

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
(Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕ.Κ.Α.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ (COMPOSTS) ΣΕ  
ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ**

**Σπουδαστής: Κόσσυβας Βασίλειος**

**Επιβλέπων καθηγητής: Παύλου Γεώργιος**

**Καλαμάτα, 2006**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
(Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕ.Κ.Α.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ (COMPOSTS)  
ΣΕ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ**

**Σπουδαστής: Κόσσυβας Βασίλειος**

**Επιβλέπων καθηγητής: Παύλου Γεώργιος**

**Καλαμάτα, 2006**

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Περιεχόμενα</b>                                                  |           |
| <b>Πρόλογος</b>                                                     | <b>5</b>  |
| <b><u>Θεωρητικό μέρος</u></b>                                       |           |
| <b>Εισαγωγή</b>                                                     | <b>6</b>  |
| <b>1. Οργανική ουσία και οργανικά λιπάσματα</b>                     | <b>8</b>  |
| 1.1. Οργανική ουσία                                                 | 8         |
| 1.2. Οργανικά λιπάσματα                                             | 9         |
| 1.3. Compost                                                        | 10        |
| 1.3.1. Η συμβολή των composts στο γεωργικό τομέα                    | 11        |
| 1.3.2. Πρώτες ύλες για παρασκευή compost                            | 11        |
| <b>2. Κομποστοποίηση</b>                                            | <b>13</b> |
| 2.1. Παράγοντες κομποστοποίησης                                     | 14        |
| 2.1.1. Σχέση C/N                                                    | 14        |
| 2.1.2. Περιεκτικότητα νερού-υγρασία                                 | 16        |
| 2.1.3. Θερμοκρασία και pH                                           | 17        |
| 2.1.4 Παρουσία Οξυγόνου                                             | 18        |
| 2.2. Παρασκευή σωρού                                                | 18        |
| 2.3. Φάσεις κομποστοποίησης                                         | 19        |
| <b>3. Μικροβιολογία του Compost</b>                                 | <b>21</b> |
| 3.1. Οι μικροοργανισμοί και το compost                              | 21        |
| 3.2. Αλληλεπιδράσεις μικροοργανισμών στη διαδικασία κομποστοποίησης | 22        |
| 3.3. Ισορροπία θρεπτικών στοιχείων                                  | 23        |
| 3.4. Ο λόγος C/N                                                    | 24        |
| <b>4. Κομποστοποίηση υποπροϊόντων ελαιουργίας</b>                   | <b>25</b> |
| <b>5. Εκμετάλλευση παραπροϊόντων ελαιουργίας</b>                    | <b>26</b> |
| 5.1. Υποπροϊόντα και απόβλητα ελαιουργίας                           | 26        |
| 5.2. Ελαιοπυρήνας                                                   | 26        |
| 5.3. Ελαιόφυλλα                                                     | 27        |
| 5.4. Υγρά απόβλητα                                                  | 28        |

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6. Εκμετάλλευση εξαντλημένων υποστρωμάτων μανιταριών.....</b> | <b>31</b> |
| 6.1. Ιδιότητες.....                                              | 31        |
| <b>7. Τομάτα.....</b>                                            | <b>33</b> |
| 7.1. Βοτανική ταξινόμηση.....                                    | 33        |
| 7.2. Προέλευση.....                                              | 33        |
| 7.3. Βοτανικοί χαρακτήρες-μορφολογία.....                        | 33        |
| 7.4. Κλίμα και έδαφος.....                                       | 38        |
| 7.5. Εχθροί και ασθένειες.....                                   | 39        |
| <br><b><u>Πειραματικό μέρος</u></b>                              |           |
| <b>1. Υλικά και μέθοδοι.....</b>                                 | <b>41</b> |
| 1.1. Υποστρώματα καλλιέργειας.....                               | 41        |
| 1.2. Αγρός και πειραματικό σχέδιο.....                           | 42        |
| 1.3. Εργαλεία και βοηθητικά υλικά πειράματος.....                | 46        |
| <b>2. Πειραματική διαδικασία.....</b>                            | <b>47</b> |
| <b>3. Αποτελέσματα πειράματος.....</b>                           | <b>59</b> |
| 3.1. Γραφήματα.....                                              | 50        |
| <b>4. Συμπεράσματα και συζήτηση.....</b>                         | <b>66</b> |
| <b>Παράρτημα.....</b>                                            | <b>67</b> |
| <b>Βιβλιογραφία.....</b>                                         | <b>69</b> |

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή μελετά τη χρήση κομποστοποιημένων οργανικών λιπασμάτων, ως μια εναλλακτική μέθοδο βιολογικής γεωργίας. Μέσω του πειράματος που διεξήχθη, έγινε η προσπάθεια να αξιολογηθούν κάποια είδη οργανικών υποστρώματων και οι όποιες δυνατότητές τους στην ανάπτυξη και απόδοση φυτών τομάτας σε υπαίθρια φθινοπωρινή καλλιέργεια.

Τα υποστρώματα αυτά είτε αυτούσια, είτε ως μίγμα υποστρώματων αποτελούν παραπροϊόντα του γεωργικού τομέα, πράγμα που αποδεικνύει τη διπλή σπουδαιότητα της εφαρμογής τους, αφενός αποτελούν συντελεστές ανάπτυξης της γεωργικής παραγωγής και αφετέρου αξιοποιούν μια σειρά από επιζήμια για το περιβάλλον αγροτικά κατάλοιπα. Ειδικότερα πάνω στο τομέα της μετατροπής παραπροϊόντων της γεωργίας σε παράγοντες ποιοτικής αξίας για την ανάπτυξη των γεωργικών εκμεταλλεύσεων καταβάλλονται σημαντικές προσπάθειες σήμερα στον τομέα της λιπασματολογίας και της αξιοποίησης εδαφών.

Στο θεωρητικό μέρος της παρούσης εργασίας γίνεται μια παρουσίαση των οργανικών λιπασμάτων γενικά, της σημασίας τους, των πρώτων υλών τους, της διαδικασίας παρασκευής τους και των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται αυτή. Επίσης παρατίθενται επιμέρους στοιχεία για τα τρία είδη κομποστοποιημένων οργανικών λιπασμάτων που αφορούν το συγκεκριμένο πείραμα καθώς και μια συνοπτική παρουσίαση του φυτού της τομάτας.

Στο πειραματικό μέρος της εργασίας παρουσιάζονται τα υλικά και οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν στο πείραμα, η πειραματική διαδικασία, τα αποτελέσματα σε γραφήματα και τέλος τα συμπεράσματα που εξήχθησαν.

Εκφράζω θερμές ευχαριστίες για όσους με βοήθησαν στην υλοποίηση της παρούσης εργασίας. Καταρχάς στους γονείς μου για την ηθική και οικονομική βοήθεια που μου προσέφεραν για όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους καθηγητές μου κ.κ Κανάκη Ανδρέα και Πάνου Γεώργιο που μου έδωσαν τη δυνατότητα να ασχοληθώ με το πείραμα και την εργασία. Θερμές ευχαριστίες οφείλω στη Διεύθυνση και το προσωπικό, επιστημονικό και τεχνικό, του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (Ινστιτούτο Ελαιάς και Οπωροκηπευτικών) Καλαμάτας που συντέλεσαν στη πραγματοποίηση διαφόρων φάσεων του πειράματος. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τους κ.κ Ζερβάκη Γεώργιο, Κάτσαρη Παναγιώτη και Φουντέα Παντελή που ο καθένας από το τομέα του μου έδωσε σημαντική βοήθεια. Μεγάλες ευχαριστίες εκφράζω στους φίλους και συναδέλφους Μανουσαρίδη Θεόδωρο και Σκλάβο Πέτρο με τους οποίους ολοκληρώσαμε μαζί την εξάμηνη πρακτική εξάσκηση και που ο καθένας μου έδωσε πολύτιμη βοήθεια στο πείραμα. Ευχαριστώ επίσης το φίλο μου Μαργαρίτη Σάββα για τη βοήθειά του σε τεχνικής φύσεως θέματα στη συγγραφή της εργασίας.

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά την έναρξη της εφαρμογής των **λιπασμάτων** στη γεωργία σε περιορισμένη έκταση αρχικά, κατά τις αρχές του 20ου αιώνα, τα λιπάσματα χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως σε όλες τις χώρες του κόσμου και αποτελούν βασική και ζωτικής σημασίας γεωργική εφαρμογή. Εφαρμόζονται σε όλες τις καλλιέργειες για την αύξηση των αποδόσεων και τη βελτίωση της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων.

Η σπουδαιότητά τους στην ανάπτυξη της γεωργίας και τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους αναγνωρίζεται σήμερα, πέρα από κάθε αμφιβολία, σε όλο το κόσμο. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία 30-35 χρόνια η χρήση τους έχει πολλαπλασιαστεί με παράλληλη αύξηση της γεωργικής παραγωγής, γεγονός που κατέστησε δυνατή την ικανοποίηση των επισιτιστικών αναγκών της ανθρωπότητας.

Επιπλέον, βασικότατη υπήρξε η συμβολή των λιπασμάτων στη μεταπήδηση της γεωργίας από την «**εκτατική**» στην «**εντατική**» μορφή, καθώς δε βελτιώνουν μόνο τη ποιότητα, αλλά αυξάνουν την ανά μονάδα επιφανείας απόδοση των καλλιεργειών, συμβάλλοντας με το τρόπο αυτό στην εντατικοποίηση της γεωργίας (**Σιμώνης και Κουκουλάκης 1991**).

Η ευρεία χρήση των λιπασμάτων μπορεί να έφερε επανάσταση στο γεωργικό τομέα, ωστόσο υπήρξε και υπάρχει σημαντικό περιβαλλοντικό κόστος. Η εξέλιξη αλλά και οι εφαρμογές της ανόργανης λίπανσης σε αρκετές περιπτώσεις ξέφυγαν από τα όρια της ορθολογιστικής χρήσης και οδήγησαν σε ανεξέλεγκτες καταστάσεις στο βωμό της υπερπαραγωγής.

Η υπέρμετρη χρήση της ανόργανης λίπανσης προκάλεσε και προκαλεί σοβαρά προβλήματα, τα περισσότερα των οποίων είναι βραχυπρόθεσμα και πιθανώς μακροπρόθεσμα μη αντιστρέψιμα διότι επιφέρουν πλήθος αρνητικών συνεπειών για το οικοσύστημα. Κατά τους Σιμόνη και Κουκουλάκη (1991) προκαλούν:

- Επιτάχυνση του ρυθμού εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πόρων οδηγώντας έτσι σε υποβάθμισή και μείωση της γονιμότητάς του.

- Αναπόφευκτη ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα και επικίνδυνη υποβάθμιση του πόσιμου νερού.

- Μόλυνση της ατμόσφαιρας μέσω των χημικών λιπασμάτων (νιτρικά) που αντιδρούν με το όζον, το οποίο και καταστρέφεται.

- Μείωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών που συμβιώνουν με τις ρίζες των φυτών λόγω της υψηλής συγκέντρωσης κυρίως αμμωνιακών και νιτρικών.

Έτσι κρίθηκε επιτακτική η ανάγκη για την ώθηση της γεωργίας σε περισσότερες βιολογικές πρακτικές. Στον τομέα της λιπασματολογίας έγινε κατανοητό ότι με συνδυασμό ανόργανων και οργανικών λιπασμάτων καθώς και με εξάπλωση της χρήσης αποκλειστικά βιολογικών λιπασμάτων ως εναλλακτικών μορφών στις περιπτώσεις εκείνες όπου μπορούν να εφαρμοστούν και να καθιερωθούν, μπορεί να αποτραπεί η οικολογική καταστροφή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

### 1. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

#### 1.1. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ

Η **οργανική ουσία** του εδάφους προέρχεται από φυτικούς και ζωικούς οργανικούς, είτε ζωντανούς είτε νεκρούς, καθώς και από τα υπολείμματα και απορρίμματα τους ανεξάρτητα από το στάδιο αποσύνθεσής τους.

Οι **οργανικές ενώσεις** αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο του 50% του νωπού βάρους των φυτικών υπολειμμάτων και διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

**1.Υδατάνθρακες.** Αντιπροσωπεύουν ποσοστό μεγαλύτερο του 50% της συνολικής μάζας της οργανικής ξηρής ουσίας και διακρίνονται σε **σάκχαρα, άμυλο, κυτταρίνες και ημικυτταρίνες.**

**2.Λιγνίνη.** Αντιπροσωπεύει ποσοστό 10-40% της ξηρής οργανικής ουσίας. Αποτελεί το πλέον βασικό συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων.

**3.Αζωτούχες ενώσεις.** Αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο του 20% της οργανικής ξηρής ουσίας και διακρίνονται σε **πρωτεΐνες, αμινοξέα, νουκλεϊκά οξέα** κ.τ.λ. Επίσης διάφορα λίπη, ρητίνες κ.τ.λ. αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό της τάξεως 1 έως 10% της ξηρής οργανικής ουσίας (Σινάνης 1997).

#### Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα της οργανικής ουσίας στα κυριότερα στοιχεία:

| C   | O   | H  | N  |
|-----|-----|----|----|
| 47% | 44% | 7% | 2% |

Η οργανική ουσία υφίσταται δύο μεταβολές:

**1.Αποσύνθεση.** Λαμβάνει χώρα σε τρεις διαδοχικές φάσεις. Με **βιοχημικές διεργασίες** που περιλαμβάνουν διαδοχικές υδρολύσεις και οξειδώσεις, λίγο πριν και αμέσως μετά τη νέκρωση των φυτικών ιστών και χωρίς ακόμα να έχει καταστραφεί η δομή των κυττάρων, διασπώνται, το άμυλο σε σάκχαρα, οι πρωτεΐνες σε πεπτίδια και αμινοξέα κ.τ.λ. Με τη δράση της μικροπανίδας του εδάφους και κυρίως των γαιοσκωλήκων επιτυγχάνεται ο **κατακερματισμός** του οργανικού υλικού σε μικρά κομμάτια. Τέλος με **μικροβιακή δράση** που εκδηλώνεται από τους ετερότροφους και σαπροφυτικούς οργανισμούς ολοκληρώνεται η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

**2.Χουμοποίηση.** Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας οδηγεί στο σχηματισμό δύο ομάδων οργανικών υλικών:

**α. των ανθεκτικών συστατικών** τα οποία και αντιστέκονται στην αποσύνθεση (λίπη, έλαια, λιγνίνη κ.α.).

**β. των νέων συστατικών** που δημιουργούνται ή προέρχονται από μετασχηματισμό ή και ανασύνθεση προϋπαρχόντων. Η χουμοποίηση πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

1. Με **μετατροπή** των φυτικών ιστών που περιέχουν κυκλικές ενώσεις (λιγνίνη και τανίνη).

2. Με τη **σύνθεση** νέων κυκλικών ενώσεων από αλειφατικούς υδατάνθρακες και προϊόντα διάσπασης πρωτεϊνών. Τα μετασχηματισμένα και νεοσχηματισμένα οργανικά συστατικά αποτελούν το **χούμο** του εδάφους (**Σινάνης 1997**).

## 1.2. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Τα **οργανικά λιπάσματα** ουσιαστικά αποτελούν το μέσο εμπλουτισμού του εδάφους με οργανική ουσία. Αποτελούνται από αποδομημένα απορρίμματα και υπολείμματα φυτικής και ζωικής παραγωγής, καθώς και από απορρίμματα βιομηχανικής επεξεργασίας διαφόρων μερών φυτών ή ζώων.

Ο εμπλουτισμός σε οργανική ουσία επιδρά στη βελτίωση των συνθηκών αερισμού και στράγγισης στα βαριά εδάφη, στην αύξηση του συγκρατούμενου ποσοστού υγρασίας σε αμμώδη εδάφη και στη μείωση της διαβρωσιμότητάς τους. Επίσης προκαλεί αύξηση της Ι.Ε.Κ. (Ικανότητα Εναλλαγής Καπνόντων) του εδάφους και το καθιστά ικανό να συγκρατεί μεγαλύτερα ποσοστά θρεπτικών στοιχείων (**Τσίτσας 1999**).

Τα οργανικά λιπάσματα ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα του τρόπου προέλευσής τους, της επεξεργασίας τους και της ποσότητάς τους που χρησιμοποιείται κατά την εφαρμογή τους, ως εξής:

### 1. Επεξεργασμένα οργανικά λιπάσματα υψηλής συγκέντρωσης

#### 1. Χουμικά λιπάσματα

-Φουλβικό οξύ

-Χουμικό οξύ

-Μίγματα χουμικού, φουλβικού οξέος και λοιπών οργανικών ενώσεων (αμινοξέων κ.τ.λ.).

### 2. Ογκώδη οργανικά λιπάσματα φυσικής ή ζωικής προέλευσης

-Κοπριά

-Κομπόστες

-Ιλύς

- Χλωρά λίπανση
- Τύρφη ή μίγματα τύρφης

### 3. Σύνθετα οργανικά λιπάσματα

- Ουρία
- Urea form
- Οξαμίδιο κ.τ.λ.

### 4. Βακτηριακά λιπάσματα

- Μικροοργανισμοί (βακτήρια, μύκητες, ακτινομύκητες, μυκόρριζα κ.τ.λ.)

Τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα σήμερα οργανικά λιπάσματα είναι η κόπρος, τα ούρα, η χλωρή λίπανση και τα πάσης φύσεως φυτικά υπολείμματα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων (Κουκουλάκης 1997).

## 1.3. COMPOST

Ο όρος compost και η εξελληνισμένη απόδοση του «κομπόστ ή κομπόστα» περιλαμβάνει αρκετές έννοιες. Με τον όρο αυτό καλούνται:

- Τα κοπροχώματα, δηλαδή τα οργανικά υλικά που έχουν βιολογική αποδόμηση και χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα εδάφους.
- Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη σπορόφυτων και τα οποία αποτελούν μίγματα οργανικών και ανόργανων υλικών.
- Τα μίγματα κοπριάς και αχυρόστρωμνης που αποτελούν υποστρώματα ανάπτυξης για μανιταροκαλλιέργειες.

Ουσιαστικά οι **κομπόστες** αποτελούν οργανικά λιπάσματα και βρίσκονται σε μια κατάσταση μερικής διάσπασης. Παράγονται με τη ζύμωση διαφόρων υλικών φυτικής και ζωικής προέλευσης. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **κομποστοποίηση** και αφορά τη αποδόμηση και σταθεροποίηση οργανικών υλικών διάφορης προέλευσης και μικροβίων (βακτηρίων, μυκήτων κ.ά) κάτω από συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη θερμοκρασιών στη θερμοφιλική περιοχή, που διασφαλίζεται από βιολογικά παραγόμενη θερμότητα. Το τελικό αποτέλεσμα της όλης διαδικασίας είναι η παραγωγή ενός οργανοχουμικού υλικού ή compost, προϊόντος αρκετά σταθεροποιημένου για χρήση ως εδαφοβελτιωτικού χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Αναλόγως της περάτωσης της διαδικασίας αποδόμησης, το compost διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

1. **Ανώριμο compost:** Είναι το υγειοποιημένο υλικό που βρίσκεται ή είναι ικανό να βρεθεί σε συνθήκες εντατικής αποσύνθεσης με μεγάλη περιεκτικότητα σε ευκόλως

αποδομήσιμη οργανική ουσία. Είναι δυνατόν να προκαλέσει κατά την εφαρμογή του στο έδαφος τροφопενία, κυρίως αζώτου και φυτοτοξικά συμπτώματα.

**2. Ώριμο compost:** Είναι το υγειοποιημένο και βιολογικά σταθεροποιημένο υλικό, το οποίο προέρχεται από εκτεταμένη και πλήρως περατωμένη αερόβια διαδικασία αποδόμησης.

### 1.3.1. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ COMPOSTS ΣΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

Η συμβολή των composts στο γεωργικό τομέα είναι τεράστια καθώς αποτελούν βασικό παράγοντα εξοικονόμησης ενέργειας στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Παράλληλα διατηρούν ή ακόμη και βελτιώνουν μεσομακροπρόθεσμα τη γεωργική παραγωγικότητα καθώς βελτιώνουν, ελαχιστοποιούν ή αποτρέπουν τις αρνητικές επιδράσεις στους φυσικούς πόρους. Επιπλέον ελαχιστοποιούν τα ζημιογόνα για το φυσικό περιβάλλον υπολείμματα της χρήσης χημικών λιπασμάτων.

Όσο αφορά το έδαφος, τα composts βελτιώνουν την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία καθώς και τα φυσικά χαρακτηριστικά αυτού (υδατοϊκανότητα, δομή, περατότητα κ.τ.λ.), τη γονιμότητά του και γενικά τη παραγωγικότητά του. Η βελτίωση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του εδάφους έχει πολλαπλά οφέλη. Αποφεύγονται τα προβλήματα διάβρωσης και έκπλυσης, αυξάνεται η απορροφητική ικανότητα των ελαφρών εδαφών, βελτιώνονται τα βαρεια και συνεκτικά εδάφη, επιβραδύνεται η πορεία ξήρανσης, αλλά και οξίνισης. Ακόμη ενισχύεται η δραστηριότητα των διαφόρων οργανισμών του εδάφους καθώς και η τροφοδότηση των φυτών με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία (μακροστοιχεία, ιχνοστοιχεία, χουμικοί παράγοντες). Μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε αμιγώς ή σε ανάμιξη με ανόργανα λιπάσματα. Κατά τη διάσπαση τους στο έδαφος προσθέτουν χουμικά και φουλβικά οξέα όπως και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (Κουκουλάκης 1997).

### 1.3.2. ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ COMPOST

Η σύνθεση δεδομένης κομπόστας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για τη παρασκευή της. Οι πρώτες ύλες που είναι κατάλληλες για παρασκευή compost είναι:

- Τα υπολείμματα καλλιεργειών ποώδους, θαμνώδους και δενδρώδους βλάστησης.
- Τα υποπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών (ελαιουργείων, τυποποιητηρίων φρούτων, λαχανικών, ξηρών καρπών, οινοποιείων κ.τ.λ.) και βιομηχανιών ζωικής προέλευσης, όπως σφαγείων, ορνιθοτροφείων, μονάδων επεξεργασίας ψαρών κ.τ.λ.
- Υπολείμματα νεκρών ζώων και οργανισμών.

-Περιττώματα ζωικών οργανισμών.

-Οργανικές ουσίες αστικών δραστηριοτήτων (οικιακά απορρίμματα, ιλύς αστικών λυμάτων φυτικά απορρίμματα, κ.ά)

-Άλλα διάφορα υπολείμματα, απορρίμματα, απόβλητα (απόβλητα χαρτοβιομηχανίας, πριονίδια, άλγη-φύκια, λάσπη καθαρισμού καναλιών ).

**Πίνακας 1.3.2: Περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία ορισμένων πρώτων υλών για κομποστοποίηση.**

| Υλικά                           | Νερό<br>% | Οργανική<br>Ουσία% | N%   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>% | K <sub>2</sub> O<br>% | CaO<br>% |
|---------------------------------|-----------|--------------------|------|------------------------------------|-----------------------|----------|
| Άχυρα κράμβης                   | 16        | 79                 | 0,70 | 0,26                               | 1,00                  | 2,00     |
| Φυλλωσιά πατάτας                | 76        | 22                 | 0,40 | 0,16                               | 0,83                  | 0,78     |
| Φυλλωσιά καρότων                | 82        | 15                 | 0,45 | 0,11                               | 0,49                  | 1,20     |
| Άχυρα σίκαλης                   | 14        | 77                 | 0,60 | 0,55                               | 0,25                  | 0,36     |
| Άχυρα κριθαριού                 | 14        | 75                 | 0,51 | 0,25                               | 0,94                  | 0,40     |
| Σπάδικες καλαμποκιού            | 14        | 85                 | 0,24 | 0,02                               | 0,25                  | 0,03     |
| Φύλλα δένδρων                   | 15        | 80                 | 1,00 | 0,23                               | 0,26                  | 1,86     |
| Ζιζάνια                         | 88        | 10                 | 0,40 | 0,14                               | 0,29                  | 0,47     |
| Τέφρα κάρβουνου                 | 5         | 5                  | -    | 0,60                               | 0,70                  | 16,00    |
| Οικιακά υπολείμματα             | 15        | 21                 | 0,35 | 0,30                               | 0,35                  | 3,20     |
| Κοπριά ορνιθοτροφείων           | 56        | 26                 | 1,60 | 1,50                               | 0,85                  | 2,40     |
| Απορρίμματα WC                  | 77        | 19                 | 1,30 | 1,16                               | 0,40                  | 1,60     |
| Τύρφη ( πλούσια σε στοιχεία )   | 85        | 14                 | 0,40 | 0,04                               | 0,01                  | 0,60     |
| Τύρφη ( φτωχή σε στοιχεία )     | 85        | 13                 | 0,20 | 0,01                               | 0,01                  | 0,05     |
| <b>Πηγή:Rübensam-Rayhe 1964</b> |           |                    |      |                                    |                       |          |

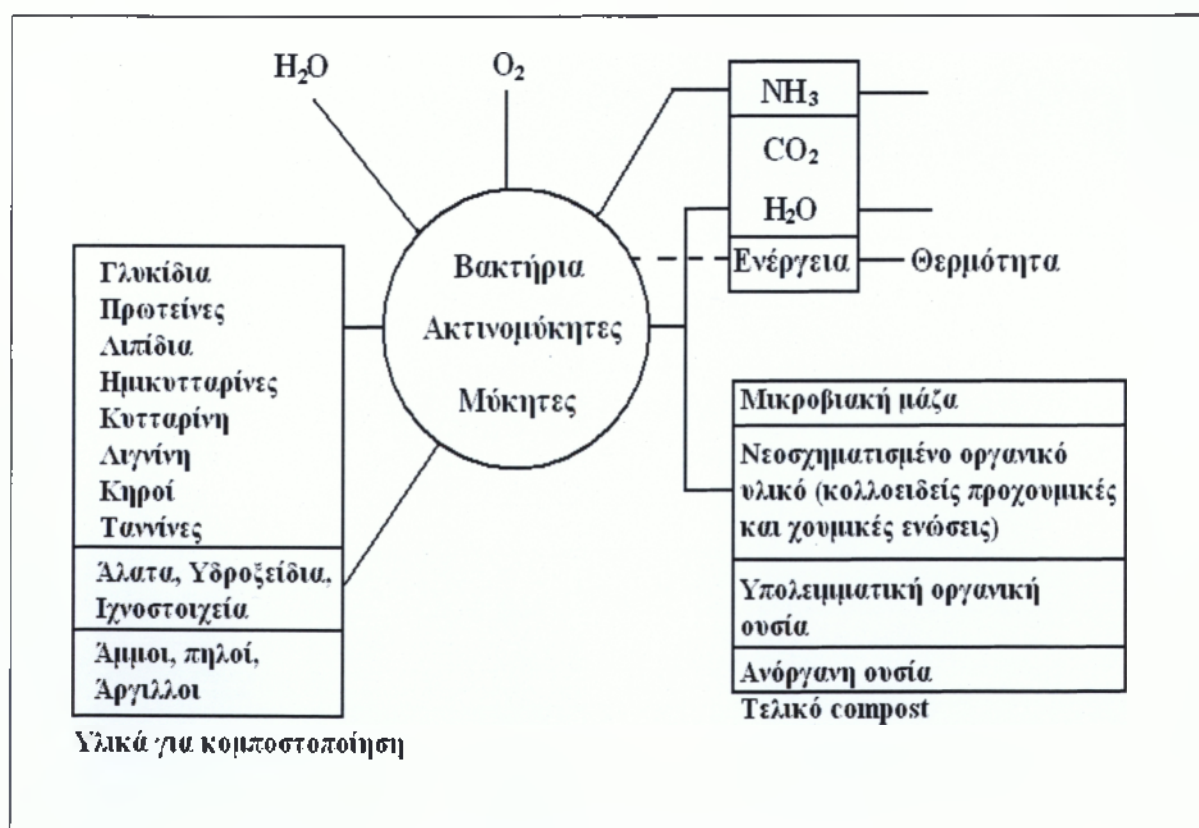
Συμπερασματικά προκύπτει ότι η μέση σύσταση της κομπόστας σε **άζωτο** κυμαίνεται μεταξύ 1-2 %, σε **φωσφόρο** 0,5-1 % και σε **κάλιο** 0,5-15 %.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### 2. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η κομποστοποίηση αποτελεί μια διαδικασία της αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και μετατροπής αυτών σε χούμο, σε ουσίες σχετικά σταθερές, καθώς επίσης και στο σχηματισμό αργίλλο-χουμικών συμπλοκών. Τα απορρίμματα της ζωικής παραγωγής τα οποία είναι πλούσια σε άζωτο είναι δυνατόν να κομποστοποιηθούν είτε ξεχωριστά, είτε αναμιγνυόμενα με άλλα υλικά. Τα άχυρα, τα φύλλα, οι βλαστοί και τα άλλα οργανικά υλικά ανάλογα με τη σύστασή τους δεν ενδείκνυνται για αμιγή κομποστοποίηση από άποψη είδους, αλλά θα πρέπει να γίνεται συνδυασμός τους με άλλα υλικά, όπως π.χ. με χώμα ή με ζωικά απορρίμματα (Konzen 1983, Weber 1974).

Η αποδόμηση των υλικών επιτυγχάνεται χάρη στη δράση διαφόρων μικροοργανισμών του εδάφους που χρησιμοποιούν τα υλικά αυτά για την κάλυψη των θρεπτικών αναγκών τους (συντήρηση και πολλαπλασιασμός). Το βασικότερο ρόλο διαδραματίζουν οι θερμόφιλοι μύκητες και τα βακτήρια.



**Διάγραμμα 1:** Παραστατική απεικόνιση της κομποστοποίησης.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας κομποστοποίησης (όπως απεικονίζονται και στο διάγραμμα 1) παρατίθενται επιγραμματικά παρακάτω:

- Σχηματίζεται πλήθος μεταβολικών προϊόντων και κλασμάτων (χουμικές ουσίες, λιγνο-πρωτεΐνες).
- Απελευθερώνονται θρεπτικά στοιχεία από οργανικές ενώσεις και μετατρέπονται σε διαλυτά ή αδιάλυτα ανόργανα άλατα.
- Παρατηρείται έκλυση αερίων, όπως διοξειδίου του άνθρακα, αμμωνίας, υδρόθειου ή οξειδίων του αζώτου (Τσίτσιας 1995).

## 2.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

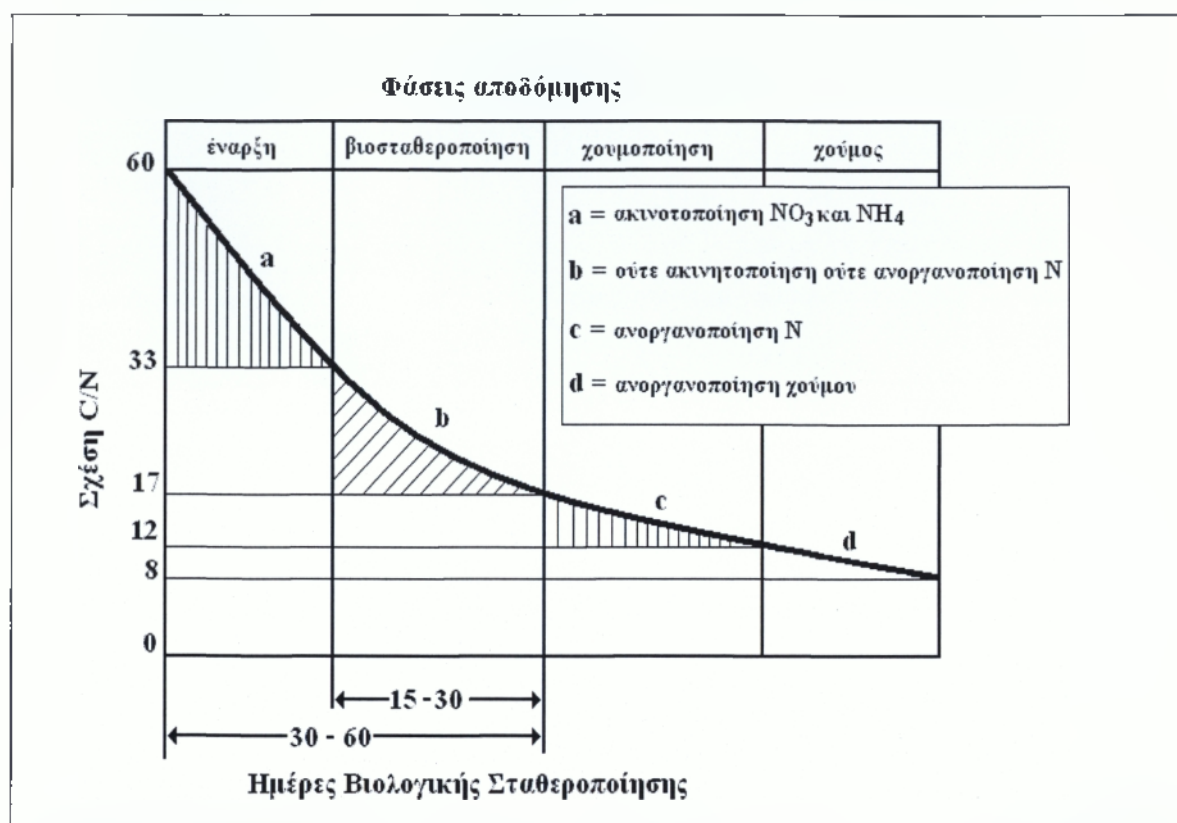
Για να είναι αποτελεσματικότερη η αποδόμηση των οργανικών υλικών είναι αναγκαίο να ικανοποιούνται ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες έχουν να κάνουν με τους παρακάτω παράγοντες:

- Ποιότητα και μέγεθος των χημικών στοιχείων των υλικών κομποστοποίησης.**
- Περιεκτικότητα σε νερό.**
- Θερμοκρασία και pH της μάζας που κομποστοποιείται.**
- Παρουσία του οξυγόνου, αζώτου και άνθρακα σε κανονικές αναλογίες.**

### 2.1.1. ΣΧΕΣΗ C/N

Η κομποστοποίηση των υπολειμμάτων εξαρτάται από τη κατάλληλη περιεκτικότητα αυτών σε **άζωτο** και **άνθρακα** έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι συνθήκες εκείνες που να ευνοούν τον πολλαπλασιασμό και την αύξηση των μικροοργανισμών οι οποίοι παίρνουν μέρος στη διαδικασία. Η περιεκτικότητα των δύο αυτών στοιχείων καθορίζεται από τη **σχέση C/N** η οποία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 20 και 50.

Για τη παραπάνω σχέση η ιδανική τιμή είναι 25, ενώ για τιμές που υπερβαίνουν το 50 παρατηρείται καθυστέρηση της έναρξης της κομποστοποίησης, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την επιμήκυνση της διάρκειάς της κατά 50%. Τιμές της σχέσης μικρότερες από 20 συντελούν στην ανάπτυξη ευνοϊκών συνθηκών για αμμωνιοποίηση με συνέπεια απώλεια αζώτου από το κομποστοποιημένο υλικό.



**Διάγραμμα 2.1.1:** Οι φάσεις κομποστοποίησης της οργανικής ουσίας με βάση τη σχέση C/N και τις ημέρες μετά τη σταθεροποίηση και τη χουμοποίηση.

Τα προορισμένα για κομποστοποίηση υλικά πρέπει να είναι τεμαχισμένα κατά τέτοιο τρόπο (οι διαστάσεις τους να κυμαίνονται από 1,5-7,5 εκατοστά ανάλογα με το είδος του υλικού) έτσι ώστε να έχουν αυξημένη επιφάνεια επαφής τα μικρά τεμαχίδιά τους με τους μικροοργανισμούς των οποίων η δράση διευκολύνει την όλη διαδικασία αποδόμησης.

**Πίνακας 2.1.1: Σχέση C/N οργανικών υλικών προς κομποστοποίηση.**

| Οργανικά υλικά                          | Σχέση C/N |
|-----------------------------------------|-----------|
| Υπολείμματα κήπου                       | 0.7/1     |
| Χόρτα από κομμένο χλοοτάπητα ( γκαζόν ) | 12/1      |
| Κοπριά χωνεμένη                         | 10/1      |
| Κοπριά στάβλου 3 μηνών                  | 15/1      |
| Ούρα ζώων ( αγελάδες, πρόβατα )         | 0,8/1     |
| Αίμα ζώων σε σκόνη                      | 3/1       |
| Οργανικά υπολείμματα κουζίνας           | 23/1      |
| Υπολείμματα από φυτά πατάτας            | 25/1      |
| Άχυρο από ψυχανθή                       | 15/1      |
| Άχυρο από βρώμη                         | 50/1      |
| Άχυρο από σίκαλη                        | 65/1      |
| Άχυρο σίτου                             | 125/1     |
| Άχυρα δημητριακών ( γενικά )            | 50-125/1  |
| Φρέσκια κοπριά αγελάδων με πολλά άχυρα  | 30/1      |
| Φρέσκια κοπριά αγελάδων με λίγα άχυρα   | 20/1      |
| Μηδική                                  | 16-20/1   |
| Ανοιχτόχρωμη τύρφη                      | 50/1      |
| Φύλλα οπωροφόρων                        | 50/1      |
| Πευκοβελόνες                            | 50/1      |
| Φρέσκο πριονίδι                         | 208/1     |
| Χωνεμένο πριονίδι                       | 511/1     |
| Μαύρος χούμος                           | 10/1      |
| <i>Πηγή: Σιδηράς 1997</i>               |           |

### 2.1.2. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ-ΥΓΡΑΣΙΑ

Η σταθεροποίηση της οργανικής ουσίας επιτυγχάνεται σε συνθήκες **υγρασίας** που προσεγγίζουν το 90% στο υλικό, ενώ για τη κομποστοποίηση οι συνθήκες αυτές κυμαίνονται σε τιμές μεταξύ 40 και 60%, αντίστοιχα για λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα υλικά, καθώς σε αυτά τα επίπεδα ευνοείται ο πολλαπλασιασμός και οι υπόλοιπες δραστηριότητες των μικροοργανισμών (Manios & Balis 1983). Η μεγάλη ένταση της διεργασίας κομποστοποίησης όμως, έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση υψηλών

θερμοκρασιών οι οποίες έχουν τη τάση να ξηραίνουν το υλικό με αρνητικές συνέπειες για την όλη διαδικασία.

Η περίσσεια υγρασίας προκαλεί τις περισσότερες φορές αναερόβιες συνθήκες που έχουν ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση ενώσεων που προκαλούν δυσοσμία. Για τις περιπτώσεις της έλλειψης υγρασίας απαιτείται η ομοιόμορφη διαβροχή του σωρού των υλικών προς κομποστοποίηση με ποσότητες νερού που είναι ανάλογες με τις επικρατούσες θερμοκρασίες στο σωρό.

### 2.1.3. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ pH

Η θερμοκρασία και το pH εμφανίζουν διακυμάνσεις ανάλογα με το στάδιο της κομποστοποίησης. Ως άριστη θερμοκρασία για τη μικροβιακή δραστηριότητα θεωρείται εκείνη των 50-65°C. Είναι βασική παράμετρος παρακολούθησης της διαδικασίας της κομποστοποίησης (διαπίστωση της ολοκλήρωσης της ζύμωσης), αλλά και μέσο απαλλαγής του τελικού προϊόντος από παθογόνους μικροοργανισμούς (Waksman *et al.* 1939). Ο έλεγχος της θερμοκρασίας μπορεί να γίνει είτε με χρήση θερμομέτρων, είτε προσαρμόζοντας μέσα στο σωρό έναν αριθμό από σιδερένιες μπάρες. Η χρησιμοποίηση των μπαρών αυτών βοηθά στην εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων καθώς με την αφαίρεσή τους από το σωρό και την απλή επαφή με το χέρι προκύπτουν τρία ενδεχόμενα:

1. Όταν η επαφή είναι ανεκτή, τότε η πορεία της ζύμωσης βαίνει καλώς.
2. Όταν η επαφή δεν είναι ανεκτή, τότε η θερμοκρασία έχει αυξηθεί υπερβολικά. Αν το υλικό είναι υγρό συνίσταται συμπίεση, ενώ αν είναι ξηρό διαβροχή.
3. Όταν από την επαφή προκύψει ότι οι μπάρες είναι ελαφρώς ψυχρές ή υγρές τότε είτε υπάρχει η ανάγκη για αναμόχλευση του υλικού, είτε η διαδικασία της κομποστοποίησης έφτασε στο τέλος. Το δεύτερο διαπιστώνεται αν με το πέρας της διαδικασίας του αερισμού η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

Η τιμή του pH δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 7,5 και μικρότερη από 5,5. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας το pH λαμβάνει διάφορες τιμές και συνήθως σταθεροποιείται κατά την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Άριστο pH θεωρείται εκείνο της ελαφρά αλκαλικής αντίδρασης (6,5-7,5) δεδομένου ότι ευνοεί τη δραστηριότητα των βακτηρίων χωρίς να περιορίζει εκείνη των μυκήτων. Σε περίπτωση που η τιμή του κατέβει κάτω από 5,5 τότε απαιτείται προσθήκη οξειδίου του ασβεστίου (CaO) (Manios and Balis 1983).

#### 2.1.4. ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Η παρουσία του οξυγόνου έχει στενή σχέση με τον αποτελεσματικό αερισμό της οργανικής ουσίας. Βασική επιδίωξη είναι η διατήρηση του επιπέδου του οξυγόνου το οποίο βρίσκεται στον αέρα εντός του σωρού σε επίπεδα πάνω του 5% για να εξασφαλιστούν αερόβιες συνθήκες χώνευσης (Μανιός και Κριτσωτάκης 1982).

Η κάλυψη των αναγκών σε οξυγόνο επιτυγχάνεται μέσω της αναμόχλευσης του υλικού στο σωρό. Η πρώτη αναμόχλευση συνίσταται μετά από δύο ή τρεις εβδομάδες από την έναρξη της διαδικασίας που σηματοδοτεί και την πλέον απαιτητική σε αερισμό περίοδο. Είναι αναγκαίο να ακολουθήσει μια δεύτερη αναμόχλευση του υλικού πέντε ή έξι εβδομάδες από τη αρχική ημερομηνία και αυτό γιατί πρέπει οι θερμοκρασίες να ακολουθήσουν μια πτωτική τάση, σηματοδοτώντας με τον τρόπο αυτό τη σταθεροποίηση των διεργασιών της κομποστοποίησης. Μια ακόμη αναμόχλευση επιβάλλεται τη δέκατη εβδομάδα για μια τελευταία ενσωμάτωση οξυγόνου. Στο τελευταίο στάδιο, οι θερμοκρασίες δεν αυξάνονται άλλο, το οργανικό υλικό είναι απαλλαγμένο από σήψεις και τα λιπαντικά στοιχεία διατηρούνται δίχως απώλειες.

Το τελικό ώριμο προϊόν θρυμματίζεται σε ξηρή κατάσταση και πλάθεται σε υγρή. Το ώριμο κομπόστ δεν αποβάλλει δυσοσμία και δεν ελκύει μύγες, ούτε προσφέρει και συνθήκες για την ανάπτυξή τους (Κουκουλάκης 1997, Σιδηράς 1997).

#### 2.2. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΩΡΟΥ

Η παρασκευή του σωρού πραγματοποιείται σε κατάλληλο χώρο όπου επικρατούν συνθήκες σκίασης και ήπιας υγρασίας. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί επίσης η ύπαρξη πηγής υδροδότησης στο χώρο παρασκευής. Ακόμη ο παραπάνω χώρος δε θα πρέπει να παρουσιάζει κλίση, ώστε να διευκολύνονται οι εργασίες που απαιτούνται.

Για την εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών για τη διαδικασία κομποστοποίησης κατασκευάζεται μια κοιλότητα στο έδαφος μέσα στην οποία θα πραγματοποιηθεί η παρασκευή του σωρού. Οι διαστάσεις της κοιλότητας αυτής καθορίζονται από μήκος 1,8 μέτρα, πλάτος το οποίο κυμαίνεται από 1,2-1,5 μέτρα και βάθος 20-30 εκατοστά. Οι κατά μήκος πλευρές της θα πρέπει οπωσδήποτε να ταυτίζονται με τον άξονα βορρά-νότου έτσι ώστε να δέχονται και οι δύο την ίδια ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας για να είναι ομοιογενής η ζύμωση.

Ο στατικός σωρός φτάνει σε ύψος 1,5-1,8 μέτρων και είναι τραπεζοειδούς διατομής. Οι πλευρές έχουν κλίση 70 μοιρών και η κορυφή του διαστάσεις 50 επί 50 εκατοστών. Αποτελείται από αλληπάλληλα στρώματα τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο. Το πρώτο

στρώμα φτιάχνεται από κλώνάρια διαμέτρου 2-3 εκατοστών εξασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό μια καλή αποχέτευση. Ακολούθως παρασκευάζεται στρώμα από διάφορα φυτικά υλικά, τα οποία και σκορπίζονται ομοιόμορφα. Υλικά οποιουδήποτε μήκους ή πάχους, όπως άχυρα, στάχια, στελέχη σιταριού ή καλαμποκιού, αγριόχορτα, πρέπει να κόβονται ή και να καθαρίζονται ώστε η ζύμωση να επέρχεται το γρηγορότερο δυνατόν. Το πάχος του στρώματος αυτού είναι μεταξύ 15 και 20 εκατοστών. Αφού σχηματιστεί αυτό το στρώμα στη συνέχεια βρέχεται και συμπιέζεται.

Ένα νέο στρώμα παρασκευάζεται από πάνω, το οποίο αποτελείται από κοπριά ζώων και έχει πάχος περίπου 5 εκατοστών. Τα δύο παραπάνω στρώματα τοποθετούνται εναλλάξ μέχρι την επίτευξη του επιθυμητού ύψους του σωρού. Η τελευταία στρώση αποτελείται από υπολείμματα φυτών, ενώ καλύπτεται από άχυρα, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη προστασία από βροχοπτώσεις και εξάτμιση.

Ο σωρός είναι δυνατόν να αερίζεται πρόσθετα από φυσητήρες προκειμένου να εξασφαλιστεί επαρκής παροχή οξυγόνου, ρύθμιση της θερμοκρασίας και απομάκρυνση της περίσσειας υγρασίας. Τα παραγόμενα υγρά αποστραγγίζονται με κατάλληλες σωληνώσεις.

**(Κουκουλάκης 1997, Σιδηράς 1997)**

### **2.3. ΦΑΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Η διαδικασία της κομποστοποίησης διέρχεται **τέσσερις φάσεις** για να ολοκληρωθεί. Για την ολοκλήρωση και των τεσσάρων αυτών φάσεων απαιτείται χρόνος 3-6 μηνών. Οι φάσεις αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. Αποικοδόμηση
2. Μετασχηματισμός
3. Οικοδόμηση
4. Σταθεροποίηση

#### **Φάση 1<sup>η</sup>: Αποικοδόμηση**

Στη φάση της αποικοδόμησης δραστηριοποιούνται κατά κύριο λόγο τα βακτήρια, τα οποία και αρχίζουν τις αποδομήσεις των εύκολα διασπώμενων ουσιών (μονοσακχαρίτες, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες κ.τ.λ.).

Με τον τρόπο αυτό οι πολυσακχαρίτες διασπώνται σε απλά σάκχαρα και άλλες απλές ενώσεις, ενώ οι πρωτεΐνες σε αμινοξέα. Κατά τη διάλυση των πολυσακχαριτών σε απλά σάκχαρα παράγεται ποσότητα άνθρακα ένα μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για την

οικοδόμηση μικροβιακών κυττάρων, ενώ άλλος μέρος παραμένει σε ενώσεις μικρότερου μοριακού βάρους που έχουν προκύψει από διάσπαση ενώσεων μεγαλύτερου μοριακού βάρους. Το υπόλοιπο μέρος του παραγόμενου άνθρακα διαφεύγει στην ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα. Στη φάση αυτή η θερμοκρασία αυξάνει φτάνοντας ή και ξεπερνώντας τους 65°C. Μεγαλύτερες θερμοκρασίες πάντως είναι επιθυμητές, όπως και μικρότερες από 40°C καθώς επιβραδύνουν τη διαδικασία της κομποστοποίησης.

### **Φάση 2η: Μετασχηματισμός**

Η φάση του μετασχηματισμού ξεκινά μόλις η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 50°C όπου και παραμένει επί μεγάλο χρονικό διάστημα (2-3 μήνες) μεταξύ 45°C και 30°C. Η διάσπαση των πιο σταθερών ουσιών (κυτταρίνες, ημικυτταρίνες) επιτυγχάνεται μέσω της δράσης μυκήτων.

### **Φάση 3η: Οικοδόμηση**

Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 30°C, τότε αρχίζει η τρίτη κατά σειρά φάση, της οικοδόμησης. Κατά τη φάση αυτή ξεκινά η οικοδόμηση των διαφόρων χουμικών ενώσεων (χουμικά οξέα, φουλβικά οξέα, χουμίνη) ενώ παράλληλα συνεχίζεται η διάσπαση των πλέον σταθερών ουσιών (λιγνίνη). Σημαντικό ρόλο στην οικοδόμηση σταθερών οργανικών ουσιών παίζουν τα έντομα, τα αραχνοειδή και κυρίως ο κόκκινος γαιοσκώληκας, που εισέρχονται στο σωρό.

### **Φάση 4η: Σταθεροποίηση**

Η τελευταία φάση της διαδικασίας κομποστοποίησης είναι η σταθεροποίηση, λαμβάνει χώρα όταν η θερμοκρασία του σωρού εξισωθεί με αυτή του περιβάλλοντος. Η φάση αυτή ολοκληρώνεται ανάλογα της φύσης των κομποστοποιημένων υλικών σε 4-10 εβδομάδες από την έναρξη της διαδικασίας. Στο σημείο αυτό η παρουσία στο σωρό του κόκκινου γαιοσκώληκα, των αρθρόποδων και των υπολοίπων οργανισμών έχει λάβει τέλος.

(Σιδηράς 1997).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### 3. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ

#### 3.1. ΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΜΠΟΣΤ

Ο πληθυσμός των μικροοργανισμών που συμμετέχει στη κομποστοποίηση έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης για πολλές έρευνες και αυτό γιατί είναι η αιτία των πολύπλοκων διεργασιών που σημειώνονται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης και ταυτόχρονα ο ευαίσθητος δέκτης των αποτελεσμάτων αυτών των διεργασιών.

Αρχικά επισημάνθηκε η διαφοροποίηση σύνθεσης του μικροβιακού πληθυσμού στις διάφορες φάσεις ζυμώσεως της κοπριάς αλόγων σε σχέση με τη θερμοκρασίες ζύμωσης (**Walksman et al. 1939**). Αργότερα έγιναν προσπάθειες ώστε να καθοριστεί η διαδοχή των διαφόρων μυκήτων σε κομπόστ άχρου και βρώμης (**Eastwood 1952**), ενώ συμπληρώθηκε αυτή η εργασία με μια λεπτομερειακή μελέτη της διαδοχής των μυκήτων σε κομπόστ των άχρων του σιταριού (**Chang & Hudson 1967**). Οι ίδιοι σημείωσαν και τις πληθυσμιακές μεταβολές βακτηρίων και ακτινομυκήτων στις διάφορες φάσεις της ζύμωσης. Μετέπειτα διαπιστώθηκε ότι σε μονάδα κομποστοποίησης σκουπιδιών οι θερμόφιλοι μύκητες ήταν παρόντες σε όλες τις φάσεις της κομποστοποίησης και δεν παρατηρήθηκε καμία διαδοχή στην πορεία (**Kane & Mullins 1973**). Οι ίδιοι απέδωσαν την σημαντική αυτή διαφορά σε σχέση με άλλες εργασίες στην προζύμωση των σκουπιδιών, η οποία σημειώθηκε στα δοχεία απορριμμάτων στο θερμό κλίμα της Florida, όπου έγιναν τα πειράματα.

Η προσπάθεια όμως μελέτης της κομποστοποίησης ως προς τους μικροοργανισμούς που παίρνουν μέρος σε αυτή δε σταματά στη ταυτοποίησή τους και στις συνθήκες που ο καθένας από αυτούς δρα στην αποδόμηση των οργανικών υλικών. Έγιναν περαιτέρω προσπάθειες μελέτης της ενζυμικής δράσης των μικροοργανισμών της κομποστοποίησης (**Stutzenberger et al. 1970, Hankin et al. 1976**), ενώ σε μεταγενέστερες εργασίες διαπιστώθηκε η περιορισμένη πληροφόρηση πάνω στα εξωκυτταρικά ένζυμα των θερμόφιλων μυκήτων (**Adams & Dopley 1978**).

Από πειραματικές ζυμώσεις σε πυρηνόξυλο απομονώθηκαν μύκητες, βακτήρια και ακτινομύκητες που συμμετείχαν στη διαδικασία της κομποστοποίησης (**Μανιός 1979**).

### 3.2. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η κομποστοποίηση είναι μια βιολογική διαδικασία, στην οποία οι ενεργοί παράγοντες είναι μικροοργανισμοί, κατά κύριο λόγο βακτήρια και μύκητες και σε κάποια έκταση πρωτόζωα. Η επιτυχής κατάληξη της διαδικασίας της κομποστοποίησης εξαρτάται από τη παρουσία των απαραίτητων μικροοργανισμών (κατά προτίμηση αυτοχθόνων) και από την εξασφάλιση συνθηκών, που συμβάλλουν στη μικροβιακή δραστηριότητα και τον πολλαπλασιασμό. Αυτές οι συνθήκες περιλαμβάνουν τη θρέψη και το φυσικό και χημικό περιβάλλον των μικροβίων, καθώς η μορφή των θρεπτικών συστατικών και της μικροβιακής διαδοχής χαρακτηρίζει την διαδικασία της κομποστοποίησης.

Η αρχική επίδραση της διαδοχής των μικροοργανισμών ακολουθεί μια διαδικασία, ώστε μια ομάδα μικροοργανισμών προετοιμάζει το υλικό για την ομάδα που θα ακολουθήσει. Αυτή η χαρακτηριστική παράλληλη δράση που έχει αναγνωριστεί και είναι γνωστή εδώ και χρόνια στη "Συμβατική Μικροβιολογία" καλείται "συν-τροφισμός". Αναφέρεται στις θρεπτικές και μεταβολικές αλληλεπιδράσεις δύο ή περισσότερων ομάδων βακτηρίων όταν αυτά αναπτύσσονται σαν μικτή καλλιέργεια. Μερικές φορές αυτό αναφέρεται και ως "συνεργισμός" Μέσω του "συν-τροφισμού" προϊόντα μεταβολισμού που παράγονται από έναν μικροοργανισμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θρεπτικά στοιχεία από έναν άλλο και να μετατραπούν σε ουσίες που κανένας από αυτούς τους μικροοργανισμούς από μόνος του δεν μπορούσε να συσσωρεύσει στο αρχικό μέσο εάν είχαν καλλιεργηθεί ξεχωριστά.

Έτσι λόγω του "συν-τροφισμού" οι συνδυασμένες δραστηριότητες δύο ή και περισσότερων διαφορετικού τύπου μικροοργανισμών που τοποθετούνται μαζί σε ένα περιβάλλον, για παράδειγμα υποστρώματα για κομποστοποίηση, μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα προϊόντα τα οποία είναι ποσοτικά ή ποιοτικά πολύ διαφορετικά από το άθροισμα του συνόλου των δραστηριοτήτων καθενός μικροοργανισμού, όταν αυτός αναπτυχθεί ξεχωριστά σε καθαρή καλλιέργεια στο ίδιο υπόστρωμα. Για παράδειγμα τα αναερόβια βακτήρια που παράγουν μεθάνιο δε μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη γλυκόζη σαν υπόστρωμα, αλλά μπορούν να αναπτυχθούν χρησιμοποιώντας τα προϊόντα της ζύμωσης που σχηματίζονται από τα περισσότερα βακτήρια, που αποδομούν τη γλυκόζη. Έτσι μια μεικτή καλλιέργεια από βακτήρια που ζυμώνουν το άμυλο και από βακτήρια που παράγουν μεθάνιο, μπορεί να παράγει μεθάνιο από άμυλο.

Όπως και στη φύση η συνεργιστική (συν-τροφική) αποδόμηση της οργανικής ύλης είναι η φυσιολογική πορεία των γεγονότων, έτσι συμβαίνει και στη κομποστοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων και αποβλήτων. Στη φύση όλοι οι τύποι μικροοργανισμών

αναπτύσσονται μαζί και συνεισφέρουν στην ανακύκλωση της ύλης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα "συν-τροφισμού" παρατηρούνται μεταξύ καλλιεργειών, κάποιες από τις οποίες μπορεί να απαιτούν ένα συγκεκριμένο παράγοντα αύξησης. Σε τέτοιες μικτές καλλιέργειες, ορισμένοι από τους μικροοργανισμούς μπορεί να παράγουν μικρές ποσότητες αμινοξέων ή βιταμινών, που είναι σημαντικοί παράγοντες ανάπτυξης. Οι περιπτώσεις αυτές ορίζονται ως **"cross feelings"**.

Το "cross feeling" αποτελεί ουσιαστικά μια απλή μορφή συμβιωτικής σχέσης. Η αμοιβαία αυτή σχέση συμβαίνει όταν όλοι οι μικροοργανισμοί έχουν σχέση αλληλεξάρτησης μεταξύ τους προκειμένου να αναπτυχθούν μαζί σε ένα μέσο που είναι περιοριστικό σε θρεπτικούς παράγοντες (Κάτσαρης 2003).

### 3.3. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Κάθε οργανισμός έχει διαφορετικές ανάγκες για θρεπτικά στοιχεία, ωστόσο επιτακτική είναι η ανάγκη για ισορροπημένη παροχή των στοιχείων αυτών όταν η έλλειψη ενός ή περισσότερων από αυτά καθίσταται περιοριστικός παράγοντας για την απόδοση της καλλιέργειας. Για τη διαδικασία της κομποστοποίησης ιδιαίτερα σημαντική είναι η ισορροπία μεταξύ άνθρακα ( C ) και αζώτου ( N ). Αυτό συμβαίνει διότι τα δύο αυτά στοιχεία απαντώνται σε μεγάλα ποσοστά στην κυτταρική μικροβιακή μάζα. Ο άνθρακας αποτελεί περίπου το 50% αυτής και το άζωτο ποσοστό από 2-8%.

Ο άνθρακας έχει τρεις βασικότερες φυσιολογικές λειτουργίες καθώς:

1. Είναι συστατικό των κυτταρικών υλικών.
2. Λειτουργεί ως δότης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό (αναπνοή οργανικών υποστρωμάτων, ζύμωση).
3. Λειτουργεί σαν δέκτης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό (ζύμωση).

Το άζωτο έχει επίσης σημαντικότερες λειτουργίες:

1. Είναι συστατικό των πρωτεϊνών, των νουκλεϊκών οξέων, συνενζύμων, αμινοξέων κ.τ.λ.
2. Χρησιμεύει σαν δότης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό συγκεκριμένων βακτηρίων.
3. Στη μορφή των νιτρωδών αλάτων ή νιτρικού ιόντος λειτουργεί σαν δείκτης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό των απονιτροποιημένων βακτηρίων, σε αναερόβιες συνθήκες.

(Κάτσαρης 2003)

### 3.4. Ο ΛΟΓΟΣ C/N

Ο λόγος C/N ποικίλει στα διάφορα είδη μικροοργανισμών και τις διαφορετικές συνθήκες κάτω από τις οποίες καλλιεργούνται ή αναπτύσσονται. Αποτελεί τον πλέον σημαντικό παράγοντα για τη συνολική ισορροπία των θρεπτικών στοιχείων στη διαδικασία της κομποστοποίησης. Επιπροσθέτως είναι βασικός παράγοντας της πρακτικότητας της κομποστοποίησης ως μέσο διαχείρισης δεδομένων αποβλήτων. Ο διαθέσιμος άνθρακας είναι μια τεράστια ενεργειακή πηγή για τους μικροοργανισμούς, οι ανάγκες των οποίων σε αυτόν είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από ότι σε άζωτο. Ωστόσο το άζωτο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό, επειδή όπως προαναφέρθηκε είναι συστατικό του πρωτοπλάσματος και άλλων κυτταρικών συστατικών και ενώσεων.

Οι μικροοργανισμοί κατά την αποδόμηση των οργανικών ενώσεων αφομοιώνουν το 1/3 περίπου του μεταβολιζόμενου άνθρακα και το υπόλοιπο το απελευθερώνουν ως διοξείδιο του άνθρακα (Μανιός 1979).

**Σχέδιο 3.4:** Οι συχνά απαντώμενοι μικροοργανισμοί του εδάφους.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### 4. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ

#### 4.1. ΣΤΕΜΦΥΛΑ

Ο όρος **στέμφυλα** αποτελεί γενική ονομασία για το στερεά υπολείμματα των σταφυλιών μετά τη παραλαβή του μούστου. Τα στέμφυλα είναι επίσης γνωστά και ως τσίπουρα. Περιλαμβάνουν τους ποδίσκους και το κεντρικό άξονα του τσαμπιού (βοστρύχου), τους φλοιούς από τις ρόγες και τα κουκούτσια (γίγαρτα).

Τα στέμφυλα χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή οينوπνευματώδους ποτού, το οποίο είναι γνωστό ως τσίπουρο. Το εναπομένον στερεό υπόλειμμα χρησιμοποιείται ως λίπασμα, ζωοτροφή ή καύσιμο αποστακτήρων.

Στα 100 κιλά νωπά σταφύλια που μεταφέρονται σε εγκαταστάσεις οινοποιείας παράγονται 30 κιλά νωπή πούλπα, 25 κιλά νωπά γίγαρτα και 20 κιλά βόστρυχοι. Το υπόλοιπο αντιπροσωπεύει απώλειες κυρίως σε υγρή μορφή.

Η πούλπα κομποστοποιείται με ανάμιξη άλλων ανόργανων συστατικών. Υδατικά εκχυλίσματα στέμφυλων ζυμώνονται με ειδικές καλλιέργειες και έχουν ως αποτέλεσμα τη παραγωγή ουσιών υψηλής προσθετικής αξίας και καθαρότητας (**Grant and Han 1978**).

Τα υπολείμματα επεξεργασίας οινοποιήσιμων σταφυλιών είναι ιδιαίτερα ευαποδομήσιμα, αφθονούν στις παραμεσόγειες χώρες και αποτελούν ένα καλό υλικό για την παρασκευή υποστρωμάτων καλλιέργειας (**Flavel et al. 2005**).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

### 5. ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ

#### 5.1. ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ

Τα υποπροϊόντα και τα απόβλητα της ελαιουργίας προέρχονται από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου, από την οποία προκύπτει το ελαιόλαδο. Διακρίνονται σε 3 κατηγορίες:

- Ελαιοπυρήνες, οι οποίοι αποτελούνται από αλεσμένα στερεά συστατικά του ελαιοκάρπου, υπολείμματα ελαίου.
- Ελαιόφυλλα.
- Υγρά απόβλητα (λιόζουμο ή κατσίγαρος).

#### 5.2. ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑΣ

Με τον όρο ελαιοπυρήνες χαρακτηρίζονται τα υπολείμματα της παραλαβής του ελαιολάδου μετά τη διαδικασία της έκθλιψης. Τα υπολείμματα αυτά συνίστανται από το ξυλώδες τμήμα του ελαιοπυρήνα (ξυλώδες ενδοκάρπιο) και από μικρότερα στερεά συστατικά (εξωκάρπιο, μεσοκάρπιο) τα οποία και περιέχουν επίσης ποσότητες ελαίου σε ποσοστό 3,5-12% και νερού 20-30% επί του ξηρού βάρους αυτών.

Οι ελαιοπυρήνες χρησιμοποιούνται για την με εκχύλιση παραλαβή του ελαίου το οποίο και ονομάζεται **πυρηνέλαιο**. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση οργανικών διαλυτών. Όταν αυτή πραγματοποιηθεί εκτός από το πυρηνέλαιο, προκύπτει και το **πυρηνόξυλο**, το οποίο αποτελεί το τελικό παραπροϊόν.

**Πίνακας 5.2.1: Χημική σύσταση πυρηνόξυλου πυρηνελαιουργείου Ηρακλείου Κρήτης.**

| Συστατικά                                | Ποσοστό % επί της ξηρής ουσίας |
|------------------------------------------|--------------------------------|
| Υδατοδιαλυτά                             | 4,46                           |
| Λίπη και έλαια                           | 2,53                           |
| Πρωτεΐνες                                | 6,63                           |
| Ημικυτταρίνες                            | 13,07                          |
| Κυτταρίνη                                | 37,58                          |
| Λιγνίνη                                  | 21,56                          |
| Τέφρα                                    | 2,95                           |
| Ρητίνες                                  | -                              |
| <i>Πηγή: Μανιός και Κριτσωτάκης 1982</i> |                                |

Μετά από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε μανιτάρια του γένους **Pleurotus** διαπιστώθηκε ότι το πυρηνόξυλο αποτελεί μια καλή επιλογή για υπόστρωμα της συγκεκριμένης καλλιέργειας, καθώς η εδώδιμες καρποφορίες του εν'λόγω μύκητα ήταν ικανοποιητικές. Ο εμπλουτισμός του υποστρώματος καλλιέργειας από τη παρουσία του πυρηνόξυλου το μετέτρεψε σε προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας το οποίο στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική μορφή λίπανσης, εδαφοβελτιωτικό, ακόμα και ως ζωοτροφή (Zervakis *et al.* 1995, Zervakis & Balis 1996).

### 5.3. ΕΛΑΙΟΦΥΛΛΑ

Τα ελαιόφυλλα μεταφέρονται σε μεγάλες ποσότητες μαζί με τον συγκομισθέντα ελαιόκαρπο στους χώρους επεξεργασίας του (ελαιοτριβεία). Έτσι αποτελούν ένα πρώτης τάξεως γεωργικό παραπροϊόν το οποίο καλείται να εκμεταλλευτεί ο γεωργικός τομέας σε περεταίρω δραστηριότητές του. Έχουν γίνει προσπάθειες να προσδιοριστούν οι ιδιότητες που θα καταστήσουν τα ελαιόφυλλα αξιολογα συστατικά παρασκευής υποστρωμάτων (Πίνακας 5.3.1).

**Πίνακας 5.3.1:** Χημική σύσταση ελαιόφυλλων μετά από επεξεργασία του ελαιόκαρπου.

| Συστατικά                                | Ποσοστό % επί της ξηρής ουσίας |
|------------------------------------------|--------------------------------|
| Υδατοδιαλυτά                             | 10,60                          |
| Λίπη και έλαια                           | 10,70                          |
| Πρωτεΐνες                                | 10,80                          |
| Ημικυτταρίνες                            | 9,34                           |
| Κυτταρίνη                                | 13,60                          |
| Λιγνίνη                                  | 15,10                          |
| Τέφρα                                    | 11,58                          |
| Ρητίνες                                  | 11,13                          |
| <b>Πηγή: Μανιός και Κριτσωτάκης 1982</b> |                                |

Στο Ηράκλειο Κρήτης πραγματοποιήθηκαν πειράματα (Μανιός 1982) ώστε να διερευνηθεί η φυτοτοξικότητα του compost που προήλθε από φύλλα ελιάς, σε σχέση με το βαθμό χώνευσης και ωρίμανσής του, με τα ακόλουθα αποτελέσματα:

1. Η ταχεία φάση (χώνευση) των φύλλων ελιάς ολοκληρώνεται σε χρονικό διάστημα τριών μηνών περίπου.

2. Το compost που παράγεται αμέσως μετά τη χώνευση παρουσιάζει φυτοτοξικές ιδιότητες.
3. Μετά από δύο μήνες ωρίμανσης και πέντε μήνες περίπου από την έναρξη της χώνευσης, οι φυτοτοξικές ιδιότητες εξακολουθούν να υφίστανται, σε περιορισμένο όμως βαθμό.
4. Έπειτα από ωρίμανση 12 μηνών και 15 μήνες περίπου από την έναρξη της χώνευσης, το compost είναι πλέον απαλλαγμένο από φυτοτοξικές ουσίες και ταυτόχρονα αποκτά διεγερτικές ιδιότητες για την βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη των φυταρίων τους.

**Πίνακας 5.3.2: Περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία compost από ελαιόφυλλα.**

| Μακροστοιχεία     | Σε ποσοστό % επί του Ξηρού Βάρους | Ιχνοστοιχεία | Σε ppm |
|-------------------|-----------------------------------|--------------|--------|
| N                 | 2,876                             | Fe           | 2490   |
| P                 | 0,189                             | Mn           | 130    |
| K                 | 0,692                             | Zn           | 40,9   |
| Ca                | 0,534                             |              |        |
| Mg                | 0,635                             |              |        |
| Na                | 0,142                             |              |        |
| Πηγή: Μανιός 1987 |                                   |              |        |

#### 5.4. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα υγρά απόβλητα της ελαιουργίας έχουν ως συστατικά τις ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου και τους φυτικούς χυμούς που προκύπτουν από την σύνθλιψη του ελαιοκάρπου. Είναι γνωστά **κατσίγαροι** ή μούργες.

Τα υγρά αυτά απόβλητα παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον καθώς έχουν ένα πλήθος φυσικοχημικών ιδιοτήτων. Σημαντικό ρόλο στη σύστασή τους και επομένως στις ιδιότητές τους αυτές παίζουν οι ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται στις φάσεις επεξεργασίας καθώς και η ποιότητα του νερού, η οποία διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Ένας ακόμη παράγοντας που καθορίζει τη σύσταση των υγρών αποβλήτων είναι και το στάδιο ωρίμανσης του ελαιοκάρπου.

**Πίνακας 5.4.1:** Τα κυριότερα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και συστατικά των υγρών αποβλήτων της επεξεργασίας ελαιόλαδου.

| Χαρακτηριστικά και συστατικά         | Τιμές                              |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Νερό                                 | 83-94%                             |
| Οργανικά συστατικά                   | 4-16%                              |
| Ανόργανα συστατικά                   | 1-2%                               |
| Πυκνότητα                            | 1,024 g/cm                         |
| Ηλεκτρική Αγωγιμότητα                | 8000-16000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| pH                                   | 4,5-6,5                            |
| Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD ) | 14000-110000 mg/l                  |
| Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)     | 41400-130000 mg/l                  |
| <i>Πηγή: Μπαλής κ.α. 1995</i>        |                                    |

Τα υγρά απόβλητα (κατσίγαροι) έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ανόργανα και οργανικά συστατικά και κατά συνέπεια καθίστανται πηγές θρεπτικών ουσιών για πλήθος μικροοργανισμών που συμβάλλουν στη κομποστοποίηση. Τα ανόργανα συστατικά που περιέχει ο κατσίγαρος (κάλιο, μαγνήσιο, φωσφόρος και πλήθος ιχνοστοιχείων) έχουν σημαντική λιπαντική αξία. Με αποικοδομητική δράση μικροοργανισμών ανάλογη με αυτή που υφίστανται τα οργανικά λιπάσματα μπορούν να καθιστούν διαθέσιμα στα φυτά πολλά θρεπτικά στοιχεία που απαντώνται με μορφή οργανικών ενώσεων και δεν είναι άμεσα διαθέσιμα. Οι κατσίγαροι είναι ως επί το πλείστον απαλλαγμένοι από χημικές ενώσεις οι οποίες εγκυμονούν σοβαρούς κινδύνους για τα φυτά, επιπλέον δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα και μη βιοαποδομήσιμες συνθετικές οργανικές ενώσεις.

Στα μειονεκτήματα του κατσίγαρου καταγράφεται το πλήθος των **φαινολικών ενώσεων** καθώς και οι **λιπαρές ουσίες** που περιέχονται πρωτογενώς σε αυτόν και οδηγούν σε φυτοτοξική δράση που μπορεί να επιφέρει καταστροφικές συνέπειες στα φυτά. Επίσης τα συστατικά του αυτά περιορίζουν το φάσμα και τη δράση πολλών μικροοργανισμών που συντελούν στην αποδόμηση πολλών συστατικών. Επιπλέον τα συστατικά αυτά βιοαποδομούνται με σχετικά βραδείς ρυθμούς από ολιγάριθμες εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών (Balis 1989).

Ένα ακόμη μειονέκτημα του κατσίγαρου αποτελεί το γεγονός πως σε συνθήκες απόθεσης στο έδαφος σε μεγάλες ποσότητες ή λίμνασής του, δύναται να σχηματιστούν διάφορα άλλα οξέα (βουτυρικό, προπιονικό, ηλεκτρικό, μυρμηκικό) και να αυξηθούν οι συγκεντρώσεις

οξικού οξέος. Κάτι τέτοιο είναι εξαιρετικά αρνητικό καθώς το σύνολο των δευτερογενών αυτών προϊόντων παρουσιάζουν έντονες φυτοτοξικές ιδιότητες και αρκετά εξ'αυτών προκαλούν έντονη δυσοσμία στο σωρό(Perez *et al.*1987).

**Πίνακας 5.4.2: Κύρια συστατικά υγρών αποβλήτων**

| Συστατικά                                                                  | Αναλογία % | Κύριες Ουσίες                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Νερό                                                                       | 83-92      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Σάκχαρα                                                                    | 2,0-8,0    | Ραφινόζη, Μαννόζη, Σακχαρόζη, Γλυκόζη, Αραβινόζη, Ραμνόζη κ.α.                                                                                                                                                                                                                                   |
| Αζωτούχες ενώσεις                                                          | 1,2-2,4    | Γλουταμίνη, Προλίνη, Ιστιδίνη, Γλυκίνη, Αργινίνη κ.α.                                                                                                                                                                                                                                            |
| Οργανικά οξέα                                                              | 0,5-1,5    | Οξικό, Κιτρικό, Ηλεκτρικό, Γλυκερινικό, Γαλακτικό, Μηλικό, Μηλονικό, Οξαλικό, Τρυγικό κ.α.                                                                                                                                                                                                       |
| Πολυαλκοόλες                                                               | 0,5-1,5    | Γλυκερίνη                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Πηκτίνες, Τανίνες                                                          | 0,4-1,5    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Αλατα                                                                      | 0,4-1,5    | K, P, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, S                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Λίπη                                                                       | 0,03-1,0   | Υπολείμματα ελαίου                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Φαινολικές ενώσεις                                                         | 0,3-0,8    | Φλαβοειδή ( Απεγινίνη, Λουτεολίνη, Κερσετίνη ), Οξέα ( Καφεϊκό, Κινναμικό, 2-6-διυδροξυβενζοϊκό, π-υδροξυβενζοϊκό, Συρινγικό, 3-4-5-τριμεθυλοξυβενζοϊκό, Βανιλλικό, Βερατρικό, Φερουλικό, π-Κουμαρικό, Πρωτοκατεχικό, Πυροκατεχικό ), Φαινόλες ( Υδροξυτυροσόλη, Τυροσόλη ), Ελαιοευρωπαϊνή κ.α. |
| <b>Πηγή: Coudounis <i>et al.</i> 1983 - Saiz-Jimenez <i>et al.</i>1986</b> |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Η ανάμιξη (co-composting) των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (κατσίγαροι) με στερεά (ελαιοπυρήνας, πυρηνόξυλο) κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή υποστρώματος με πολύ καλές φυσικές ιδιότητες, ιδιαίτερα πλούσιο σε κάλιο, το οποίο κάλλιστα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως οργανικό λίπασμα ή βελτιωτικό εδάφους (Tomati *et al.* 1996, Paredes *et al.* 2000, Filippi *et al.* 2002).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

### 6. ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΕΞΑΝΤΛΗΜΕΝΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ

Τα εξαντλημένα υποστρώματα που προέρχονται από καλλιέργεια μανιταριών (**S.M.S-Spent Mushroom Substrate**) παράγονται ετησίως σε τεράστιες ποσότητες (υπολογίζονται σε άνω των 25 εκατομμυρίων τόνων παγκοσμίως) (**Zervakis & Balis 1996**).

Η αξιοποίησή τους αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο έρευνας. Τέτοια υποστρώματα βρίσκουν χρήση ως βιολιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους στους τομείς της ανθοκομίας και λαχανοκομίας λόγω και των αυξημένων τιμών που παρουσιάζουν τα συμβατικά.

#### 6.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Τα εξαντλημένα υποστρώματα παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, ικανοποιητικά επίπεδα μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων καθώς και σχετικά μεγάλη αγωγιμότητα, η οποία όμως υποβαθμίζεται σύντομα λόγω των αρδεύσεων που απομακρύνουν τα διαλυτά άλατα (**Chong et al.1991, Maher 1991**).

Πολλές κατηγορίες μυκήτων που σχηματίζουν μανιτάρια εμφανίζουν μεγάλη αποδοτικότητα στην αποδόμηση λιγνοκυτταρούχων φυτικών υπολλειμάτων (**Boyle et al. 1992, Kerem et al. 1992**), ενώ παρουσιάζουν και την επιπρόσθετη ικανότητα επιλεκτικής διάσπασης της λιγνίνης (**Mayson and Verachert 1991, Hadar et al. 1992**).

Επίσης διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε αμμωνιακό άζωτο καθώς και πολύ καλές φυσικές ιδιότητες (πυκνότητα, πορώδες, αερισμό, υδατοϊκανότητα, κατακράτηση υγρασίας κ.α.). Ακόμη διαθέτουν υψηλό ποσοστό χουμικών ουσιών, μικρή ή καθόλου περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα ενώ λόγω της παστερίωσης που υφίστανται τα υποστρώματα κατά τη διάρκεια της μανιταροκαλλιέργειας παραμένουν απαλλαγμένα από σπόρους ζιζανίων και άλλα παθογόνα φυτών (**Αναστασιάδης και Κάνταρος 1998**). Επιπρόσθετα εμφανίζουν και νηματωδοκτόνες ιδιότητες (ιδιαίτερα τα υποστρώματα που προέρχονται από καλλιέργεια μανιταριών του γένους **Pleurotus**).

Τα εξαντλημένα υποστρώματα καλλιέργειας μανιταριών του γένους **Agaricus**, τα οποία αξιολογούνται στην παρούσα εργασία, περιέχουν κοπριά από ορνιθοτροφεία, ενώ είναι πλούσια σε φωσφόρο και κάλιο και αποτελούν μια διαδοδομένη εναλλακτική λίπανση των καλλιεργειών (**Tomati et al. 1996, Paredes et al. 2000, Filippi et al. 2002**).

Ένα ακόμα πλεονεκτήματα των εξαντλημένων υποστρωμάτων μανιταριών αποτελεί το γεγονός ότι συλλέγονται εύκολα και σε μεγάλες ποσότητες στους ίδιους τους χώρους

παραγωγής και χρήσης τους, ενώ αποτελούν σχετικά ομοιόμορφο υλικό (Zervakis & Balis 1996).

Η βιομετατροπή των μη ωφέλιμων υπολειμμάτων της καλλιέργειας εδώδιμων μανιταριών, τα οποία συχνά είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον, σε προϊόντα με υψηλή προστιθέμενη αξία μέσω της διαδικασίας της κομποστοποίησης αποτελεί μέγιστο βήμα αναβάθμισης του γεωργικού τομέα.

Ένα μειονέκτημα που παρουσιάζουν τα υποστρώματα αυτά είναι το γεγονός ότι η επαναχρησιμοποίησή τους ως κομπόστες είναι δυνατόν να προκαλέσει προβλήματα παρόμοια με αυτά της εφαρμογής μη αποδομημένης οργανικής ουσίας. Τέτοια είναι: η αύξηση της αγωγιμότητας, η απελευθέρωση της αμμωνίας και η πρόκληση φυτοτοξικότητας. Στη περίπτωση αυτή συνίσταται περαιτέρω κομποστοποίηση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

### 7. ΤΟΜΑΤΑ

#### 7.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η τομάτα αποτελεί τη κοινή ονομασία του φυτού *Lycopersicon esculentum*. Τομάτες ονομάζονται επίσης οι καρποί άλλων ειδών του γένους *Lycopersicon* (*L. perurarium*, *L. pimpinellifolium*, *L. hirsutum*) που χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα της καλλιέργειας τομάτας.

Το γένος *Lycopersicon* είναι ποώδες δικότυλο φυτό της οικογένειας *Solanaceae* και έχει  $2n=24$  χρωματοσώματα.

#### 7.2. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Η καλλιεργούμενη τομάτα (*L. esculentum*) προέρχεται από τη Λατινική Αμερική και συγκεκριμένα από τη περιοχή Vera Cruz-Puebla του Μεξικού (Jenkis 1948, Esquilas-Alkazar 1981).

Πρόγονός της ήταν η κερασόμορφη ποικιλία *L. esculentum var cerasiforme* (Καββαδάς 1956).

Στην Ευρώπη η τομάτα μεταφέρθηκε το 16<sup>ο</sup> αιώνα με διακίνηση ποσοτήτων από το Περού στην Ιταλία . μέχρι και το 19<sup>ο</sup> αιώνα χρησιμοποιούνταν ως καλλωπιστικό και όχι ως εδώδιμο φυτό αφού οι Ευρωπαίοι θεωρούσαν το καρπό της φορέα τοξικών ουσιών ανάλογων με αυτών που περιείχαν τα φύλλα ή οι καρποί άλλων ειδών της ίδιας οικογένειας (Δημητράκης 1998).

#### 7.3. ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ-ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η τομάτα είναι φυτό ποώδες, ετήσιο ή διετές και σπάνια πολυετές. Στις Μεσογειακές χώρες σε υπαίθριες και θερμοκηπιακές καλλιέργειες τα φυτά είναι μονοετή. Τα πολυετή φυτά αναπτύσσονται κυρίως σε τροπικά κλίματα.

**Ριζικό σύστημα:** Όταν αναπτύσσεται από σπόρο έχει πασαλώδη κύρια ρίζα η οποία φέρει δευτερεύουσες ρίζες και ριζικά τριχίδια τα οποία αναπτύσσονται εύκολα και για το λόγο αυτό το φυτό ανταπεξέρχεται στη διαδικασία της μεταφύτευσης.

Επίσης το πλούσιο ριζικό σύστημα του φυτού φτάνει σε βάθος τα 60 εκατοστά και έχει την ικανότητα να επιμηκύνεται κατά 2-3 εκατοστά κατά τη περίοδο της ανάπτυξής του, προσδίδοντας σε αυτό σχετική αντοχή στη ξηρασία (Δημητράκης 1998)

**Βλαστός:** Ο κεντρικός βλαστός αποτελεί προέκταση του εμβρυακού άξονα, που καλείται και **αρχέφυτρο** και καθίσταται ορατός ως εκφυόμενος στη κορυφή του σπορόφυτου, ανάμεσα στα κοτυληδονόφυλλα.

Σε ολόκληρο το μήκος του που κυμαίνεται από 0,6-1,8 μέτρα (αναλόγως της ποικιλίας) ο βλαστός έχει χρώμα πράσινο, είναι κυλινδρικός και φέρει εξωτερικά τεφροπράσινες αδενοφόρες τρίχες. Όταν σπάσουν αυτές δίνουν ένα υγρό με τη χαρακτηριστική οσμή των τοματόφυτων το οποίο έχει την ιδιότητα να απωθεί ορισμένα επιβλαβή για το φυτό έντομα (**Σπάρτης και Καλτσίκης 1991**).

Στη βάση του ο βλαστός είναι σκληρός και αναπτύσσει μηχανική αντοχή χωρίς όμως να ξυλοποιείται. Μπορεί να ξυλοποιηθεί κατά τη καρποφορία οπότε και αποκτά γωνίες και έχει τη τάση να έρπεται.

Σταδιακά προς τη κορυφή του ο βλαστός γίνεται τρυφερός και περισσότερο εύθραυστος μέχρι και τη κορυφή του που καλείται **κορυφαίος οφθαλμός**. Κατά μήκος του βλαστού αναπτύσσονται τα φύλλα στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οι οφθαλμοί από τους οποίους προκύπτουν οι πλάγιοι βλαστοί (**Κανάκης 2001**).

**Φύλλα:** Τα φύλλα της του φυτού της τομάτας είναι χονδρά, σύνθετα, πτεροσχιδή. Αποτελούνται από 5-11 φυλλάρια τα οποία διατάσσονται σε 2-5 ζεύγη ανάλογα με τη ποικιλία και τη θέση του φύλλου πάνω στο βλαστό. Τα ζεύγη των φυλλαρίων καταλήγουν σε ένα φυλλάριο στη κορυφή του φύλλου.

Τα φυλλάρια είναι οδοντωτά με βαθύ πράσινο χρώμα στο άνω μέρος της επιφάνειάς τους ενώ το κάτω μέρος αυτής είναι χρώματος ανοιχτού πράσινου και φέρουν όπως και ο βλαστός αδενοφόρες τρίχες. Έχουν στο μίσχο τους 2 μικρότερα φύλλα που καλούνται παράφυλλα και τα οποία υπάρχουν και στο μίσχο του φύλλου.

Ανάλογα με τη ποικιλία διαμορφώνεται και το μέγεθος των φύλλων. Συνήθως οι ποικιλίες που είναι μεγαλόκαρπες έχουν μακρύτερα και φαρδύτερα φύλλα από τις μικρόκαρπες ποικιλίες. Το μέγιστο μήκος των φύλλων της τομάτας μπορεί να φθάσει τα 45 εκατοστά.

**Άνθη:** Τα άνθη του φυτού της τομάτας είναι ερμαφρόδιτα. Ο κάλυκάς τους αποτελείται από πέντε ή περισσότερα σέπαλα. Η στεφάνη του άνθους αποτελείται από πέντε ή περισσότερα πέταλα κίτρινου χρώματος τα οποία μετά τη γονιμοποίησή του, πέφτουν.

Οι **στήμονες** είναι τα αρσενικά όργανα του άνθους και απαντώνται ενωμένοι στη βάση του υπέρου σε διάταξη των 5-8 έτσι ώστε να αγκαλιάζουν σαν κώνος τον ύπερο.

Ο ύπερος αποτελεί το θηλυκό αναπαραγωγικό όργανο του άνθους, σχηματίζεται από 4-10 καρπόφυλλα προσηλωμένα στο υπάνθιο. Στη βάση του ύπερου υπάρχει μια αρκετά ευρύχωρη **ωοθήκη** με μεγάλο αριθμό ωαρίων που επεκτείνεται με μορφή αγωγού προς το **στύλο**. Ο στύλος ανάλογα με τη ποικιλία και τις συνθήκες είτε είναι κοντός με αποτέλεσμα το **στίγμα** του να εγκλωβίζεται από το κώνο των ανθήρων, είτε είναι μακρύς και το στίγμα του υπερβαίνει το κώνο των ανθήρων.

Τα άνθη εμφανίζονται σε ομάδες των 4-20 (ή και παραπάνω) ανθέων σε απλές και διπλές ταξιανθίες (διακλαδιζόμενες ή διχαλωτές). Ο μέσος όρος 6-8 άνθη ανά ταξιανθία είναι επιθυμητός και προδικάζει καλή παραγωγή αν το κάθε άνθος εξελιχθεί σε καρπό.

Οι ταξιανθίες αναπτύσσονται στους βλαστούς αντιδιαμετρικά με τη θέση των φύλλων. Η πρώτη ταξιανθία εμφανίζεται στο δεύτερο ή τρίτο γόνατο και έπειτα σε κάθε γόνατο σχηματίζεται και μια ταξιανθία.

**Καρπός:** Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρη ράγα, μαλακή και σαρκώδης. Το σχήμα του διαφέρει καθώς και το χρώμα του. Αναλόγως της ποικιλίας ο καρπός μπορεί να είναι σφαιροειδής, πεπλατυσμένος, επιμήκης ή αποειδής. Επίσης το χρώμα του μπορεί να είναι από κόκκινο, ρόδινο έως και κοκκινοκίτρινο. Η ένταση του χρώματος επηρεάζεται άμεσα από την αναλογία δύο χρωστικών που βρίσκονται σε όλη τη μάζα του καρπού, της **καροτίνης** και της **λυκοπίνης**. Η πρώτη συντελεί στη κίτρινη χροιά και η δεύτερη στη κόκκινη.

Ο φλοιός του καρπού είναι λεπτός και λείος ενώ η σάρκα του είναι χυμώδης. Στο εσωτερικό του καρπού υπάρχουν δύο ή περισσότεροι χώροι οι οποίοι περιβάλλονται από σαρκώδη τοιχώματα και περιέχουν ζελατινώδη μάζα, τον **πλακούντα** μέσα στον οποίο βρίσκονται τα σπέρματα.

Αναλόγως των χώρων που περιέχουν οι καρποί της τομάτας, αυτοί χωρίζονται σε **δίχωρους** και **πολύχωρους**.

**Πίνακας 7.3.1: Μέση σύνθεση του καρπού της τομάτας**

| Συστατικά                    | % επί του καρπού |
|------------------------------|------------------|
| Σάρκα και χυμός              | 96-97%           |
| Σπόροι                       | 2-3%             |
| Φλοιός                       | 1-2%             |
| <i>Πηγή: Δημητράκης 1998</i> |                  |

**Πίνακας 7.3.2: Χημική σύσταση του καρπού ( κατά μέσο όρο )**

| <b>Συστατικά</b>                    | <b>% επί του καρπού</b> |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Νερό                                | 93,5%                   |
| Σάκχαρα                             | 3,5%                    |
| Λιπαρές ουσίες                      | 0,2%                    |
| Αζωτούχες ενώσεις                   | 1,0%                    |
| Κυτταρίνες                          | 1,0%                    |
| Τέφρα                               | 0,5%                    |
| <i><b>Πηγή: Δημητράκης 1998</b></i> |                         |

**Πίνακας 7.3.3: Περιεκτικότητα καρπού τομάτας στις κυριότερες βιταμίνες.**

| <b>Βιταμίνη</b>                          | <b>Περιεκτικότητα<br/>(σε 100 g καρπού)</b> |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Θειαμίνη ( B1 )                          | 0,06 mg                                     |
| Νιασίνη ( B2 )                           | 0,04 mg                                     |
| Ριβοφλαβίνη ( B6 )                       | 0,07 mg                                     |
| Ασκορβικό οξύ ( C )                      | 23 mg                                       |
| <i>Πηγή: Καλτσίκης και Σπάρτσης 1991</i> |                                             |

**Πίνακας 7.3.4: Περιεκτικότητα καρπού τομάτας σε στοιχεία.**

| <b>Στοιχείο</b>                          | <b>Περιεκτικότητα<br/>(σε 100 g καρπού)</b> |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Ασβέστιο                                 | 13 mg                                       |
| Κάλιο                                    | 244 mg                                      |
| Νάτριο                                   | 3 mg                                        |
| Σίδηρος                                  | 0,5 mg                                      |
| Φωσφόρος                                 | 27 mg                                       |
| <i>Πηγή: Καλτσίκης και Σπάρτσης 1991</i> |                                             |

#### 7.4. ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ

Η τομάτα είναι φυτό σχετικά θερμοαπαιτητικό που χρειάζεται 3-4 μήνες από την ημέρα σποράς για να δώσει τον πρώτο ημιώριμο καρπό.

**Θερμοκρασία:** Γενικά οι ιδανικότερες για την ανάπτυξη και τη καρποφορία του φυτού θερμοκρασίες είναι 22-28°C κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά τις νυχτερινές ώρες 15-19°C. Σε θερμοκρασίες κάτω των 13°C η γύρη δε βλασταίνει και το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια τη μη γονιμοποίηση των ανθέων οπότε είναι αναγκαία η χρήση καρποδετικών ορμονών ή μέσων θέρμανσης στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Θερμοκρασίες άνω των 33°C έχουν ως αποτέλεσμα ανθόρροια. Σε νυχτερινή θερμοκρασία άνω των 29°C οι καρποί δε χρωματίζονται καλά, ενώ τα φυτά παγώνουν κάτω από τους 0°C.

Κανονικές θερμοκρασίες για τα φυτά του σπορείου είναι 21°C την ημέρα και 16°C τη νύχτα, ενώ για το φύτευμα των σπόρων θερμοκρασίες γύρω στους 25-30°C είναι οι πλέον ευνοϊκές.

**Σχετική υγρασία:** Σχετική υγρασία του αέρα μικρότερη από 50% και μεγαλύτερη από 85% έχει ως συνέπεια καρπόπτωση και ανθόρροια λόγω κακής γονιμοποίησης. Τα ευνοϊκά επίπεδα σχετικής υγρασίας για τη τομάτα κυμαίνονται από 50-70%.

**Φωτοπερίοδος:** Το φυτό φαίνεται να είναι ουδέτερο ως προς τη φωτοπερίοδο, ενώ έντονος φωτισμός επηρεάζει τη πρωιμότητα παράγωγης καθώς ευνοεί τη πρόιμη εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας.

**Εδαφος:** Η τομάτα γενικά ευδοκμεί σε όλους τους τύπους εδαφών, όμως τα πλέον ιδανικά για τη καλλιέργειά της είναι τα ελαφρά έως μέσης σύστασης εδάφη που στραγγίζουν καλά, είναι διαπερατά και πλούσια σε οργανική ουσία. Τα βαριά εδάφη προτιμώνται για πλούσια σοδειά, σε βάρος όμως της πρωιμότητας. Τα ελαφρά αμμώδη εδάφη είναι μεν άριστα για τις πρώτες καλλιέργειες, χρειάζονται όμως άφθονη οργανική λίπανση και άρδευση έτσι ώστε να αποδώσουν καλύτερα. Τέλος τα αργιλώδη συνεκτικά εδάφη είναι πλουσιότερα των αμμωδών σε θρεπτικά στοιχεία, ωστόσο συγκρατούν περίσσεια υγρασίας η οποία με κακούς χειρισμούς καθίσταται επιβλαβής για τα φυτά.

Το φυτό της τομάτας ευδοκμεί σε εδάφη με pH από 5.5-7.0 (ουδέτερης έως ελαφρά όξινης αντίδρασης).

## 7.5. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Ζημιές στις καλλιέργειες τομάτας προξενούνται από ασθένειες που έχουν ως αιτίες διάφορα κρυπτογαμικά παράσιτα, από ιούς καθώς και από ζωικά παράσιτα.

Οι εχθροί και οι ασθένειες ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

**Νηματοώδεις σκώληκες (*Heteroptera* sp.):** Είναι λευκοί μικροσκοπικοί σκώληκες που προσβάλλουν τις ρίζες και προκαλούν σχηματισμό φυματίων-κονδυλωμάτων με συνέπεια την απόκτηση καχεκτικών φυτών.

**Έντομα και ακάρεα:** Πάνω από 100 είδη εντόμων προσβάλλουν τη τομάτα. Από αυτά τα κυριότερα είναι:

**Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*).** Μικρό ημίπτερο μυζιτικό επί των φύλλων. Προσβάλλει κυρίως καλλιέργειες θερμοκηπίων.

**Αφίδες (*Aphis* sp.).** Μυζούν τους χυμούς των φύλλων και αποτελούν φορείς ιών.

**Θρίπες (*Trips tabaci*, *Heliothrips haemorrhoidalis*).** Προκαλούν πολύ σημαντικές φθορές στα φύλλα, απομυζώντας τα και επιπλέον αποτελούν φορείς ιών.

**Έντομα του εδάφους (*Gryllotalpa*, *Agrotis*, *Melolontha*, *Agriotes*).** Προκαλούν τεράστιες ζημιές στο υπόγειο τμήμα των φυτών αλλά και στα νεαρά σπορεία και τον αγρό όπου κατατρώγουν κυρίως το στέλεχος κοντά στο λαιμό.

**Σκώληκες του καρπού (*Heliothis* sp., *Sporoptera littoralis*).** Προσβάλλουν τους καρπούς και τα φύλλα κατατρώγοντας τα και ανοίγοντας στοές ειδικά στους καρπούς.

**Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*).** Ακάρι που απομυζεί τους χυμούς των φύλλων εγκαθιστάμενο στη κάτω επιφάνειά τους.

**Φυλλορύκτες (*Liriomyza solani*, *L. bryoniae*).** Προσβάλλουν τα φύλλα τα οποία και τα υπονομεύουν ανοίγοντας τρύπες στο μεσόφυλλο.

**Μυκητολογικές ασθένειες:** Οι σημαντικότερες από αυτές είναι:

**Αδρομυκώσεις (Τραχειομυκώσεις),** οι οποίες οφείλονται στα παθογόνα (*Verticillium dahlia* και *Fusarium oxysporum* var. *lycopersici*). Οι δυο αυτές μυκητολογικές ασθένειες είναι γνωστές ως Βερτιτισιλίωση και Φουζαρίωση. Τα προσβεβλημένα φυτά μαραίνονται και ξηραίνονται γιατί φράσσουν τα αγγεία του ξύλου.

**Αλτερναρίωση,** προκαλείται από το μύκητα *Alternaria solani*. Επί των φύλλων εμφανίζονται κηλίδες με ομόκεντρους δακτυλίους σκοτεινού χρώματος.

**Βοτρυτής (*Botrytis cinerea*),** μύκητας που προκαλεί φαιά σήψη στα φυτικά μέρη.

**Κλαδοσπορίωση**, προκαλείται από το μύκητα *Cladosporium fulvium* και δημιουργεί από σκοτεινές κηλίδες στα φύλλα μέχρι και σοβαρή αποφύλλωση.

**Περονόσπορος**, οφείλεται στο μύκητα *Phytophthora infestans* και αποτελεί τη πλέον καταστροφική ασθένεια για το φυτό της τομάτας. Προκαλεί σχηματισμό μεγεθυνόμενων κηλίδων στα φύλλα και στους καρπούς.

**Σκληρωτινίαση**, προέρχεται από το μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* και προσβάλλει κυρίως το λαιμό των φυτών.

**Τήξεις σπορίων**, προσβάλλουν βλασταίνοντες σπόροι και νεαρά φυτά. Μύκητες που τις προκαλούν είναι οι *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*.

**Ωίδιο**, οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe polygoni* και προσβάλλει φύλλα και βλαστούς.

**Βακτηριακές ασθένειες:** Βακτήρια προκαλούν μεταχρωματισμούς και κηλιδώσεις στους καρπούς και σχηματισμούς ελκών και καρκινωμάτων επί των φύλλων και των βλαστών. Οι κυριότερες βακτηριακές ασθένειες είναι:

**Βακτηριακή μάρανση τομάτας** που οφείλεται στο *Pseudomonas solanacearum*.

**Βακτηριακή σήψη στελέχους και εντεριώνης** η οποία προκαλείται από το βακτήριο *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*.

**Βακτηριακή νέκρωση της εντεριώνης** που ως παθογόνος αιτία της αναφέρονται τα βακτήρια *Pseudomonas corrugata*, *P. cichori*.

**Βακτηριακό έλκος** που προέρχεται από το βακτήριο *Corynebacterium michiganense*.

**Ιώσεις:** Οι ιοί προκαλούν διαφόρων μορφών συμπτώματα. Εκδηλώνονται ως **μωσαϊκό** στα φύλλα, ως **καρουλιάσματα** και **νεκρώσεις** των φύλλων, προκαλώντας νανισμό των φυτών κ.α.

Οι κυριότεροι ιοί που προσβάλλουν το φυτό της τομάτας είναι:

**T.M.V**, Ιός του μωσαϊκού της τομάτας.

**C.M.V**, Ιός του μωσαϊκού του αγγουριού.

**P.M.V**, Ιός του μωσαϊκού της πατάτας.

**T.Y.L.M.V**, Ιός του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

#### 1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

##### 1.1. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά υποστρώματα καλλιέργειας τα οποία προέρχονταν από κομποστοποιημένα γεωργικά υπολείμματα. Αυτά ήταν τα εξής:

**Υπόστρωμα 1<sup>ο</sup> (C1):** Μίγμα στέμφυλων και πυρηνόξυλου, σε αναλογία 1:1 επί του ξηρού βάρους.

**Υπόστρωμα 2<sup>ο</sup> (C2):** Μίγμα ελαιοφυλλων και κατσίγαρου (λιόζουμου), σε αναλογία 1:1 κατ'όγκο.

**Υπόστρωμα 3<sup>ο</sup> (C3):** Εξαντλημένο υπόστρωμα από καλλιέργεια μανιταριών Agaricus.

**Πίνακας 1.1.1:** Επεμβάσεις οργανικών υποστρωμάτων (C) και μαρτύρων (M) βάσει των επιπέδων εφαρμογής τους στο έδαφος

| A/a | Κωδικός Επέμβασης | Είδος compost ή λιπάσματος       | Περιεκτικότητα ριζόσφαιρας σε compost (v/v) | Όγκος compost (l/φυτό) |
|-----|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 1   | C1-2.5            | Στέμφυλα + Πυρηνόξυλο            | 5%                                          | 2.5                    |
| 2   | C1-5              | Στέμφυλα + Πυρηνόξυλο            | 10%                                         | 5.0                    |
| 3   | C1-10             | Στέμφυλα + Πυρηνόξυλο            | 20%                                         | 10.0                   |
| 4   | C2-2.5            | Ελαιοφύλλα + Κατσίγαρος          | 5%                                          | 2.5                    |
| 5   | C2-5              | Ελαιοφύλλα + Κατσίγαρος          | 10%                                         | 5.0                    |
| 6   | C2-10             | Ελαιοφύλλα + Κατσίγαρος          | 20%                                         | 10.0                   |
| 7   | C3-2,5            | Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών | 5%                                          | 2.5                    |
| 8   | C3-5              | Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών | 10%                                         | 5.0                    |
| 9   | C3-10             | Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών | 20%                                         | 10.0                   |
| 10  | M-NPK             | Λίπανση (11-15-15) 200 g/φυτό    |                                             |                        |
| 11  | M                 | Μάρτυρας                         |                                             |                        |

Τα υποστρώματα ήταν κομποστοποιημένα παραπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών επεξεργασίας ελαιοκάρπου και σταφυλιών της Μεσσηνίας και μονάδας παραγωγής εδώδιμων μανιταριών *Agaricus* της Εύβοιας. Η περιεκτικότητα σε N, P και K των συγκεκριμένων υποστρωμάτων, στη φυσική κατάσταση που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται στον Πίνακα 1.1.2.

**Πίνακας 1.1.2:** Ειδικό βάρος και περιεκτικότητα w/v των οργανικών υποστρωμάτων σε ολικό N, P και K.

| Οργανικά υποστρώματα             | Ειδικό βάρος<br>επί ξηρού<br>(kg/l) | N<br>(g/l) | P<br>(g/l) | K<br>(g/l) |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|------------|
| Στέμφυλα + πυρηνόξυλο            | 0,590                               | 13,92      | 0,98       | 8,27       |
| Ελαιόφυλλα + κατσίγαρος          | 0,475                               | 13,97      | 1,47       | 10,40      |
| Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών | 0,318                               | 8,20       | 2,60       | 4,95       |

## 1.2. ΑΓΡΟΣ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το πείραμα έλαβε χώρα σε ακάλυπτο θερμοκήπιο στις εγκαταστάσεις του **Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας** (Ινστιτούτο Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας) σε έδαφος μέσης σύστασης (αμμώδης αργιλλοπηλός) και μέτριας γονιμότητας με ολικό N 0,14%, P<sub>οlsen</sub> 23,5 ppm και ανταλλάξιμο K 219 ppm, με pH 7,4, ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C) 2,66 μS/cm, ολικό CaCO<sub>3</sub> 14,2% και οργανική ουσία 1,8%.

Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με 7 επαναλήψεις και 11 επεμβάσεις εννέα εκ των οποίων προέκυψαν από ποσότητες τριών επιπέδων 2,5 l/φυτό, 5 l/φυτό και 10 l/φυτό σε κάθε ένα από τα τρία διαφορετικά υποστρώματα, ενώ οι άλλες δύο αφορούσαν ένα μάρτυρα με πλήρη ανόργανη λίπανση και έναν χωρίς λίπανση (**Πίνακας 1.1.1**).

Το τμήμα του αγρού στο οποίο πραγματοποιήθηκε η πειραματική καλλιέργεια είχε μήκος 24,7 και πλάτος 16,9 μέτρα.

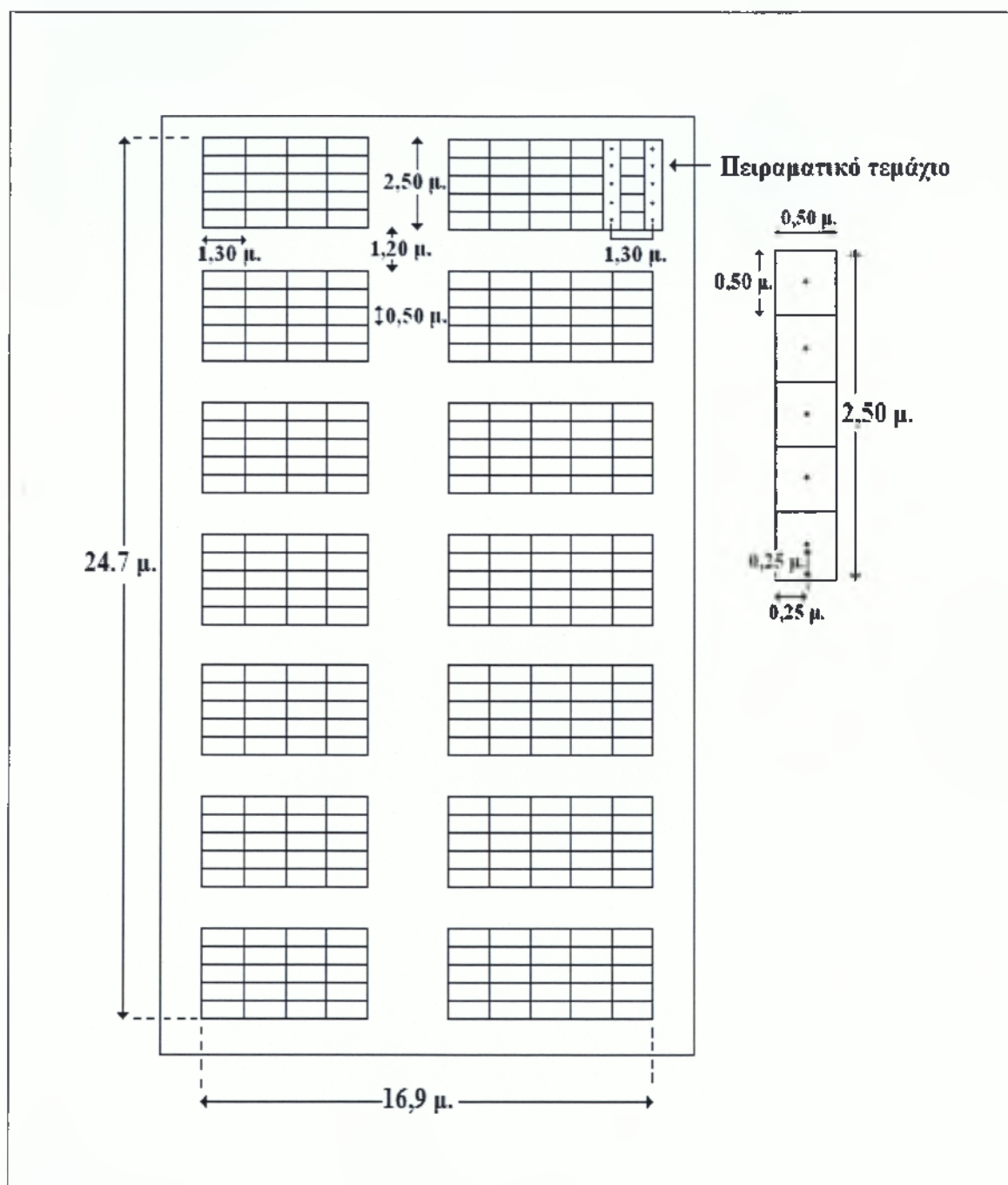
Το κάθε πειραματικό τεμάχιο (επί συνόλου 77, όπως φαίνεται και στα **Σχήματα 1.2.1 και 1.2.2**) είχε μήκος 2,5 μέτρα και περιλάμβανε 5 θέσεις φυτών με αποστάσεις φύτευσης 50 εκατοστά επί των γραμμών, ενώ η απόσταση μεταξύ των σειρών φύτευσης δύο διαδοχικών πειραματικών τεμαχίων ήταν 1,3 μέτρα.



**Εικόνα 1:** Άποψη αγρού με χωροθετημένα τα πειραματικά τεμάχια.

Ο όγκος του εδάφους στη ριζόσφαιρα κάθε φυτού (**Σχήμα 1.2.3**) εκτιμήθηκε κατά προσέγγιση βάσει του τρόπου ενσωμάτωσης (κατά θέσεις) των υποστρωμάτων και του ανόργανου λιπάσματος στο έδαφος καθώς και του τρόπου εφαρμογής του ποτίσματος (στάγδην άρδευση).

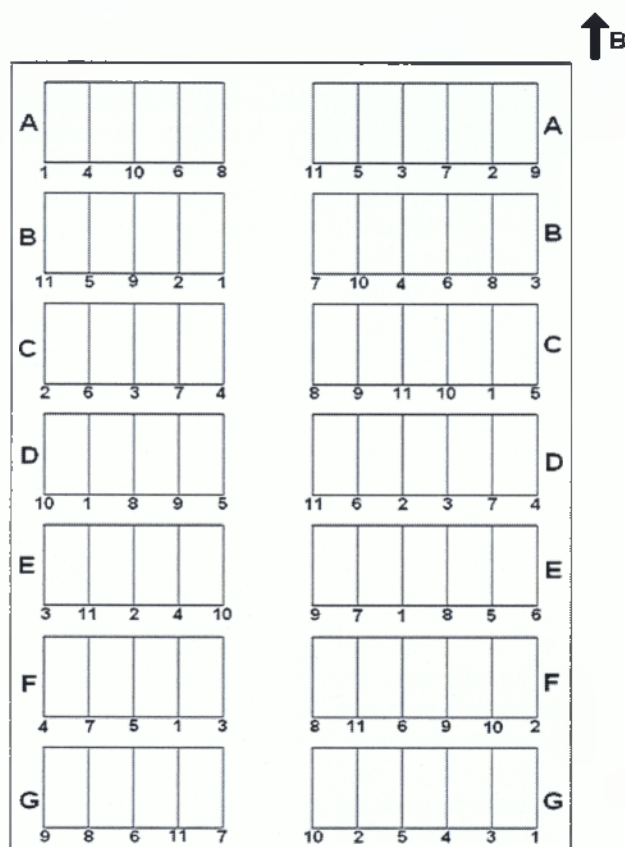
**Σχέδιο 1.2.1:** Κάτοψη αγρού και μεμονωμένου πειραματικού τεμαχίου με τις αποστάσεις σε μέτρα.



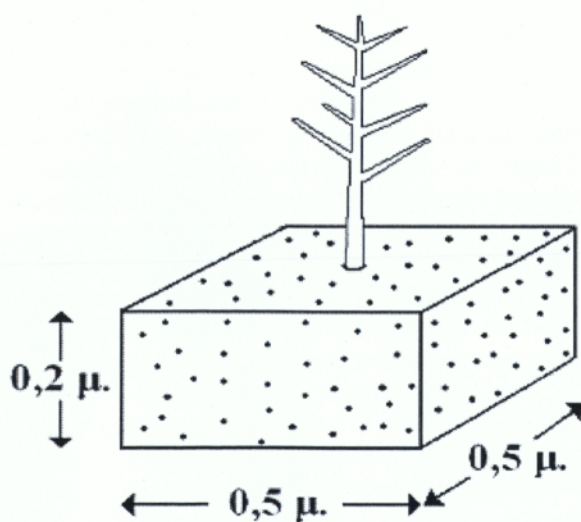
**Σχέδιο 1.2.2:** Κάτοψη αγρού με επισημασμένα τα πειραματικά τεμάχια.

Επεμβάσεις: 11 (1-11)

Επαναλήψεις: 7 (A-G Ομάδες-blocks)



**Σχέδιο 1.2.3:** Όγκος εδάφους ριζόσφαιρας ανά φυτό, κατά προσέγγιση.



### 1.3 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για τη πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά (τα οποία και αναφέρονται με τη χρονολογική σειρά χρησιμοποίησής τους):

- Πλαστικά δοχεία σποράς
- Ξηραντήριο (ειδικός ηλεκτρικός φούρνος)
- Ατομικά γλαστράκια (jiffy-pots) των 180 ml.
- Ποτιστήρια.
- Πάγκος με σύστημα υδρονέφωσης σε κλειστό θερμοκήπιο.
- Φτυάρια και αξίνες.
- Κόσκινο με οπές διαμέτρου 8 χιλιοστών.
- Ογκομετρημένοι κουβάδες.
- Χειροκίνητο τρακτέρ με φρέζα.
- Αρδευτικό δίκτυο αποτελούμενο από υποβρύχια αντλία 4 HP (σε πηγάδι), σωλήνες Φ32,Φ16,Φ6 από P.V.C και σταλάκτες παροχής περίπου τεσσάρων λίτρων νερού ανά ώρα.
- Μεταλλικοί πάσσαλοι σηματοδότησης.
- Διχαλωτά σκαλιστήρια.
- Κλαδευτήρια.
- Πλαστικός σπάγκος.
- Ηλεκτρονική ζυγαριά με ακρίβεια 1/10 του γραμμαρίου.
- Δικτυωτοί πλαστικοί σάκοι.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### 2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

#### Στρωμάτωση σπόρων

Το πείραμα ξεκίνησε την **1η Ιουνίου** 2004. Την ημέρα εκείνη στρωματώθηκαν οι σπόροι της ποικιλίας τομάτας Ace 55 VF σε πλαστικά δοχεία (δισκάκια) σποράς.

Το υπόστρωμα που έγινε η στρωμάτωση των σπόρων περιείχε μίγμα compost-περλίτη σε αναλογία 3:1. Έγινε χρήση τυρφοκομπόστ παρασκευασμένου από συνδυασμό λευκής και πηγμένης μαύρης τύρφης.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του τυρφοκομπόστ δίδονται στο παρακάτω πίνακα:

| Χαρακτηριστικά τυρφοκομπόστ | Τιμές                     |
|-----------------------------|---------------------------|
| Ηλεκτρική Αγωγιμότητα       | 60 $\mu\text{S}/\text{m}$ |
| pH                          | 5,5-6,5                   |
| Αναλογία N:P:K              | 14:16:18                  |

Τα δοχεία σποράς παρέμειναν έως τις **3 Ιουνίου** σε σκιαζόμενο κλειστό χώρο οπότε παρατηρήθηκε βλάστηση μεγάλου αριθμού σπόρων και εν συνεχεία έγινε μεταφορά τους σε σπορείο εντός αεριζόμενου θερμοκηπίου.

#### Καλλιεργητικές εργασίες στο σπορείο

Τα δοχεία σποράς τοποθετήθηκαν σε σκιερό μέρος σε πάγκους υδρονέφωσης. Μέχρι τις **8 Ιουνίου** ποτίζονταν 2-3 φορές την ημέρα, λόγω υψηλών θερμοκρασιών του περιβάλλοντος. Το μεσημέρι της ημέρας αυτής διακόπηκαν τα ποτίσματα προκειμένου τα σπορόφυτα να σκληραγωγηθούν για τη μεταφύτευση της επόμενης ημέρας σε ατομικά γλαστράκια (jiffy-pots).

Στις **9 Ιουνίου** πραγματοποιήθηκε η μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια που είχαν ετοιμαστεί από την προηγούμενη ημέρα. Ετοιμάστηκαν συνολικά 600 γλαστράκια (μαλακού πλαστικού) που το καθένα είχε χωρητικότητα 180 ml. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ίδιο με αυτό των δοχείων σποράς.



**Εικόνα 2:** Φυτάρια τομάτας σε ατομικά γλαστράκια σε πάγκο υδρονέφωσης.

### **Προετοιμασίες μεταφύτευσης φυταρίων στον αγρό**

Μέχρι την **1η Ιουλίου** τα σπορόφυτα παρέμειναν στο πάγκο με το σύστημα υδρονέφωσης. Την ημέρα εκείνη πραγματοποιήθηκε το τελευταίο πότισμα τους πριν την οριστική τους μεταφύτευση στον αγρό. Πραγματοποιήθηκε άρδευση για να διατηρηθεί ανέπαφη η μπάλα χώματος και να μην προκληθούν σημαντικές ζημιές στο ριζικό σύστημα του σπορόφυτου λόγω χαλάρωσης του υποστρώματος. Η όλη διαδικασία του τελευταίου ποτίσματος έλαβε χώρα αργά το απόγευμα προκειμένου η μπάλα του υποστρώματος να παραμείνει υγρή και συμπαγής μέχρι το επόμενο πρωί που έγινε η μεταφύτευση.

Η επιλογή των φυταρίων που θα μεταφυτεύονταν έγινε με βάση τα εξής κριτήρια:

- Τα φυτά έπρεπε να είναι απαλλαγμένα από ασθένειες και εχθρούς, εύρωστα και με πλούσιο ριζικό σύστημα.
- Να έχουν αναπτύξει 6-8 πραγματικά φύλλα σκούρου πράσινου χρώματος σε πυκνή διάταξη επί του βλαστού.
- Το πλάτος του φυλλώματος να είναι ίσο ή ελαφρώς μεγαλύτερο του ύψους των φυταρίων.
- Να μην έχει πραγματοποιηθεί άνθιση.

Με τα παραπάνω κριτήρια επιλέχθηκαν τα 385 κύρια + 77 αναπληρωματικά (ένα ανά πειραματικό τεμάχιο) φυτάρια που θα μεταφυτεύονταν στον αγρό από το σύνολο των 600 που υπήρχαν στους πάγκους.



**Εικόνα 3:** Φυτόριο κατάλληλο για μεταφύτευση.

Την ίδια ημέρα έγινε η ενσωμάτωση στο έδαφος με διπλό φρεζάρισμα σε βάθος 20-25 εκατοστών πάνω στις γραμμές των φυτών, των οργανικών υποστρώματων και του ανόργανου λιπάσματος στις ποσότητες ή αναλογίες που είχαν καθοριστεί (**Πίνακας 1.2**). Προηγήθηκε η μεταφορά μέσα σε κουβάδες, οι οποίοι προηγουμένως είχαν ογκομετρηθεί, των οργανικών υποστρώματων και του ανόργανου λιπάσματος στα πειραματικά τεμάχια.



**Εικόνα 4:** Ενσωμάτωση οργανικών υποστρωμάτων και ανόργανου λιπάσματος στα πειραματικά τεμάχια.

### **Μεταφύτευση στον αγρό**

Νωρίς το πρωί της **2ας Ιουλίου** πραγματοποιήθηκε η μεταφύτευση. Για το λόγο αυτό την προηγούμενη ημέρα είχαν ανοιχθεί μικροί λάκκοι βάθους 10-15 και διαμέτρου 15-20 εκατοστών αντίστοιχα στα καθορισμένα σημεία του αγρού με χρήση διχαλώτων σκαλιστηριών και αφού είχαν αρδευτεί οι θέσεις αυτές ώστε το χώμα να είναι στο ρόγο του. Επίσης είχαν μετακινηθεί προσεκτικά οι αρδευτικοί σωλήνες τύπου Φ16 (με ενσωματωμένους σταλάκτες) από τις θέσεις τους, αφού πρώτα χρησίμευσαν στην άρδευση αυτών για να διευκολυνθεί η όλη διαδικασία.

Η απόσπαση των φυταρίων με τη μπάλα χώματος από τα ατομικά γλαστράκια όπως και η τοποθέτησή τους στους λάκκους έγινε προσεκτικά ώστε να μη θρυμματιστεί αυτή με καταστροφικές συνέπειες για το ριζικό σύστημα του φυταρίου. Το βάθος φύτευσης ήταν τέτοιο ώστε να μη σκεπαστεί ο βλαστός του φυταρίου με χώμα.

Με την ολοκλήρωση της μεταφύτευσης ακολούθησε άφθονο πότισμα αφού πρώτα επανατοποθετήθηκαν οι αρδευτικοί σωλήνες τύπου Φ16 ώστε με το πότισμα να έλθει σε πλήρη επαφή η μπάλα του υποστρώματος με το έδαφος του αγρού καθώς επίσης και για να ανταπεξέλθουν το "μεταφυτευτικό σοκ" τα φυτάρια. Η ποσότητα άρδευσης καθορίστηκε αρχικά σε 1 λίτρο καθαρό νερό/φυτό ημερησίως, ενώ αργότερα η ποσότητα και η συχνότητα καθορίζονταν από τις ανάγκες των φυτών.

### **Καλλιεργητικές φροντίδες στον αγρό**

Ο πρώτος καθαρισμός των θέσεων των φυτών από ζιζάνια που έκαναν την εμφάνισή τους πραγματοποιήθηκε στις **15 και 16 Ιουλίου**. Ο καθαρισμός έγινε με το χέρι και καταβλήθηκε προσπάθεια για αφαίρεση των ζιζανίων μαζί με το ριζικό τους σύστημα. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό προηγήθηκε πότισμα πριν τις εργασίες εκρίζωσης των ζιζανίων.

Στις **17 Ιουλίου** παρατηρήθηκε το άνοιγμα των πρώτων ανθέων στα φυτά της καλλιέργειας.

Από τις **28 Ιουλίου** άρχισαν οι εργασίες για την υποστύλωση των φυτών με χρήση πλαστικού σπάγκου. Η μια άκρη του σπάγκου δέθηκε με θηλειά στα οριζόντια σύρματα που βρίσκονταν παράλληλα με τις γραμμές φύτευσης σε ύψος 2 μέτρων περίπου από το έδαφος, ενώ η άλλη άκρη δέθηκε στη βάση του βλαστού των φυτών με θηλεία σταθερής διαμέτρου, αρκετά μεγαλύτερης από τη διάμετρο του νεαρού βλαστού, ώστε να επιτρέπει ανεμπόδιστα την κατά πάχος αύξηση του. Ο βλαστός αναπτυσσόμενος περιελισσόταν με τα χέρια γύρω από το σπάγκο ο οποίος χαλαρωνόταν από τη θηλειά στο σύρμα όταν τεντωνόταν υπερβολικά.

Οι εργασίες καθαρισμού των θέσεων φύτευσης από ζιζάνια επαναλήφθηκαν στις **30 και 31 Ιουλίου** επίσης καθαρίστηκαν και οι διάδρομοι μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων με χρήση σκαλιστηριών.

Στις **9 Αυγούστου** επαναλήφθηκε η διαδικασία καθαρισμού από ζιζάνια των πειραματικών τεμαχίων και διαδρόμων. Την επόμενη ημέρα (**10 Αυγούστου**) έγινε αλλαγή της καθημερινής δόσης άρδευσης σε 1,5 λίτρο ανά φυτό από 1 λίτρο ανά φυτό που ίσχυε μέχρι τότε.

Στις **11 Αυγούστου** έλαβαν χώρα εργασίες υποστύλωσης σε όποια φυτά αυτό κρίθηκε απαραίτητο με χαλάρωμα του σπάγκου, περιέλιξη γύρω από το βλαστό και δέσιμο του σπάγκου ξανά στο σύρμα.

Ένας ακόμη καθαρισμός πειραματικών τεμαχίων και διαδρόμων μεταξύ αυτών έγινε στις **19 Αυγούστου**.

### **Συγκομιδές καρπών**

Την 1η Σεπτεμβρίου πραγματοποιήθηκε η πρώτη **συγκομιδή** καρπών από τα φυτά της τομάτας. Συγκομίστηκαν όλοι οι ημιώριμοι καρποί (εμπορικό στάδιο ωρίμανσης) από κάθε πειραματικό τεμάχιο και ακολούθως ζυγίστηκαν σε ηλεκτρονική ζυγαριά ανά πειραματικό τεμάχιο. Με βάση το νωπό τους βάρος οι καρποί καταταχθήκαν στις τρεις παρακάτω κατηγορίες:

**Κατηγορία Α:** Όλοι οι καρποί με βάρος μεγαλύτερο των 110 γραμμαρίων ανά καρπό.

**Κατηγορία Β:** Όλοι οι καρποί με βάρος μεταξύ 60 και 109 γραμμαρίων ανά καρπό.

**Κατηγορία Γ:** Όλοι οι καρποί με βάρος μέχρι 59 γραμμαρίων ανά καρπό.

Οι καρποί των κατηγοριών Α+Β (καρποί με νωπό βάρος  $\geq 60$  γραμμάρια) χαρακτηρίστηκαν ως **εμπορεύσιμοι**, ενώ αυτοί της κατηγορίας Γ ως **μη εμπορεύσιμοι**.

Η ζύγιση και καταγραφή του αριθμού των συγκομιζομένων καρπών ανά πειραματικό τεμάχιο, αφορούσε τον προσδιορισμό των εξής παραμέτρων:

1. Το συνολικό νωπό βάρος εμπορεύσιμων καρπών ( Α ποιότητας ).
2. Το συνολικό νωπό βάρος εμπορεύσιμων καρπών ( Β ποιότητας ).
3. Το συνολικό νωπό βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών ( Γ ποιότητας ).
4. Τον αριθμό εμπορεύσιμων νωπών καρπών ( Α ποιότητας ).
5. Τον αριθμό εμπορεύσιμων νωπών καρπών ( Β ποιότητας ).

Από τα δεδομένα των παραμέτρων 1 και 2 προκύπτει το μέσο συνολικό νωπό βάρος εμπορεύσιμων καρπών ανά επέμβαση, από τα δεδομένα 1, 2 και 3 προκύπτει το μέσο συνολικό νωπό βάρος των καρπών ανά επέμβαση, ενώ από τα δεδομένα 4 και 5 προκύπτει ο μέσος συνολικός αριθμός εμπορεύσιμων καρπών ανά επέμβαση.



**Εικόνα 5:** Εξέλιξη καλλιέργειας στις 3/9/2004.

Στις **2 και 3 Σεπτεμβρίου** εκτελέστηκαν συμπληρωματικές εργασίες υποστύλωσης των φυτών και καθαρίστηκαν από ζιζάνια οι θέσεις αυτών.

Την **6η Σεπτεμβρίου** έγινε η δεύτερη συγκομιδή ημιώριμων καρπών από τα φυτά και ακολούθησε ζύγιση και καταγραφή των αποτελεσμάτων.

Στις **9 Σεπτεμβρίου** έλαβε χώρα η τρίτη συγκομιδή καθώς και εργασίες ζύγισης και καταγραφής των αποτελεσμάτων και ακολούθως στις **10 και 11** του μηνός έγινε καθαρισμός από ζιζάνια.

Στις **16 Σεπτεμβρίου** πραγματοποιήθηκε η τέταρτη συγκομιδή και την επόμενη ημέρα (**17 Σεπτεμβρίου**) έγιναν εργασίες υποστύλωσης σε όσα φυτά αυτό κρίθηκε απαραίτητο.

Η πέμπτη συγκομιδή έγινε στις **24 Σεπτεμβρίου** και ακολούθησε καθαρισμός των θέσεων των φυτών και των διαδρόμων από ζιζάνια την επομένη. Η έκτη συγκομιδή ημιώριμων καρπών πραγματοποιήθηκε στις **30** του ιδίου μήνα. Εργασίες καθαρισμού και υποστύλωσης των φυτών διεξήχθησαν την **1η Οκτωβρίου**.

Η έβδομη συγκομιδή έγινε στις **6 Οκτωβρίου** και ακολούθησε στις **13** του ιδίου μήνα η όγδοη, ενώ εργασίες καθαρισμού και υποστύλωσης των φυτών πραγματοποιήθηκαν στις **14 και 15 Οκτωβρίου**.

Η ένατη συγκομιδή έγινε την **21η Οκτωβρίου**, ακολούθησε η δέκατη στις **2 Νοεμβρίου** και στις **9 Νοεμβρίου** έλαβε χώρα η ενδέκατη και τελευταία συγκομιδή κατά την οποία έγινε συλλογή όλων των καρπών, ακόμη και άγουρων ή και υποβαθμισμένης ποιότητας.

### Διαδικασίες μετά το τέλος της καλλιέργειας

Με το πέρας της καλλιέργειας άρχισε η διαδικασία για τη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών (φύλλα και στελέχη) ανά πειραματικό τεμάχιο, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα και για το βαθμό ανάπτυξης των φυτών που είναι συνάρτηση της φυτικής μάζας.

Την επόμενη μέρα από την τελευταία συγκομιδή των καρπών όλα τα φυτά του αγρού που διεξήχθει τα πείραμα κόπηκαν προσεκτικά από τη βάση του βλαστού τους με χρήση κλαδευτηριού. Μεταφέρθηκαν στη συνέχεια ανά πειραματικό τεμάχιο σε πάγκους πάνω στους οποίους είχαν στρωθεί πανιά. Η χρησιμοποίηση των πανιών αποσκοπούσε στην ελαχιστοποίηση των απωλειών φυτικών τμημάτων καθώς ακολούθησε τεμαχισμός των φυτών πάλι με χρήση κλαδευτηριού. Στη συνέχεια τα 5 τεμαχισμένα φυτά του κάθε πειραματικού τεμαχίου τοποθετήθηκαν επιμελώς μέσα σε δικτυωτούς πλαστικούς σάκους.

Οι 77 σάκοι μεταφέρθηκαν μέσα σε κλειστό αεριζόμενο θερμοκήπιο όπου και αναρτήθηκαν από οριζόντια σύρματα, ώστε να μη βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος και το περιεχόμενό τους να παραμένει ανεπηρέαστο από την υγρασία αυτού. Η τοποθέτηση των σάκων σε περιβάλλον θερμοκηπίου αποσκοπούσε στην επίσπευση της ξήρανσης των φυτών.

Οι σάκοι παρέμειναν επί χρονικό διάστημα 3 εβδομάδων στο θερμοκήπιο και κατόπιν ζυγίστηκαν τα ξηρανθέντα (ημίξηρα) φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο, ενώ τρία δείγματα εισήχθησαν σε ξηραντήριο στους 80°C για 48 ώρες. Στη συνέχεια τα τρία αυτά δείγματα ζυγίστηκαν και βρέθηκε να έχουν απώλεια βάρους κατά μέσο όρο 8,9 % λόγω περεταίρω απώλειας υγρασίας το οποίο και αφαιρέθηκε από το βάρος των ημίξηρων φυτών των υπολοίπων πειραματικών τεμαχίων για να βρεθεί με ασήμαντο σφάλμα, το ξηρό βάρος των φυτών όλων των πειραματικών τεμαχίων.



**Εικόνα 6:** Διαδικασία ξήρανσης φυτών τομάτας μετά τη λήξη της καλλιέργειας.

**Συνοπτική εξέλιξη του πειράματος:**

| <b>Ιούνιος</b>    |                                                                                                                                                         |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ημερομηνία</b> | <b>Εργασίες πειράματος</b>                                                                                                                              |
| 1/6               | Στρωμάτωση σπόρων σε δοχεία σποράς και είσοδος σε σκιαζόμενο κλειστό χώρο.                                                                              |
| 2/6               | Παραμονή σπόρων στο σκιαζόμενο κλειστό χώρο.                                                                                                            |
| 3/6               | Βλάστηση σπόρων, μεταφορά σε σπορείο.                                                                                                                   |
| 4/6-7/6           | Πότισμα 2-3 φορές τη μέρα με χρήση συστήματος υδρονέφωσης.                                                                                              |
| 8/6               | Διακοπή ποτισμάτων, ετοιμασία 600 jiffy-pots των 180 ml.                                                                                                |
| 9/6               | Μεταφύτευση φυταρίων από δοχεία σποράς σε jiffy-pots.                                                                                                   |
| 10/6              | Παραμονή jiffy-pots σε πάγκους υδρονέφωσης στο σπορείο, 2 ποτίσματα/ημέρα.                                                                              |
| 11-17/6           | Δύο αρδεύσεις την ημέρα (πρωί-μεσημέρι) στο σπορείο.                                                                                                    |
| 18/6              | Δύο αρδεύσεις την ημέρα (πρωί-μεσημέρι) στο σπορείο, χωροθέτηση του αγρού που θα γινόταν η καλλιέργεια.                                                 |
| 19-24/6           | Δύο αρδεύσεις την ημέρα (πρωί-μεσημέρι) στο σπορείο.                                                                                                    |
| 25/6              | Δύο αρδεύσεις την ημέρα (πρωί-μεσημέρι), παραλαβή των 3 compost που θα χρησιμοποιούνταν στο πείραμα, κοσκίνισμα αυτών με κόσκινο διαμέτρου 8 χιλιοστών. |
| 26-30/6           | Δύο αρδεύσεις την ημέρα (πρωί-μεσημέρι) στο σπορείο.                                                                                                    |

| <b>Ιούλιος</b>    |                                                                                                                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ημερομηνία</b> | <b>Εργασίες πειράματος-παρατηρήσεις</b>                                                                                                                |
| 1/7               | Διακοπή ποτισμάτων λόγω επερχόμενης μεταφύτευσης, ενσωμάτωση στον αγρό των compost και του κοκκώδους χημικού λιπάσματος στις καθορισμένες θέσεις τους. |
| 2/7               | Μεταφύτευση φυταρίων στον αγρό.                                                                                                                        |
| 3-14/7            | Άρδευση ένα λίτρο ημερησίως ανά φυτό.                                                                                                                  |
| 15/7 και 16/7     | Άρδευση, βοτάνισμα των θέσεων των φυτών.                                                                                                               |
| 17/7              | Άρδευση, εμφάνιση πρώτων ανθέων στα φυτά.                                                                                                              |
| 18-26/7           | Άρδευση ένα λίτρο ημερησίως ανά φυτό.                                                                                                                  |
| 27 και 28/7       | Άρδευση, εργασίες υποστύλωσης των φυτών.                                                                                                               |

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| 30 και 31/7 | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων των φυτών. |
|-------------|--------------------------------------|

| <b>Αύγουστος</b>  |                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Ημερομηνία</b> | <b>Εργασίες πειράματος-παρατηρήσεις</b>                       |
| 1-9/8             | Άρδευση ένα λίτρο ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 10/8              | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων των φυτών.                          |
| 11/8              | Αλλαγή ποσότητας άρδευσης σε 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.    |
| 12/8              | Άρδευση, εργασίες υποστύλωσης σε όσα φυτά κρίθηκε απαραίτητο. |
| 13-18/8           | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 19/8              | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων των φυτών.                          |
| 20-31/8           | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |

| <b>Σεπτέμβριος</b> |                                                               |
|--------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Ημερομηνία</b>  | <b>Εργασίες πειράματος-παρατηρήσεις</b>                       |
| 1/9                | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων. |
| 2/9                | Άρδευση, εργασίες υποστύλωσης.                                |
| 3/9-5/9            | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων των φυτών.                          |
| 6-9/9              | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων. |
| 10-11/9            | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων των φυτών.                          |
| 12-15/9            | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 16/9               | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων. |
| 17/9               | Άρδευση, εργασίες υποστύλωσης.                                |
| 18-23/9            | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 24/9               | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων. |
| 25/9               | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων των φυτών.                          |
| 26-29/9            | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 30/9               | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων. |

| <b>Οκτώβριος</b>  |                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Ημερομηνία</b> | <b>Εργασίες πειράματος-παρατηρήσεις</b>                       |
| 1/10              | Άρδευση, εργασίες υποστύλωσης φυτών.                          |
| 2/10              | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων φυτών.                              |
| 3-5/10            | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 6/10              | Συγκομιδή ώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων.    |
| 7-12/10           | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 13/10             | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων. |
| 14/10             | Άρδευση, εργασίες υποστύλωσης φυτών.                          |
| 15/10             | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων φυτών.                              |
| 16-20/10          | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |
| 21/10             | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων. |
| 22/10             | Άρδευση, βοτάνισμα θέσεων φυτών.                              |
| 23-31/10          | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                         |

| <b>Νοέμβριος</b>  |                                                                                                                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ημερομηνία</b> | <b>Εργασίες πειράματος-παρατηρήσεις</b>                                                                                                            |
| 2/11              | Συγκομιδή ημιώριμων καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων.                                                                                      |
| 3-8/11            | Άρδευση 1,5 λίτρα ημερησίως ανά φυτό.                                                                                                              |
| 9/11              | Συγκομιδή όλων των καρπών, μέτρηση, καταγραφή αποτελεσμάτων-λήξη καλλιέργειας.                                                                     |
| 10/11             | Αποκοπή φυτών, τεμαχισμός, τοποθέτηση σε δικτυωτούς σάκους ανά πειραματικό τεμάχιο και είσοδος σε ακαλλιέργητο αεριζόμενο θερμοκήπιο προς ξήρανση. |
| 11/11-30/11       | Παραμονή φυτών στο θερμοκήπιο προς ξήρανση.                                                                                                        |

| Δεκέμβριος |                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ημερομηνία | Εργασίες πειράματος-παρατηρήσεις                                                                                                                                                                                             |
| 1/12       | Εξαγωγή ξηρανθέντων φυτών από θερμοκήπιο, μέτρηση ξηρού (ημίξηρου) βάρους και είσοδος στο ξηραντήριο φυτών από τρία δείγματα πειραματικών τεμαχίων για μέτρηση πραγματικού ξηρού βάρους.                                     |
| 3/12       | Εξαγωγή από το ξηραντήριο των φυτών από τα τρία τυχαία δείγματα πειραματικών τεμαχίων, μέτρηση του πραγματικού ξηρού βάρους τους και αναγωγή στα αντίστοιχα ξηρά βάρη των υπολοίπων πειραματικών τεμαχίων. Τέλος πειράματος. |

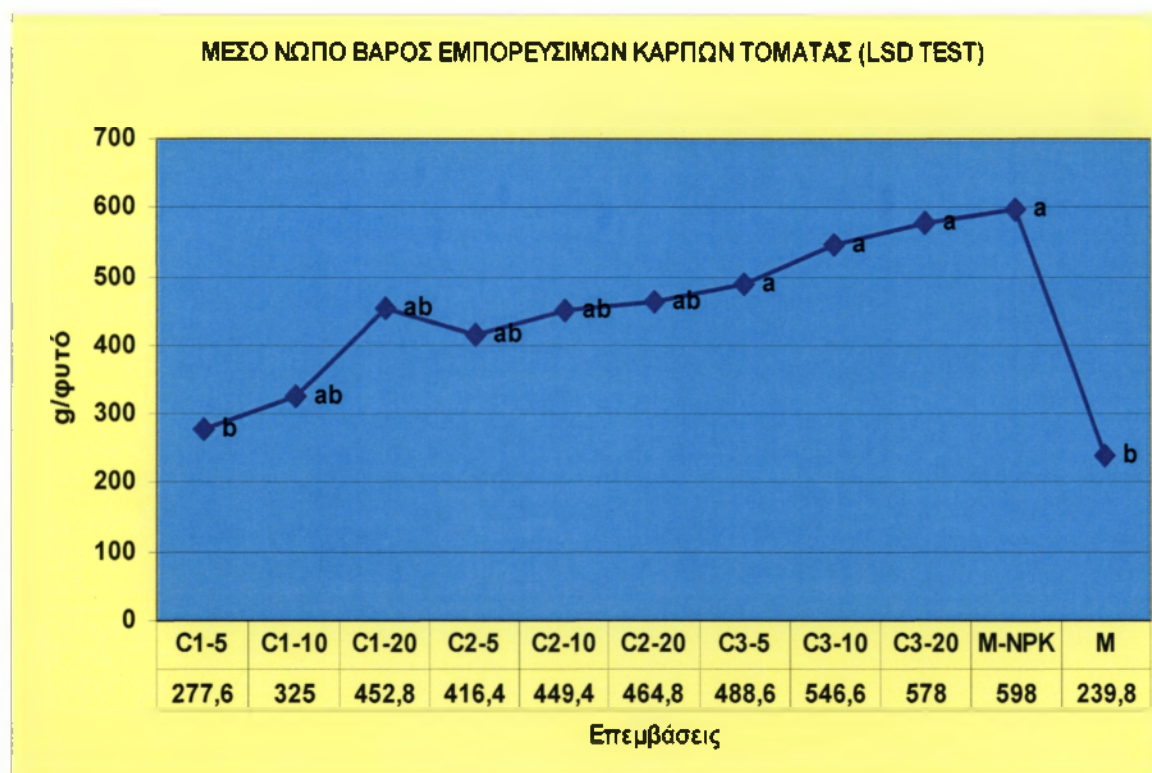
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

#### 3.1 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του πειράματος παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα 1-4.

**Γράφημα 1:** Μέσο νωπό βάρος εμπορεύσιμου (A+B ποιότητας) καρπού τομάτας ποικιλίας Ace 55 VF υπαίθριας καλλιέργειας σε έδαφος εμπλουτισμένο με τα οργανικά υποστρώματα: Στέμφυλα + πυρηνόξυλο (C1), Ελαιόφυλλα + κατσίγαρος (C2) και Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (C3), το καθένα σε τρία επίπεδα 5, 10 και 20% στο έδαφος, καθώς και με πλήρη ανόργανη λίπανση (M-NPK) και μάρτυρα (M). Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα (a, b) διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (LSD test,  $P < 0,05$ ).

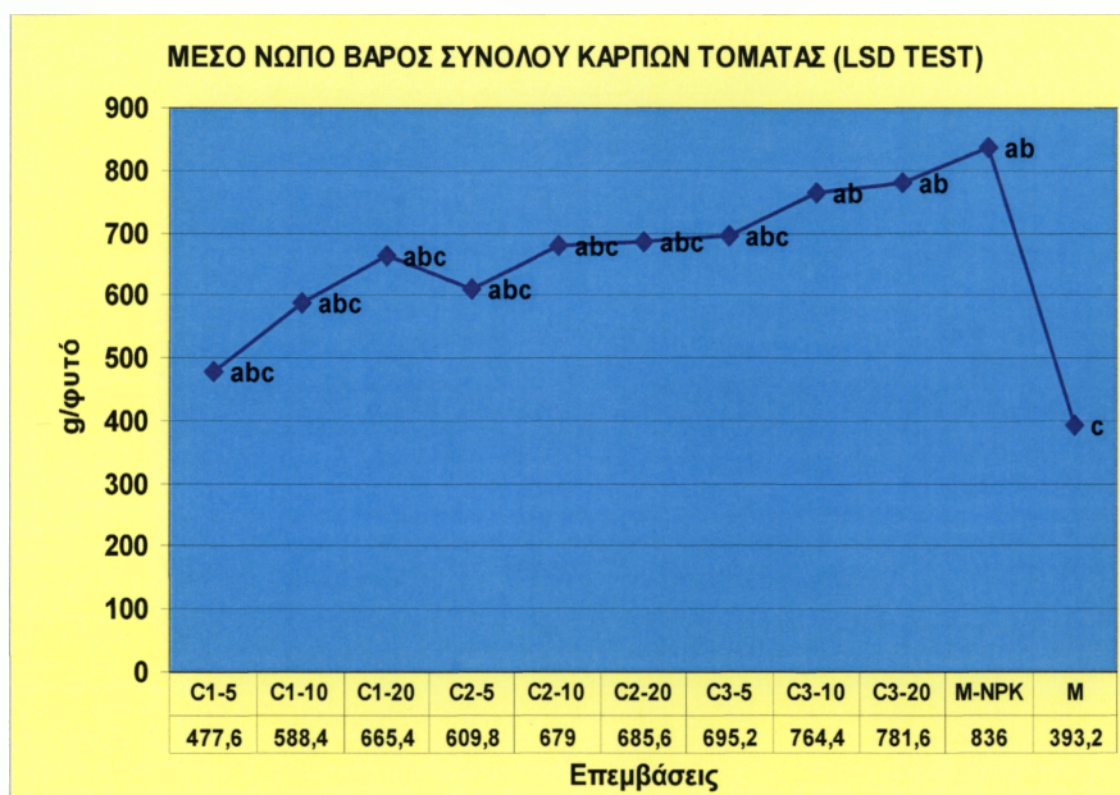


Στο γράφημα 1 φαίνεται ότι η επέμβαση του μάρτυρα πλήρους ανόργανης λίπανσης (M-NPK) είχε τα καλύτερα αποτελέσματα. Ακολούθησε η επέμβαση με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (C3-20) και αμέσως μετά η επέμβαση με την δεύτερη μεγαλύτερη περιεκτικότητα στο υπόστρωμα αυτό (C3-10). Η τρίτη επέμβαση του ίδιου υποστρώματος (C3-5) ακολούθησε και κατόπιν αυτής η

επέμβαση με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μίγμα ελαιόφυλλων-κατσίγαρου (C2-20) και εν συνεχεία η επέμβαση με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μίγμα στέμφυλων-πυρηνόξυλου (C1-20). Οι άλλες δύο επεμβάσεις του υποστρώματος από ελαιόφυλλα-κατσίγαρο (C2-10 και C2-5) έπονται, ενώ οι δύο μικρότερες επεμβάσεις του υποστρώματος στέμφυλων-κατσίγαρου (C1-10 και C1-5) έχουν με αρκετή διαφορά μικρότερες αποδόσεις. Τελευταία επέμβαση με βάση την απόδοση εμπορεύσιμου καρπού είναι αυτή του μάρτυρα χωρίς λίπανση (M).

Με βάση τη στατιστική ανάλυση (LSD test) προκύπτει ότι η απόδοση σε εμπορεύσιμο καρπό υπερείχε σημαντικά έναντι του μάρτυρα χωρίς λίπανση (M) μόνο στις επεμβάσεις των τριών επιπέδων του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (C3-5, C3-10 και C3-20), όπως υπερείχε και ο μάρτυρας της πλήρους ανόργανης λίπανσης (M-NPK).

**Γράφημα 2:** Μέσο νωπό βάρος συνόλου καρπών τομάτας (εμπορεύσιμων και μη) ποικιλίας Ace 55 VF υπαίθριας καλλιέργειας σε έδαφος εμπλουτισμένο με τα οργανικά υποστρώματα: Στέμφυλα + πυρηνόξυλο (C1), Ελαιόφυλλα + κατσίγαρος (C2) και Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (C3), το καθένα σε τρία επίπεδα 5, 10 και 20% στο έδαφος, καθώς και με πλήρη ανόργανη λίπανση (M-NPK) και μάρτυρα (M). Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα (a, b, c) διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (LSD test,  $P < 0,05$ ).

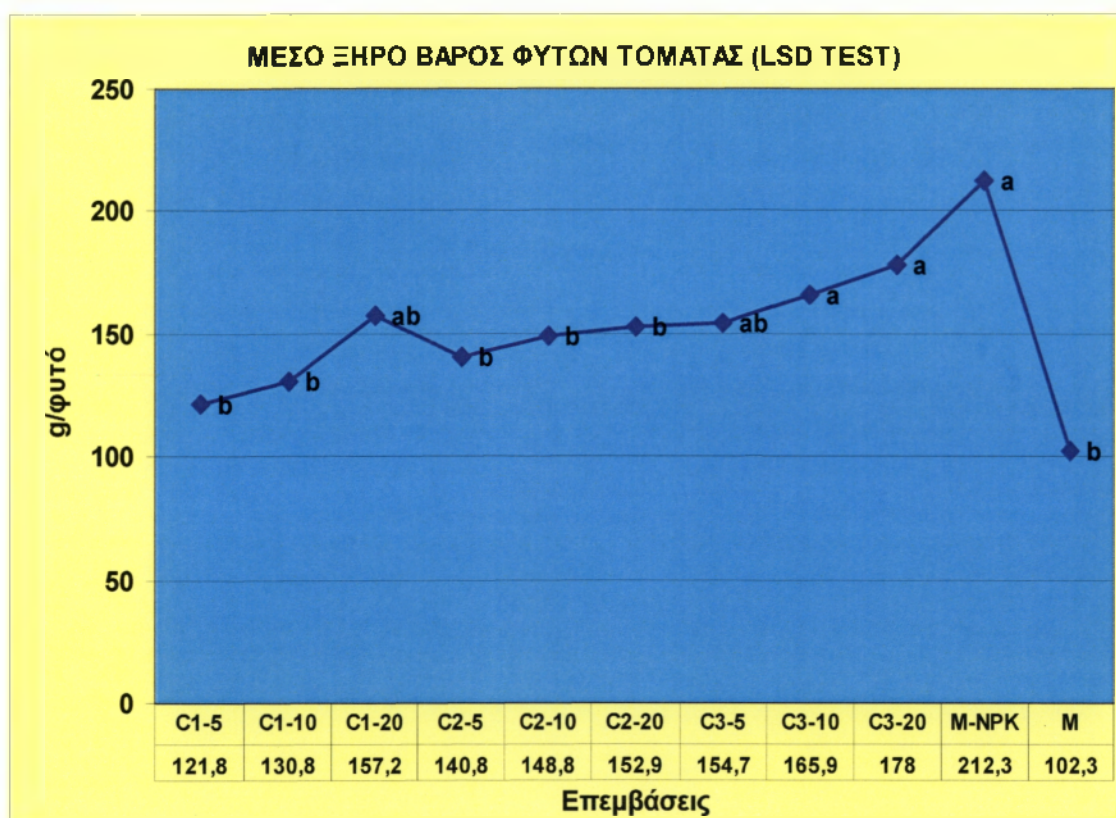


Από το γράφημα 2 προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη απόδοση σε συνολικό νωπό βάρος καρπών παρουσιάζει η επέμβαση του μάρτυρα πλήρους ανόργανης λίπανσης (M-NPK), ακολουθεί η επέμβαση με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (C3-20) και κατόπιν αυτή με την αμέσως μικρότερη περιεκτικότητα του ίδιου υποστρώματος (C3-10). Η τρίτη επέμβαση του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών ακολουθεί (C3-5), ενώ έπονται με μικρή διαφορά μεταξύ τους οι επεμβάσεις με τις δύο μεγαλύτερες περιεκτικότητες στο μίγμα ελαιόφυλλων-κατσίγαρου (C2-20 και C2-10). Ακολουθεί η επέμβαση με την υψηλότερη περιεκτικότητα του μίγματος στέμφυλων-πυρηνόξυλου (C1-20) και μετά με διαφορά ως προς τα παραπάνω αποτελέσματα η επέμβαση με τη μικρότερη περιεκτικότητα σε ελαιόφυλλα-κατσίγαρο (C2-5), οι δύο

μικρότερες σε περιεκτικότητα επεμβάσεις στέμφυλων-πυρηνόξυλου ακολουθούν με διαφορά η μία από την άλλη (**C1-10** και **C1-5**). Τελευταία ως προς την απόδοση με διαφορά από τις υπόλοιπες, εμφανίζεται η επέμβαση του απλού μάρτυρα χωρίς λίπανση (**M**).

Με βάση τη στατιστική ανάλυση (LSD test) προκύπτει ότι η απόδοση σε νωπό βάρος συνόλου καρπών υπερείχε σημαντικά έναντι του μάρτυρα χωρίς λίπανση (**M**) μόνο στις επεμβάσεις των δύο υψηλότερων επιπέδων του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (**C3-10** και **C3-20**), καθώς και στο μάρτυρα της πλήρους ανόργανης λίπανσης (**M-NPK**).

**Γράφημα 3:** Μέσο ξηρό βάρος φυτών τομάτας ποικιλίας Ace 55 VF υπαίθριας καλλιέργειας σε έδαφος εμπλουτισμένο με τα οργανικά υποστρώματα: Στέμφυλα + πυρηνόξυλο (C1), Ελαιόφυλλα + κατσίγαρος (C2) και Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (C3), το καθένα σε τρία επίπεδα 5, 10 και 20% στο έδαφος, καθώς και με πλήρη ανόργανη λίπανση (M-NPK) και μάρτυρα (M). Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα (a, b) διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (LSD test,  $P<0,05$ ).



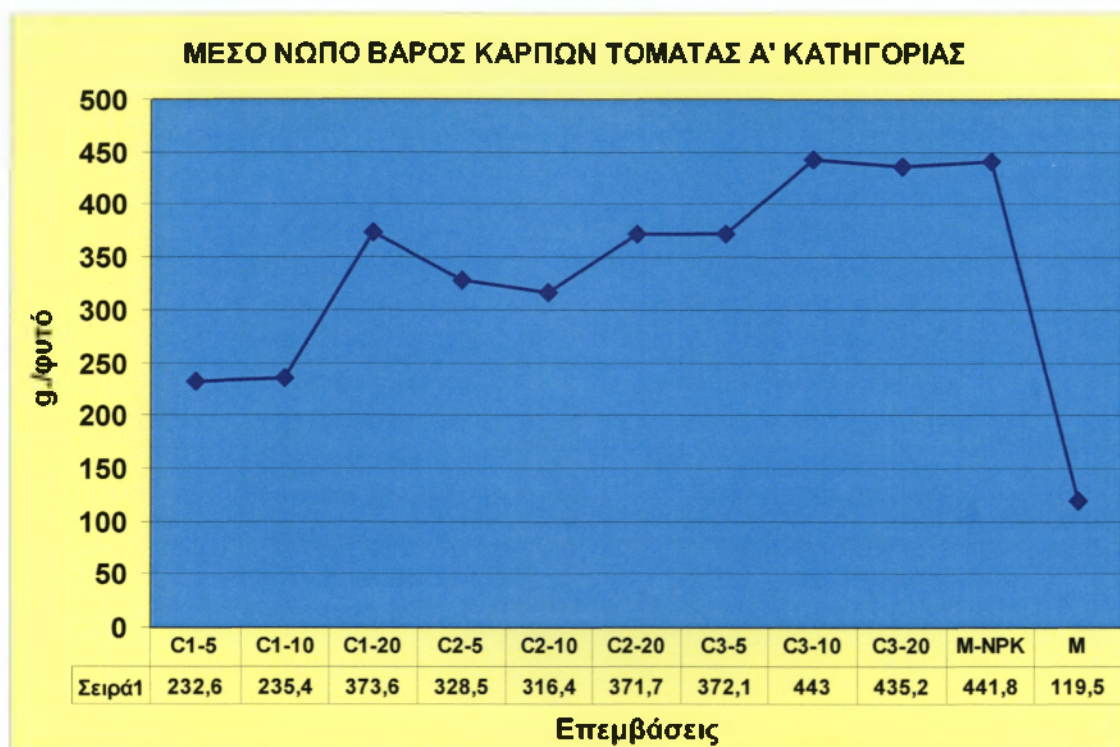
Η ανάλυση του μέσου ξηρού βάρους των φυτών θα βοηθήσει στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για το ρόλο των επεμβάσεων στην ανάπτυξη των φυτών.

Από το γράφημα 3 προκύπτει ότι η επέμβαση του μάρτυρα πλήρους ανόργανης λίπανσης (M-NPK) έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα στην ανάπτυξη του φυτού, ακολούθησε με διαφορά η επέμβαση με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (C3-20) και κατόπιν η επέμβαση με την αμέσως μικρότερη περιεκτικότητα στο υπόστρωμα αυτό (C3-10). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα (140,8-157,2 g./φυτό), ενώ οι επεμβάσεις με τις δύο χαμηλότερες περιεκτικότητες του μίγματος στέμφυλων και πυρηνόξυλου (C1-5 και C1-10) παρουσίασαν αρκετά χαμηλά

αποτελέσματα. Η επέμβαση του μάρτυρα χωρίς λίπανση (**M**) έδωσε τα χαμηλότερα αποτελέσματα τα οποία παρουσίασαν υποδιπλάσια τιμή σε σχέση με το μάρτυρα πλήρους ανόργανης λίπανσης (**M-NPK**).

Από τη στατιστική ανάλυση (LSD test) προκύπτει ότι η απόδοση σε ξηρό βάρος φυτού υπερείχε σημαντικά έναντι του μάρτυρα χωρίς λίπανση (**M**) μόνο στις επεμβάσεις των δύο υψηλότερων επιπέδων του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (**C3-10** και **C3-20**), καθώς και στο μάρτυρα της πλήρους ανόργανης λίπανσης (**M-NPK**).

**Γράφημα 4:** Μέσο νωπό βάρος Α κατηγορίας καρπού τομάτας ποικιλίας Ace 55 VF υπαίθριας καλλιέργειας σε έδαφος εμπλουτισμένο με τα οργανικά υποστρώματα: Στέμφυλα + πυρηνόξυλο (C1), Ελαιόφυλλα + κατσίγαρος (C2) και Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (C3), το καθένα σε τρία επίπεδα 5, 10 και 20% στο έδαφος, καθώς και με πλήρη ανόργανη λίπανση (M-NPK) και μάρτυρα (M).



Στο γράφημα 4 εμφανίζονται τα αποτελέσματα του μέσου όρου νωπού βάρους καρπών τομάτας Α κατηγορίας. Με βάση τα παραπάνω φαίνεται να υπερέχουν οι επεμβάσεις του μάρτυρα πλήρους ανόργανης λίπανσης (M-NPK) καθώς και των δύο μεγαλύτερων επιπέδων του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (C3-10 και C3-20) ακολουθούμενες από τις υπόλοιπες, εκτός των δύο επεμβάσεων με τα χαμηλότερα επίπεδα ελαιόφυλλων-κατσίγαρου (C1-5 και C1-10) με τελευταίο σε απόδοση το μάρτυρα μηδενικής λίπανσης (M). Στατιστική επεξεργασία των ανωτέρω αποτελεσμάτων δεν έγινε.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα παραπάνω αποτελέσματα που προέκυψαν από στατιστική ανάλυση (LSD test) και αφορούν τους τρεις μέσους όρους (εμπορεύσιμου καρπού, συνόλου καρπών και ξηρού βάρους φυτού) έδειξαν ότι η βαθμιαία αύξηση της περιεκτικότητας σε καθένα από τα τρία δοκιμαζόμενα υποστρώματα από τη χαμηλότερη (5%) στην υψηλότερη (20%) συμβάλει επίσης σε αύξηση της απόδοσης.

Το ίδιο παρατηρείται και μεταξύ των τριών υποστρωμάτων, αφού υπάρχει βαθμιαία αύξηση τόσο στη παραγωγή όσο και στην απόδοση από το υπόστρωμα C1 στο υπόστρωμα C3.

Οι αποδόσεις σε **εμπορεύσιμο καρπό** υπερείχαν σημαντικά από αυτή του μάρτυρα χωρίς ανόργανη λίπανση (**M**) στις περιπτώσεις των τριών επεμβάσεων του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (**C3-20**, **C3-10**, **C3-5**) καθώς και στη περίπτωση του μάρτυρα της πλήρους ανόργανης λίπανσης (**M-NPK**).

Όσον αφορά τις αποδόσεις στο **συνολικό βάρος καρπού**, διέφεραν σημαντικά τα δύο υψηλότερα επίπεδα του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (**C3-10** και **C3-20**) καθώς και της πλήρους ανόργανης λίπανσης (**M-NPK**).

Στο **μέσο ξηρό βάρος φυτού** η ανωτέρω υπεροχή αφορούσε όπως και στη περίπτωση του συνολικού νωπού βάρους καρπού μόνο τις δύο υψηλότερες σε περιεκτικότητα επεμβάσεις σε εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (**C3-10** και **C3-20**).

Στην παραγωγή τόσο σε **εμπορεύσιμους καρπούς**, όσο και στο **σύνολο των καρπών** διαφαίνεται επίσης η υπεροχή του μάρτυρα πλήρους ανόργανης λίπανσης (**M-NPK**), καθώς και των τριών επεμβάσεων του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (**C3-20**, **C3-10**, **C3-5**).

Για τους καρπούς **A κατηγορίας** στο νωπό βάρος φαίνεται κάποια υπεροχή στις επεμβάσεις του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών (**C3-20**, **C3-10**, **C3-5**) και του μάρτυρα πλήρους ανόργανης λίπανσης (**M-NPK**), ενώ υπερέχουν και οι υπόλοιπες επεμβάσεις έναντι του μάρτυρα.

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι το εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (**C3**) υπερέχει έναντι των άλλων δύο υποστρωμάτων, το οποίο μπορεί να υποκαταστήσει την πλήρη ανόργανη λίπανση ακόμα και σε μικρές δόσεις εφαρμογής (περιεκτικότητα 5% επί όγκου εδάφους στη ριζόσφαιρα). Το αποτέλεσμα αυτό είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στην καλύτερα ισορροπημένη σύνθεση του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών σε

θρεπτικά στοιχεία. Επίσης η κοπριά ορνιθοτροφείων που περιέχεται στο συγκεκριμένο υπόστρωμα συντελεί στη μεγαλύτερη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων στο ριζικό σύστημα των φυτών.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των μετρήσεων του πειράματος από τα οποία πραγματοποιήθηκαν οι στατιστικές αναλύσεις παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τους εμπορεύσιμους καρπούς Α κατηγορίας.**

| <b>Α ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</b>           |                                          |
|------------------------------|------------------------------------------|
| <b>ΚΩΔΙΚΟΣ<br/>ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ</b> | <b>ΟΛΙΚΟ ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ<br/>ΚΑΡΠΩΝ (kg.)</b> |
| <b>1.C1-5</b>                | 8.141                                    |
| <b>2.C1-10</b>               | 8.240                                    |
| <b>3.C1-20</b>               | 13.075                                   |
| <b>4.C2-5</b>                | 11.496                                   |
| <b>5.C2-10</b>               | 11.073                                   |
| <b>6.C2-20</b>               | 13.008                                   |
| <b>7.C3-5</b>                | 13.024                                   |
| <b>8.C3-10</b>               | 15.505                                   |
| <b>9.C3-20</b>               | 15.231                                   |
| <b>10.M-NPK</b>              | 15.464                                   |
| <b>11.M</b>                  | 4.181                                    |

**Πίνακας 2:** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τους εμπορεύσιμους καρπούς Β κατηγορίας.

| <b>ΚΩΔΙΚΟΣ<br/>ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ</b> | <b>ΟΛΙΚΟ ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ<br/>ΚΑΡΠΩΝ (kg)</b> |
|------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.C1-5                       | 1.576                                   |
| 2.C1-10                      | 3.137                                   |
| 3.C1-20                      | 2.773                                   |
| 4.C2-5                       | 3.078                                   |
| 5.C2-10                      | 4.675                                   |
| 6.C2-20                      | 3.258                                   |
| 7.C3-5                       | 4.076                                   |
| 8.C3-10                      | 3.627                                   |
| 9.C3-20                      | 4.999                                   |
| 10.M-NPK                     | 5.466                                   |
| 11.M                         | 4.212                                   |

**Πίνακας 3:** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνόλου των εμπορεύσιμων καρπών (Α+Β κατηγορίας).

| <b>ΚΩΔΙΚΟΣ<br/>ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ</b> | <b>ΟΛΙΚΟ ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΣΥΝΟΛΟΥ ΚΑΡΠΩΝ<br/>(kg.)</b> |
|------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1.C1-5                       | 9.717                                            |
| 2.C1-10                      | 11.377                                           |
| 3.C1-20                      | 15.848                                           |
| 4.C2-5                       | 14.574                                           |
| 5.C2-10                      | 15.728                                           |
| 6.C2-20                      | 16.266                                           |
| 7.C3-5                       | 17.101                                           |
| 8.C3-10                      | 19.312                                           |
| 9.C3-20                      | 20.230                                           |
| 10.M-NPK                     | 20.930                                           |
| 11.M                         | 8.393                                            |

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αναστασιάδης Μ. και Κάνταρος Η.,** (1998). Λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους. Περιοδικό ΔΗΩ 8, σελ. 20-37.
- Adams, P.R. and Deploey, J.J.,** (1978). Enzymes produced by thermophilic fungi. *Mycologia*, **70**: 906-910.
- Balis, C.,** (1989). The dynamics of the aerobic valorization of olive oil mills wastewater. (In Greek). In: Management of olive oil mills wastes. Proceedings of Scientific Conference. Irakleion. Crete. March 1989. Geotechnical chamber of Greece.
- Boyle, C.D., Kropp, B.R. & Reid, I.D.,** (1992). Solubilization and mineralization of lignin by white rot fungi, *Applied and Environmental Microbiology* **58**, 3217-3224.
- Chang, Y. and Hudson, H.J.,** (1967). The fungi of wheat straw compost. *Trans. Br.Mycol.Soc.* **50** (4): 649-666.
- Coudounis, M., Katsaboukakis, K. & Papanikolaou, D.,** (1983). Progress in the extraction and purification of anthocyanin pigments from the effluents of olive oil extracting plants. *LWT* **7**, 567-572.
- Chong, C., Rinker, D.L. & Chile, R.A.,** (1991). A comparison of five spent mushroom composts for container culture of ornamental shrubs. In M. Maher (ed): *Science and Cultivation of Edible Fungi*. vol.14, pp. 637-664. A. Balkema, Rotterdam.
- Δημητράκης Κ.Γ.,** (1998). Λαχανοκομία, σελ. 224-247, Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
- Esquinas-Alcazar, J.T.,** (1981). Genetic resources of tomatoes and wild relatives. International Board for Plant Genetic Resources Report. AGP: IBPGR/80/103.
- Eastwood, D.J.,** (1952). The fungus flora of composts. *Trans.Br.mycol.Soc.* **35**:215-220.
- Fillipi, C., Bedini, S., Cardelli, R., Cardelli, R. and Saviozzi, A.,** (2002). Co-composting of olive mill by-products: Chemical and microbiological evaluations. *Compost Science and Utilization*, **10**: 63-71.
- Flavel, T.C., Murphy, D.V, Lalor, B.M. and Fillery, I.R.P.,** (2005). Gross and mineralization rates after application of composted grape marc to soil. *Soil Biology and Biochemistry*, **37**: 1397-1400.
- Grant, G.A. and Han, Y.W.,** (1978). Acid hydrolysis of Grass straw for Yeast Fermentation *Dev. Ind. Microbial.* **20**: 603-608.
- Hadar, Y., Kerem, J. & Gorodecki, B.,** (1993). Biodegradation of lignocellulosic agricultural wastes by *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Biotechnology* **30**, 133-139.

- Hankin L., Poincelot R.P., Anagnostakis S.L.**, (1976). Micro-organisms from Composting Leanes: Ability to Produce Extracellular Degradative Enzymes. *Microbial Ecology*. **2**:296-308.
- Καλτσίκης Π.Ι. και Σπάρτσης Ν.Ι.**, (1991). Ανθοκηπευτικές καλλιέργειες – τόμος Α, Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα, σελ. 51-61.
- Κανάκης Α.Γ.**, (2001) Σημειώσεις για το μάθημα Λαχανοκομία II, Εκδόσεις Τ.Ε.Ι Καλαμάτας.
- Kane, B.E. and Mullins, J.T.**, (1973). Thermophilic fungi in a municipal waste of compost system. *Mycologia* **65**: 1087-1100.
- Κάτσαρης Π.Α.**, (2003). Σημειώσεις για το μάθημα και το Εργαστήριο Διαχείρισης Γεωργικών Παραπροϊόντων. Εκδόσεις Τ.Ε.Ι Καλαμάτας.
- Kerem, Z., Friesem, D. & Hadar, Y.**, (1992). Lignocellulose degradation during solid-state fermentation – *Pleurotus ostreatus* versus *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Environmental Microbiology* **58**, 1121-1127.
- Κουκουλάκης Π.Χ.**, (1997). Λιπάσματα ανόργανα και οργανικά, Εκδόσεις Πήγασος 2000, Θεσσαλονίκη, σελ. 121-176.
- Konzen, E.A.**, (1983). Manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia, S.C., EMBRAPA/ CNPSA, 32 p., (Circular Técnica, 6).
- Μανιός, Β.Ι.**, (1979). Διεύρυνση δυνατότητας παρασκευής φυτοχώματος από την εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα. Διδακτορική διατριβή. Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών.
- Μανιός, Β.Ι. και Κριτσωτάκης, Ι.**, (1982). Αξιολόγηση οργανικών υπολειμμάτων ( φυτικά υπολείμματα, σκουπίδια πόλης ), περιοχής Κρήτης για τη Παρασκευή οργανοχημικών υλικών. Πρακτικά 2ης Επιστημονικής Συνάντησης για τα Κηπευτικά και τα Άνθη υπό κάλυψη.
- Manios, V.I. and Balis C.**, (1983). Respiromerty to Determine Optimum Conditions for the Biodegradation of Extracted Olive Press-Cake. *Soil Biol. Biochem.* **V.15** (1) pp.75-83.
- Maher, M.J.**, (1991). Spent mushroom compost (S.M.C) as a nutrient source in peat based Potting substrate. In M. Maher (ed): *Science and Cultivate of Edible Fungi*, vol.14, pp.645-652. A. Balkema, Rotterdam.
- Mayson, E. & Verachtert , H.**, (1991). Growth of higher fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate. *Applied Microbiology and Biotechnology* **36**, 421-424.

- Μπαλλής Κ., Χατζηπαυλίδης Ι., Φλουρή-Αντωνάκου Μ., (1995).** Απόβλητα ελαιοτριβείων. Η βιοεπεργασία τους και η χρήση τους ως βιολιπάσματα. Διημερίδα Διαχείρισης Αποβλήτων, Οκτώβριος 1995, Θεσσαλονίκη.
- Paredes, C., Roig, A., Bernal, M.P., Sanchez-Monedero, M.A. and Cegarra, J., (2000).** Evolution of organic matter and nitrogen during co-composting of olive mill wastewater with solid organic wastes. *Biology and Fertility of Soils*, 32: 222-227.
- Perez, J., Hernandez, M.T., Ramos-Cormenzana, A. & Martinez, J., (1987).** Caracterization de fenoles del pigmento del alpenchil y transformacion por *Phanerochaete chrysosporium*. *Grasas y Aceites* 6, 659-664.
- Rübensam, E. und Rauhe, K., (1964).** Ackerbau. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Saiz-Jimenes, C., Gomez – Aiarcon, G. & De Leenus, J.W., (1986).** Effects of vegetation water on fungal micro flora. In: *International Symposium on Olive By – Products Valorization*, pp. 61-76, Sevilla.
- Σιδηράς Ν.Κ., (1997).** Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. Εκδόσεις ΔΗΩ, Αθήνα.
- Σιμώνης Α.Α. και Κουκουλάκης Π.Χ., (1991).** Το πρόβλημα της ορθολογικής λίπανσης των καλλιεργειών στην Ελλάδα. Επιστημονική Διημερίδα. Τα χημικά λιπάσματα: Παρόν και μέλλον 7-8/2/1989. Πρακτικά, Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία, ΑΤΕ, ABEXΠΛ, XBEE, ΣΥΝΕΛ. Θεσσαλονίκη.
- Σινάνης Κ., (1999).** Σημειώσεις Εδαφολογίας, Εκδόσεις Τ.Ε.Ι Ηρακλείου, σελ.69-88.
- Stutzenberger, F.J., Kaufman, A.J. AND Lossin, R.D., (1970).** Cellulolytic activity in municipal solid waste composting. *Can.J.Microbiol.* 16: 553-560.
- Tomati, U., Galli, E., Fiorelli, F. and Pasetti, L., (1996).** Fertilizers from Composting of Olive-Mill Wastewaters *International Biodeterioration and Biodegradation*, 38 (3-4): 155-162.
- Τσίτσιας Κ.Κ., (1999).** Λιπασματολογία, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.
- Waksman, S.A, Umbreit, W.W. and Cordon, T.C., (1939).** Thermophilic actinomycetes and fungi in soils and in composts. *Soil Sci* 47: 37-61.
- Weber, P., (1974).** Vewertung höhel Müllklärschlammkompost, Müllkompost, Klärschamm-und Torfgaben bei der Rekultivierung von Lössrohböden im Rheinischen Braunkohlerevier. Dissertation Universität Bonn.
- Zervakis, G., Yiatras, P., and Balis, C., (1995).** Edible Mushrooms from Olive Mill Wastes. *International Biodeterioration and Biodegradation* 38, 237-243.

**Zervakis, G., & Balis, C.,** (1996). A pluralistic approach in the study of *Pleurotus* species with emphasis on compatibility and physiology of the European morphotaxa. Mycological Research.

**INTERNET:**

[http://triton.chania.teicrete.gr/epeack1/Paraskeyh Kompost/htm](http://triton.chania.teicrete.gr/epeack1/Paraskeyh%20Kompost/htm).