει το διαλυτό αργίλιο του εδάφους.
- Πολυθειική Αμμωνία. Υγρή μορφή λιπάσματος, αποφεύγεται στην στάγδην άρδευση. Εφαρμόζεται ως πηγή για το Θείο.
- Υγρή Αμμωνία. Υγρή μορφή λιπάσματος. Προέρχεται από διάλυση της αμμωνίας στο νερό και δεν χρειάζεται δεξαμενή υψηλής πίεσης για αποθήκευση, ούτε ειδική συσκευή για την χορήγηση της στην καλλιέργεια.
- Νιτρικό ασβέστιο. Στερεό, περιέχει 15.5% άζωτο, προέρχεται από την νιτρική αμμωνία, είναι διαλυτό, θέλει προσοχή στην ιζηματοποίηση, διαφοροποιεί το pH.
- Διάλυμα νιτρικού ασβεστίου. Είναι κοκκώδες, επιφανειακό, υδατοδιαλυτό λίπασμα κατάλληλο για όλες τις καλλιέργειες και τα εδάφη. Κατάλληλο και για όξινα εδάφη.
- Νιτρικό μαγνήσιο. Η προσθήκη του στα θρεπτικά διαλύματα είναι αναγκαία όταν η προσθήκη  $\text{Mg}^{2+}$  υπερβαίνει αριθμητικά αυτή του  $\text{SO}_4^{2-}$  (σε meq L<sup>-1</sup>) και επομένως ως πηγή μαγνησίου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο θειικό μαγνήσιο.
- Νιτρικό Οξύ. Χρησιμοποιείται ως υγρό λίπασμα για την προσθήκη αζώτου σε νιτρική μορφή. Το νιτρικό οξύ χρησιμοποιείται για την μείωση του PH μεταξύ 5-6, που είναι κατάλληλο για τα φυτά.

- Νιτρικό κάλιο. Είναι στερεή μορφή λιπάσματος και εφαρμόζεται για την ενίσχυση της καλλιέργειας με άζωτο 13% και κάλιο. Είναι ευδιάλυτο στο νερό και προτιμάται για τις μικρές παροχές του δικτύου. Ενδέχεται να μεταβάλει ελαφρώς το ΡΗ στο νερό του εδάφους. Το άζωτο (υπό μορφή αμμωνίας) όταν εφαρμόζεται με υδρολίπανση σε μικρές δόσεις είναι δυσκίνητο και δεν μετακινείται μέσα στο έδαφος. Αντίθετα σε υψηλές συγκεντρώσεις υπερνικά την ισχύ των κολλοειδών του εδάφους και κινείται άνετα σε μεγάλη απόσταση από το σημείο εφαρμογής του.

Ο τρόπος με τον οποίο αντιδρούν τα αζωτούχα λιπάσματα εξαρτάται από την ποιότητα του νερού άρδευσης αλλά και από το είδος του εδάφους. Για αυτό όταν επιλέγεται ένα αζωτούχο λίπασμα θα πρέπει να εξετάζονται τα ποιοτικά του αρδευόμενου νερού καθώς και του εδάφους.

Σύμφωνα με τον Goldberg et al., (1971) τα νιτρικά αζωτούχα ακολουθούν την πορεία του αρδευόμενου νερού της καλλιέργειας, φθάνοντας έτσι όπου πάει το νερό. Για αυτό όταν χρησιμοποιούνται υψηλές ποσότητες νερού, τα νιτρικά αζωτούχα ενδέχεται να εκπλυθούν από το ριζόστρωμα της καλλιέργειας. Όλα τα μη νιτρικά μη αζωτούχα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στο έδαφος μετατρέπονται σε νιτρικά και ακολουθούν την πορεία του νερού άρδευσης.

Συνεπώς η εφαρμογή των νιτρικών αζωτούχων θα πρέπει να γίνεται σε μικρές δόσεις και πάντα σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις των φυτών. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται επιτυχώς στις δενδρώδεις καλλιέργειες και στις καλλιέργειες κηπευτικών εντός θερμοκηπίου.

## 5.5.2 Φωσφορική υδρολίπανση

Ο φώσφορος που βρίσκεται στο έδαφος είναι δυσκίνητος και δεν δεσμεύεται εύκολα από τα φυτά. Για το λόγο αυτό ο φώσφορος εφαρμόζεται στα δίκτυα μικρών παροχών, όπου το σταγονίδιο εφάπτεται του ριζικού συστήματος των φυτών.

Βέβαια αυτό δημιουργεί αρκετά προβλήματα στην καλλιέργεια καθώς τα στέρεα φωσφορούχα λιπάσματα δημιουργούν ιζήματα στο δίκτυο άρδευσης. Η εμφάνιση των ιζημάτων που προκύπτουν από την αντίδραση των στέρεων φωσφορικών λιπασμάτων με το αρδευτικό νερό μπορούν να αποφευχθούν μόνο αν το ΡΗ του ύδατος κυμαίνεται γύρω στο έξι (06). Το αρδευτικό νερό μετατρέπεται σε όξινο είτε με την προσθήκη υψηλής συγκέντρωσης φωσφορικού οξέος ή θειικού οξέος. Συνεπώς ο καλλιεργητής οφείλει να έχει ένα πεχάμετρο για να μετράει σε τακτά χρονικά διαστήματα το ΡΗ του αρδευτικού νερού. Παρατίθενται τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα υγρά φωσφορικά λιπάσματα:

- Φωσφορικό μονοαμμώνιο. Είναι ένα ευδιάλυτο λίπασμα που λόγω της συνδυασμένης απελευθέρωσης ιόντων  $\text{NH}_4$  και  $\text{H}_2\text{PO}_4$  μειώνει αισθητά το ΡΗ του διαλύματος. Γενικά η χρήση φωσφορικού μονοαμμωνίου για παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων στις καλλιέργειες εκτός εδάφους είναι σπάνια.
- Φωσφορικό μονοκάλιο. Είναι ένα λευκό, κρυσταλλικό, πολύ ευδιάλυτο άλας το οποίο έχει την ιδιότητα να μειώνει σε μικρό βαθμό την οξύτητα του διαλύματος λόγω των ιόντων  $\text{H}_2\text{PO}_4$  που απελευθερώνει. Είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη πηγή φωσφόρου για τα θρεπτικά διαλύματα.

- **Θειικό Κάλιο.** Είναι ευδιάλυτο σε ικανοποιητικό βαθμό, μολονότι συγκριτικά είναι από τα λιγότερο ευδιάλυτα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων.
- **Θειικό μαγνήσιο.** Είναι η κύρια πηγή μαγνησίου και θείου για τα θρεπτικά διαλύματα. Για παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων χρησιμοποιείται μόνο το επταϋδρικό θειικό μαγνήσιο το οποίο διακρίνεται από έντονη υδατοδιαλυτότητα.
- **Χηλικός σίδηρος.** Από όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, συνήθως μόνο ο σίδηρος προστίθεται σε χηλική και όχι σε ανόργανη μορφή στο θρεπτικό διάλυμα. Η αναγκαιότητα χρήσης χηλικού σιδήρου απορρέει από την ιδιότητα των ιόντων Fe να αντιδρούν κυρίως με φωσφορικά ιόντα και να καταβυθίζονται με αποτέλεσμα να παύουν να είναι διαθέσιμα για τα φυτά. Αιτία για αυτό είναι η πολύ χαμηλή διαλυτότητα των φωσφορικών αλάτων του σιδήρου.
- **Λευκό Φωσφορικό οξύ.** Διαυγές υγρό, είναι ο πιο καθαρός τύπος φωσφορικού οξέος που υπάρχει.
- **Πράσινο Φωσφορικό οξύ.** Πριν από τη χρήση του στην καλλιέργεια γίνεται ανάλυση για το ποσοστό καθαρότητας του, καθώς περιέχει πολλές ξένες ουσίες και υπάρχει κίνδυνος εμφράξεων στους σταλάκτες.
- **Συνδυασμός φωσφορικού και θειικού οξέος.** Είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη πηγή φωσφόρου.

Στη χώρα μας, η ποσότητα του φωσφόρου που απαιτείται από την καλλιέργεια εφαρμόζεται πριν την φύτευση κατά την διάρκεια της βασικής λίπανσης και όχι με την διαδικασία της υδρολίπανσης. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί χαμηλή συγκέντρωση φωσφόρου και πρέπει να χορηγηθεί, τότε χορηγείται ως μονοφωσφορικό κάλιο

( $K_2HPO_4$ ,  $KH_2PO_4$ ), που είναι υδατοδιαλυτό ή ως θειικό αμμώνιο  $\{(NH_4)_2SO_4\}$ . Πάντα πριν την χορήγηση του φωσφόρου ελέγχονται τα χαρακτηριστικά του αρδευόμενου νερού καθώς η υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου προκαλεί εμφράξεις στους σταλακτήρες. Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο (N, P K) είναι αρκετά ευδιάλυτα ως στοιχεία και μειώνουν σημαντικά τις εμφράξεις. Αυτό οφείλεται στην ικανότητά τους να μειώνουν το PH του διαλύματος τόσο ώστε να μην προκαλείται κατακρήμνιση στερεών

### 5.5.3 Υδρολίπανση καλίου

Το κάλιο είναι ένα θρεπτικό στοιχείο που δεν κινείται με ευκολία και για αυτό τα φυτά έχουν άμεση ανταπόκριση στην καλιούχο υδρολίπανση. Βέβαια κατά την εφαρμογή της καλιούχου υδρολίπανσης τα διάφορα προβλήματα προκύπτουν μόνο όταν δεν έχουμε σωστή ανάμειξη των λιπασμάτων με αποτέλεσμα να σχηματίζονται ιζήματα. Για να αποφεύγονται αυτά τα προβλήματα τα καλιούχα λιπάσματα διαλύονται αρχικά μόνα τους στο νερό του δικτύου άρδευσης.

Αν και το Κάλιο ως στοιχείο υπάρχει σε υψηλή συγκέντρωση στο έδαφος εντούτοις τα φυτά δεν μπορούν να το δεσμεύσουν εύκολα. Σε γενικές γραμμές η διαθεσιμότητα και η δέσμευση του καλίου καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους. Συνεπώς σε εδάφη που εφαρμόζεται η στάγδην άρδευση το κάλιο που είναι διαθέσιμο για πρόσληψη από τα φυτά περιορίζεται μόνο στο τμήμα του εδάφους που ποτίζεται. Για το λόγο αυτό στις καλλιέργειες που εφαρμόζεται η στάγδην άρδευση γίνεται ανάλυση για την συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των φυτών. Η συγκεκριμένη ανάλυση είναι επιβεβλημένη στις πολυετείς καλλιέργειες όπου τα φυτά φυτεύονται σε μεγάλες αποστάσεις και τα σταγονίδια ποτίσματος είναι σχετικά λίγα ανά μονάδα επιφανείας.



Επιπλέον στις ετήσιες καλλιέργειες καλό είναι να προστίθενται ποσότητα Καλίου πριν την φύτευση ώστε τα φυτά να βρίσκουν ικανοποιητική ποσότητα να προσλαμβάνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τέλος η προσθήκη καλίου μέσω της στάγδην άρδευσης διορθώνει την τροφοπενία του καλίου που εμφανίζεται χωρίς να σχηματίζονται ιζήματα αλάτων.

#### **5.5.4 Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων**

Η Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων εφαρμόζεται μόνο όταν διαπιστωθεί τροφοπενία στο έδαφος. Βέβαια οι καλλιεργητές θα πρέπει να είναι προσεκτικοί με την υδρολίπανση με μείγματα ιχνοστοιχείων καθώς ελλοχεύει ο κίνδυνος να σχηματιστούν ιζήματα και εμφράξεις από τα άλατα στους υδρολιπαντήρες. Για να αποφεύγονται αυτοί οι κίνδυνοι συνίσταται η δοκιμή των μειγμάτων των ιχνοστοιχείων σε ένα μικρό, διαφανές δοχείο πριν την εφαρμογή τους στην κύρια δεξαμενή υδρολίπανσης της καλλιέργειας.

#### **5.5.5 Συνδυασμοί λιπασμάτων**

Είναι συνήθης τακτική οι καλλιεργητές στα θερμοκήπια να χρησιμοποιούν μίγματα λιπασμάτων ώστε διάφορα θρεπτικά στοιχεία να δεσμεύονται από τα φυτά λόγω της στάγδην άρδευσης. Το μίγμα των λιπασμάτων ονομάζεται «συνδυασμός λιπασμάτων» και παρέχει ταυτόχρονα πολλά θρεπτικά στοιχεία στην καλλιέργεια. Παρακάτω επισυνάπτονται οι περισσότερο συνηθισμένοι συνδυασμοί λιπασμάτων με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των συνδυασμών

**Πίνακας 8 Δυνατότητα ανάμειξης λιπασμάτων.**

ΛΙΠΑΣΜΑ ΤΑ	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NaNO <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> P O <sub>4</sub>
Θειική Αμμωνία (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	X	OXI	NAI	NA	NA	NA	NA
Νιτρικό ασβέστιο Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	OXI	X	NAI	NA	OXI	OXI	OXI
Νιτρικό κάλιο [KNO <sub>3</sub> ]	NAI	NAI	NA	X	NA	NA	NAI
Θειικό κάλιο K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NAI	OXI	NA	NA	X	NA	NA
Θειικό μαγνήσιο MgSO <sub>4</sub>	NAI	OXI	NA	NA	NA	X	OXI

Πηγή: Γεωργική τεχνολογία - Α.φ. Λίπανση-Θρέψη 95.Πιστόλης - Σιμώνης.

Πίνακας 9. Συνοπτική παρουσίαση του κινδύνου διάβρωσης διαφόρων μετάλλων από διάφορα λιπάσματα.

—^Λίπασμα	Νιτρική αμμωνία	Ουρία	Θειική αμμωνία	Φωσφορικό οξύ	Φωσφορική αμμωνία
Μέταλλο					
Γαλβανισμένος σίδηρος	Πολύ σημαντικός	Σημαντικ ός	Σημαντικός	Πολύ σημαντικός	Μικρός
Φύλλα αλουμινίου	Μικρός	Μικρός	Μικρός	Μέτριος	Μέτριος
Ανοξειδωτος χάλυβας	Ανύπαρκτος	Ανύπαρκ τος	Ανύπαρκτο ς	Μικρός	Ανύπαρκτος
Μπρούντζος	Σημαντικός	Ανύπαρκ τος	Σημαντικός	Μέτριος	Πολύ σημαντικός

Πηγή: [Martin, 1953]

Κατά την υδρολίπανση όταν πρόκειται να χορηγηθούν περισσότερα του ενός λιπάσματα, αυτά θα πρέπει να μην αντιδρούν μεταξύ τους. Για αυτό επιβάλλεται η δοκιμή τουλάχιστον δώδεκα (12) ώρες νωρίτερα, πριν την εφαρμογή τους στο δίκτυο άρδευσης με την ίδια ποιότητα νερού και την ίδια αραίωση. Επιπλέον κατά την διαδοχική εφαρμογή των λιπασμάτων, πριν από την χορήγηση νέου λιπάσματος το δίκτυο και οι εκτοξευτήρες ξεπλένονται με καθαρό νερό για να μην σχηματίζονται ιζήματα. Σε γενικές γραμμές για να αποφεύγονται τόσο ο σχηματισμός των ιζημάτων όσο και η διάβρωση του δικτύου άρδευσης θα πρέπει να ελέγχεται ο βαθμός διαλυτότητας του κάθε λιπάσματος.



*Εικ.17. Τα ύδατα που περιέχουν υψηλή συγκέντρωση αλάτων δημιουργούν ιζήματα με διάφορες ενώσεις όπως με το σίδηρο (αριστερά) ή με το ασβέστιο (δεξιά) στα σταγονίδια.*

## **Κεφάλαιο Έκτο**

### **Αντί επιλόγου**

Το φυτό της φράουλας σήμερα είναι μια ποικιλία ή ένα υβρίδιο φυτού που καλλιεργείται παγκοσμίως για τα φρούτα του, το οποίο εκτιμάται ιδιαίτερα για το ιδιαίτερο του άρωμα, το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα, την πλούσια υφή και τη γεύση του. Το κλίμα στην Δυτική Ελλάδα θεωρείται ως εύκρατο και οι θερμοκρασίες που κυριαρχούν είναι ήπιες και ευνοϊκές για την καλλιέργεια της φράουλας. Οι προοπτικές για την καλλιέργεια της φράουλας στην περιοχή της Δυτικής Ελλάδας είναι άριστες με ποικιλίες ανθεκτικές στη συντήρηση και στην μεταφορά προς τις ξένες αγορές.

Για να είναι επικερδής η καλλιέργεια της φράουλας, χρειάζεται προσοχή στις διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές, συμπεριλαμβανομένης και της διαχείρισης των θρεπτικών στοιχείων. Προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη απόδοση των φυτών φράουλας, ζητήματα που σχετίζονται με το φυτό όπως οι γονότυποι, ο τύπος του εδάφους και διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η κατάλληλη διαχείριση των θρεπτικών στοιχείων είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί όχι μόνο η ανάπτυξη των φυτών, αλλά και η παραγωγή φρούτων καθώς και η ποιότητα των φυτών. Η ανάλυση της τρέχουσας βιβλιογραφίας καταδεικνύει ότι τόσο τα μακρο- όσο και τα μικροθρεπτικά συστατικά εμφανίζουν θετικές αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή φράουλας. Ανάλογα με το φυτό, τις ποικιλίες, τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του εδάφους, η εφαρμογή θρεπτικών ουσιών μπορεί να έχει και την ανάλογη επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φρούτων.

## 1. Ελληνική Βιβλιογραφία

2. ΕΛ.ΣΤΑΤ. (2007). Από την ετήσια στατιστική έρευνα 2007, ανά δημοτικό και κοινοτικό διαμέρισμα (Καλλικράτης 2007) (<http://www.statistics.gr/>)
3. Εγχειρίδιο Υδροπονίας, (2014). Εκπαιδευτικό Κέντρο Υδροπονίας ΙΓΕ. Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών. ISBN 978-9963-50- 261-5
4. Κάμπος. 2020. <https://www.kamposcoop.gr/strawberry/>
5. Παπαγεωργίου Βασίλειος, 2021. Ολοκληρωμένη Φυτοπροστασία της φράουλας στη Δυτική Ελλάδα, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών
6. Παπαθανασόπουλος Αθανάσιος, 2018. Η καλλιέργεια της φράουλας στην βορειοδυτική Πελοπόννησο, υφιστάμενη κατάσταση, τάσεις, προοπτικές, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών
7. Πετρίδη Χ. και Ζώρζος Θ. 2013. Καλλιέργεια, ασθένειες και εχθροί της φράουλας στην περιοχή Αμαλιάδας. Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Μεσολογγίου.
8. Κουτσούμπας Παναγιώτης, 2020. Παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού φράουλας (*Fragaria x ananassa* Duch.), Διπλωματική Εργασία, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, “Τεχνολογίες Παραγωγής και Διατροφική Αξία Φυτικών Προϊόντων”, Τμήμα Γεωπονίας Πανεπιστήμιο Πατρών.
9. Λιονουδάκης Κ. 2020. Πότε και με ποιο τρόπο κλαδεύουμε τις φράουλες; Τα μυστικά του κήπου. <https://www.mistikakipou.gr/fitefsi-fraoulas/>
10. Νυδριώτη, Ε. 2015. Φράουλα: Μορφολογία και συνθήκες ανάπτυξης. [www.gardenguide.gr](http://www.gardenguide.gr)

11. Νυδριώτη, Ε. 2015. Φράουλα: Συγκομιδή, συντήρηση, θρεπτική αξία. [www.gardenguide.gr](http://www.gardenguide.gr)
12. Σάββας, Δ., 2003. Γενική Ανθοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, 315 Σελ.
13. Τσαπικούνης, Φ. 1996. Βιολογική και ολοκληρωμένη καταπολέμηση στο θερμοκήπιο. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα.
14. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2014. Ενημέρωση για την εφαρμογή των γενικών αρχών της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας στη Χώρα μας. Αθήνα.
15. Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος. 2017. Τμήμα Γεωργίας. Η καλλιέργεια της φράουλας. Λευκωσία, Κύπρος.

## Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Ayala-Zavala, JF; Wang, SY; Wang, CY; Gonzalez-Aguilar, GA. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2004, 37, 687-695.
2. Alloway, B. J. Zinc in soil and crop nutrition. International Fertilizer Industry Association and International Zinc Association. Brussels, Belgium and Paris, France. 2008. [http://zincrops.ionainteractive.com/publications/Zn\\_in\\_Soils\\_and\\_Crop\\_Nutrition\\_2008.pdf](http://zincrops.ionainteractive.com/publications/Zn_in_Soils_and_Crop_Nutrition_2008.pdf).
3. Bellof, S. and Schubert, S. Moderate chloride nutrition of strawberry (*Fragaria xananassa* Duch.) and the role of chloride in manganese availability, uptake and translocation. *Acta Hort.*, 2012, 938, 203-210.
4. Bergman, W. 1993. Ernährungssorgen bei Kulturpflanzen. Gustav Fisher Verlag Jena, Stuttgart, pp. 297-315.
5. Brant, LA. Calcium the essential mineral. Formulation and ingredient challenges, Issue November, 2002. [www.preparedfoods.com/archives/2002](http://www.preparedfoods.com/archives/2002).
6. Branson et al. (1974) Chelated dicarbene complexes of rhodium(III), [Journal of the Chemical Society, Chemical Communications](#)
7. Cárdenas-Navarro, R; López-Pérez, L; Lobit, P; Ruiz-Corro, R; astellanos-Morales, VC. Effects of nitrogen source on growth and development of strawberry plants. *J. Plant Nutr.*, 2006, 29, 1699-1707. DOI: 0.1080/10739140600853676.
8. Chen, F; Liu, H; Yang, H; Lai, S; Cheng, X; Xin, Y; Yang, B; Hou, Y; Yao, Y; Zhang, I; Bu, G; Deng, Y. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria x annanassa* Duch.) under calcium



chloride treatment. *Food Chem.*, 2011, 126, 450- 459.

9. Christou, A; Manganaris, GA; Papadopoulos. I; Fotopoulos, V. Hydrogen sulfide induces systemic tolerance to salinity and non-ionic osmotic stress in strawberry plants through modification of reactive species biosynthesis and transcriptional regulation of multiple defense pathways. *J. Exp. Bot.*, 2013, 64, 1953-1966.
10. Chouard, P., 1960. Vernalization and its relations to dormancy. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 11, 191-238.
11. Domoto, P. Recognizing and correcting nutrient deficiencies in strawberries. Iowa State University-University Extension. 2011. [http://www.iowaproduce.org/pages/fruit/files/strawberry/Strawberry\\_nutrition\\_guide.pdf](http://www.iowaproduce.org/pages/fruit/files/strawberry/Strawberry_nutrition_guide.pdf).
12. Domoto, P; Gleason, K; Lewis, D. Production guide for commercial strawberries. Iowa State University-University Extension. Horticulture 2-3, 2008, 1-9. 2008. file:///C:/Users/12/Downloads/PM0672D%20(3).pdf.
13. Darrow, G.M. 1966. The Strawberry: History, breeding and Physiology. Holt, Rinehart and Winston (eds), pp.109-394, New York, Chicago, San Francisco.
14. Darrow, G.M. 1966. The Strawberry: History, breeding and Physiology. Holt, Rinehart and Winston (eds), pp.109-394, New York, Chicago, San Francisco.
15. Ewing, E.E., 1978. Shoot, stolon, and tuber formation on potato (*Solanum tuberosum* L.) cuttings in response to photoperiod. *Plant Physiol.* 61, 348-353.
16. Easterwood, GW. Calcium's role in plant nutrition. *Fluid Journal*, Winter 2012. <http://www.fluidfertilizer.com/pastart/pdf/36p16-19.pdf>.
17. Hafeez, B; Khanif, YM; Saleem, M. Role of zinc in plant nutrition. A Review.

*Am. J. Exp. Agric.*, 2013, 3, 374-391

18. Hummer K.E. Hancock JH (2009) Strawberry genomics: botanical history, cultivation, traditional breeding, and new technologies, Chap. 11. In: Folta KM, Gardiner SE (eds) *Plant genetics and genomics of crops and models*, vol 6: *Genetics and genomics of Rosaceae*. Springer, Germany, pp 413–435
19. Hummer K. E., Bassil, Nahla and Njuguna, Wambui, "Chapter 2 *Fragaria*" (2011). Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 1258.
20. Kazemi, M. Foliar application of salicylic acid and calcium on yield, yield component and chemical properties of strawberry. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*, 2013, 2, 19-23.
21. Krug, H., 1986a. *Ökologische Voraussetzungen*. In: H. Krug (Ed.), *Gemüseproduktion. Ein Lehr und Nachschlagewerk für Studium und Praxis*. Paul Parey, Berlin und Hamburg, Germany, pp. 15-33.
22. Krug, H., 2002a. *Ökologische Voraussetzungen – Klima*. In: H. Krug, H.-P. Liebig & H. Stutzel (Eds), *Gemüseproduktion*. Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany, pp. 30-59.
23. Lester, GE; Jifon, JL; Makus, DJ. Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: a condensed and concise review of the literature. *Better Crops*, 2010, 94, 18-21.
24. Lieten, P. Manganese Nutrition of Strawberries Grown on Peat. *Acta Hort.*, 2004, 649, 227-230.
25. Libia I., Fernando C. Nutrient management in strawberry. Effects on yield, quality and plant health, Chapter 2014
26. Marschner, P. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. Elsevier,

San Diego, CA, USA. 651 p.

27. Martín-Diana, AB; Rico, D; Frías, JM; Barat, JM; Henehan, GTM; Barry-Ryan, B. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Food Sci. Technol.*, 2007, doi:10.1016/j.tifs.2006.11.027.
28. Motamedi, S; Jafarpour, M; Shams, J. Evaluation of nutrition on flower number and yield of strawberry in greenhouse. *Intl. J. Agri. Crop Sci.*, 1013, 5, 2091-2095.
29. Nam, MH; Jeong, SK; Lee, YS; Choi, JM; Kim, HG. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium nutrition on strawberry anthracnose. *Plant Pathol.*, 2006, 55, 246-249. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2005.01322.x.
30. Neuweiler, N. Ground cover and nitrogen management in strawberry cultivation under Swiss humid climate conditions. Dissertation ETH No. 14221. 2001. <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:24407/eth-24407-01.pdf>.
31. Picha, D. Strawberry fertilization. Agricultural Technology Utilization and Transfer Project. Giza, Egypt. [http://www.manarasoft.com/library/atut\\_reports/epdf/p100.pdf](http://www.manarasoft.com/library/atut_reports/epdf/p100.pdf)
32. Savvas D., (2002). Nutrient solution recycling. In: Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. (Savvas, D. and Passam, H.C., Eds.). Embryo Publications, Athens, Greece, 299-343.
33. The Ohio State University Extension. The Midwest Strawberry Production Guide. Bulletin No. 926. M. A. Ellis (ed.). Columbus, OH, USA. 2006. <http://www.oardc.ohio-state.edu/fruitpathology/Bulletins/Strawberry%20book%20v2%20S.pdf>.

34. The Pennsylvania State University. The Mid-Atlantic Berry Guide for Commercial Growers 2013-2014. A. Kirsten (ed.). University Park, PA, USA. 2013. <http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/AGRS097.pdf>.
35. Ullio, L. Strawberry fertiliser guide. State of New South Wales through Department of Industry and Investment (Industry & Investment NSW). Primefact 2010, 941, 1-9. [http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0020/333362/Strawberry-fertiliser-guide.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0020/333362/Strawberry-fertiliser-guide.pdf).
36. Ulrich, A; Mostafa, MAE; Allen, WW. Strawberry deficiency symptoms: A visual and plant analysis guide to fertilization. Agr. Expt. Sta., Univ. California. Bul., 1980, 30-31.
37. Vago, I; Tolner, L; Loch, L. Effect of chloride anionic stress on the yield amount and some quality parameters of strawberry (*Fragaria × ananassa*). VIII. Alps-Adria Scientific Workshop, 2009, 37, 1-4, DOI: 10.1556/1 CRC.37.2009.Suppl.1.
38. Vago, I; Tolner, L; Loch, L. Effect of chloride anionic stress on the yield amount and some quality parameters of strawberry (*Fragaria × ananassa*). VIII. Alps-Adria Scientific Workshop, 2009, 37, 1-4, DOI: 10.1556/1 CRC.37.2009.Suppl.1.
39. Van d’Rhys, D. Micronutrients: missing pieces of the plant nutrition puzzle. September, 2010. <http://davesgarden.com/guides/articles/view/2351/#b>.
40. Wang S., Lewers K.S., Bowman L., Ding M., (2007). Antioxidant Activities and Anticancer Cell Proliferation Properties of Wild Strawberries. J. AMER. Soc. HORT. Sci. 132(5):647- 658.
41. Welsh, Martin. "Strawberries". Nvsuk.org.uk. Archived from the original on 2

August 2008.

42. White P., (1929). Mychorhiza as Possible Determining Factor in the Distribution of the Strawberry. *Annals of Botany*, 43, 535-544.5
43. Wiebe, H.J., 1990. Vernalization of vegetable crops – A review. *Acta Hort.* 267, 323- 328.
44. [gr.fraoulabest.com](http://gr.fraoulabest.com)
45. [www.agritech.teiwest.gr/gr/](http://www.agritech.teiwest.gr/gr/)
46. [www.ypaithros.gr](http://www.ypaithros.gr)
47. [www.ilia24.gr/index.php/agrotika-topika/9726-hleia-statherh-axia-oi-fraoyles](http://www.ilia24.gr/index.php/agrotika-topika/9726-hleia-statherh-axia-oi-fraoyles)