

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
(Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ Π.Σ.Ε.**

**Επίδραση οργανικής λίπανσης με συνθετικά μείγματα  
φυτικών υπολειμμάτων στην ανάπτυξη και την  
παραγωγή του μαρουλιού σε γλάστρες**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

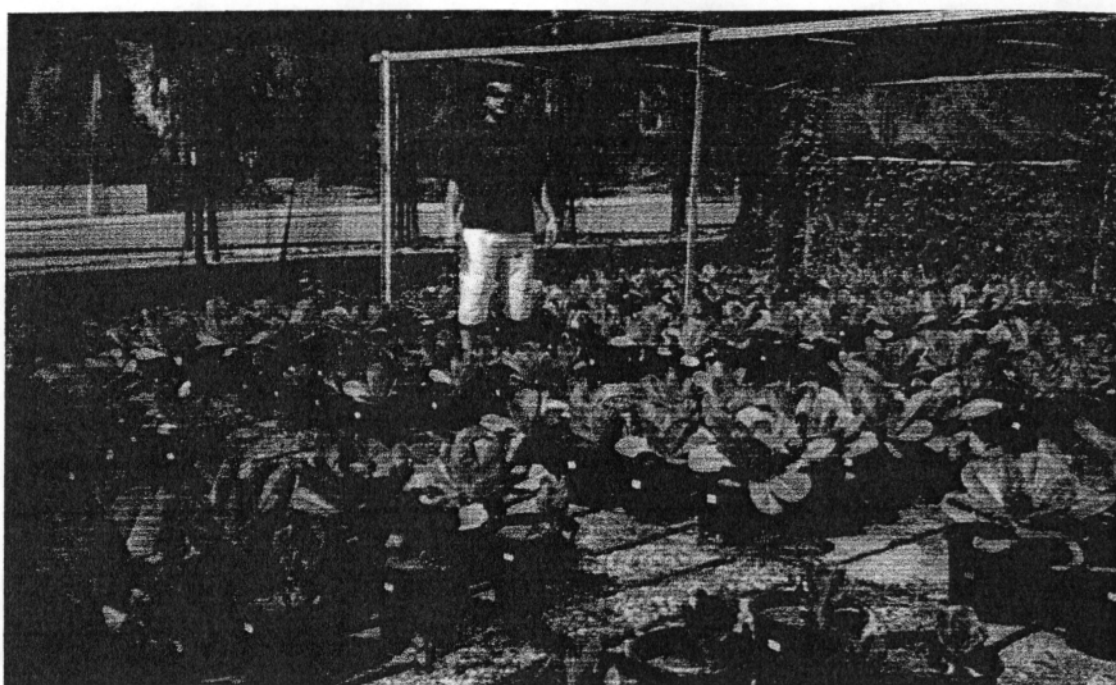
**Του σπουδαστή Μπαρμπαντωνάκη Βασίλη**

**Επιβλέποντες καθηγητές: Παύλου Γεώργιος  
Κανάκης Ανδρέας**

**Καλαμάτα, Ιούνιος 2005**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
(Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ Π.Σ.Ε.**

**Επίδραση οργανικής λίπανσης με συνθετικά μείγματα  
φυτικών υπολειμμάτων στην ανάπτυξη και την  
παραγωγή του μαρουλιού σε γλάστρες**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Του σπουδαστή Μπαρμπαντωνάκη Βασίλη**

**Επιβλέποντες καθηγητές: Παύλου Γεώργιος  
Κανάκης Ανδρέας**

**Καλαμάτα, Ιούνιος 2005**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδες

## ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ-ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ

<b>Κεφάλαιο πρώτο Βοτανικά και καλλιεργητικά χαρακτηριστικά</b>	1
1.1. Καταγωγή – Ιστορική αναδρομή	1
1.2. Περιγραφή του φυτού	1
1.3. Ποικιλίες – Καλλιεργούμενα είδη	2
1.4. Κλίμα και έδαφος	5
1.5. Προετοιμασία εδάφους – Προφυτευτική λίπανση (βασική)	5
1.6. Σπορά και φύτευση	7
1.7. Ασθένειες – Ζωικά παράσιτα	8
1.8. Συγκομιδή – Αποδόσεις	10
<b>Κεφάλαιο δεύτερο θρέψη φυτών</b>	11
2.1. Θρεπτικά στοιχεία	11
2.2. Τα θρεπτικά στοιχεία των φυτών	11
<b>Κεφάλαιο τρίτο κομποστοποίηση</b>	12
3.1. Θερμόφιλη βιοαποδόμηση οργανικών υλικών (κομποστοποίηση)- Ιστορική αναδρομή –Εισαγωγικά	12
3.2. Γενικά περί κομποστοποίησης	14
3.3. Ο λόγος C/N (άνθρακας προς άζωτο)	17
3.3.1. Η αναλογία C/N και ο ρόλος της στην κομποστοποίηση	17
3.4. Διαδικασία κομποστοποίησης	19
3.5. Οι μικροοργανισμοί και η κομπόστα	21
3.6. Αλληλεπιδράσεις μικροοργανισμών στην κομποστοποίηση	22
3.7. Τα πλεονεκτήματα της κομποστοποίησης	23
<b>Κεφάλαιο τέταρτο κομποστοποίηση υποπροϊόντων</b>	24
4.1. Υποπροϊόντα οινοποιείων – τσάμπουρο (G.M.)	24
4.2. Υποπροϊόντα ελαιουργείων	25
4.2.1. Υγρά απόβλητα ελαιουργείων (λιόζουμα, κατσίγαρος) – (O.M.W.)	27
4.2.2. Στερεά απόβλητα ελαιουργείων– (E.P.C.)	31

4.3. Υπολείμματα καλλιέργειας μανιταριών <i>Agaricus bisporus</i> (S.M.S) για την παραγωγή κομπόστ	31
<b>ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ</b>	33
<b>Κεφάλαιο πρώτο περίληψη</b>	33
<b>Κεφάλαιο δεύτερο εισαγωγή</b>	34
2.1. Γενικά	34
<b>Κεφάλαιο τρίτο υλικά και μέθοδοι</b>	35
3.1. Προετοιμασία του χώρου για την εγκατάσταση του πειράματος	35
3.2. Μείγματα κομπόστας και συστατικά ανόργανης λίπανσης	35
3.2.2 Μετρήσεις κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης	37
3.3. Βοηθητικά υλικά	37
3.4. Προετοιμασία γλαστρών	38
3.5. Σπορά μαρουλιού <i>Corsica</i> - πότισμα – μετρήσεις	39
3.6. Εγκατάσταση του πειράματος	40
<b>Κεφάλαιο τέταρτο αποτελέσματα</b>	42
4.1. 1 <sup>η</sup> μέτρηση μήκος και πλάτος μεγαλύτερου φύλλου – ύψος φυτών	42
4.2. 2 <sup>η</sup> μέτρηση μήκος και πλάτος μεγαλύτερου φύλλου-ύψος φυτών	43
4.3. Σύγκριση των αποτελεσμάτων της 1 <sup>ης</sup> και 2 <sup>ης</sup> μέτρησης	45
4.4. Ζύγιση φυτών – χλωρό και ξηρό βάρος φυτών	46
<b>Κεφάλαιο πέμπτο συμπεράσματα</b>	47

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα Παύλου Γεώργιο για την καθοδήγηση, τη βοήθεια, τις παρατηρήσεις και την όλη συνεργασία μας κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του πειραματικού μέρους της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Επίσης, τον συνεπιβλέποντα καθηγητή Κανάκη Ανδρέα για την καθοδήγηση, τη βοήθεια και τις παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια της συγγραφής, καθώς και τον Κάτσαρη Παναγιώτη για τη βοήθειά του.

Τέλος ευχαριστώ τον προϊστάμενο του Ινστιτούτου Ελαιάς και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας Ζερβάκη Γεώργιο για την παραχώρηση των πειραματικών εγκαταστάσεων του Ινστιτούτου.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε στο ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε Καλαμάτας το καλοκαίρι του 2003 και σαν σκοπό της είχε την αξιολόγηση τριών συνθετικών μειγμάτων φυτικών υπολειμμάτων πάνω στην ανάπτυξη και την παραγωγή μαρουλιού.

Στις μέρες μας η ανάγκη για την μείωση του όγκου των αστικών απορριμμάτων οδήγησε στην επεξεργασία αυτών και την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών υλικών υψηλής ποιότητας. Τα εδαφοβελτιωτικά αυτά πέραν του ότι μπορούν κάλλιστα να αντικαταστήσουν τα χημικά λιπάσματα έχουν και το πλεονέκτημα ότι είναι φιλικότερα για το περιβάλλον.

Το συγκεκριμένο πείραμα ασχολήθηκε και αξιολόγησε το πώς συγκεκριμένα συνθετικά μείγματα τα οποία προέρχονται από υπολείμματα φυτικών καλλιεργειών επέδρασαν στην ανάπτυξη και στην παραγωγή του μαρουλιού.

## ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

### 1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

#### 1.1. Καταγωγή – Ιστορική αναδρομή

Πρόγονος του καλλιεργούμενου – ήμερου μαρουλιού αναφέρεται ότι είναι το άγριο είδος *Lactuca serriola* ή *scariola*, το οποίο αυτοφύεται στην Ελλάδα όπως και μερικά άλλα είδη, τα *L. saligna*, *L. virosa*, *L. graeca*, *L. cretica* κ.ά. Το είδος *Lactuca sativa* φέρεται καταγόμενο από τις Ν.Δ. χώρες της Ασίας και ήταν γνωστό στους αρχαίους Έλληνες, Ρωμαίους και Αιγυπτίους. Αναφέρεται και από τον Ηρόδοτο, τον Διοσκουρίδη και τον Θεόφραστο με το όνομα «θριδακίνη» και «θρίδαξ».

Στην Ελλάδα σήμερα καλλιεργείται το μαρούλι σε έκταση 35.000 στρεμμάτων με παραγόμενο προϊόν περίπου 65.000 τόνους. Από την έκταση αυτή 500 και πλέον στρέμματα είναι καλλιέργειες θερμοκηπίων, των οποίων οι παραγωγή είναι μεγαλύτερη κατά μονάδα επιφάνειας αλλά και καλύτερης ποιότητας (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2004).

#### 1.2. Περιγραφή του φυτού

Το μαρούλι ανήκει στην οικογένεια των Σύνθετων (*Compositae*). Είναι φυτό ποώδες με ρίζα πασσαλώδη, η οποία κατά την μεταφύτευση συνήθως καταστρέφεται για να αναπτυχθεί αργότερα ένα επιπόλαιο θυσσανώδες ριζικό σύστημα. Τα φύλλα εκφύονται από ένα βραχύ στέλεχος και είναι πλατιά, με μέγεθος και σχήμα που παρουσιάζει ποικιλία, με επιφάνεια λεία ή κυματοειδή, χρώματος πράσινου ή πρασινοκίτρινου και σε μερικές ποικιλίες με απόχρωση κόκκινη. Είναι τοποθετημένα πολύ κοντά μεταξύ τους, κατά τρόπο που να σχηματίζουν κατά την ανάπτυξη του φυτού σφαιροειδή ή προμήκη κεφαλή.

Κατά την εποχή της αναπαραγωγής το στέλεχος του φυτού επιμηκύνεται φτάνοντας συνήθως το ύψος των 0,80 m και σχηματίζει διακλαδώσεις, οι οποίες καταλήγουν σε ταξιανθίες (που ονομάζονται κεφαλίδες) με 15-25 η καθεμία άνθη τα οποία είναι ερμαφρόδιτα. Τα άνθη αυτά είναι μικρού μεγέθους, χρώματος κίτρινου, με στεφάνη με 5 ενωμένα πέταλα και στήμονες που σχηματίζουν σωλήνα γύρω από το στύλο. Ο τελευταίος στήμονας φέρει λεπτές τρίχες και δίλοβο στίγμα, το οποίο μπορεί να επικονιαστεί μόνο το πρωί και για λίγες ώρες. Είναι φυτό κατά κανόνα αυτογονιμοποιούμενο. Σπάνια όμως είναι δυνατή η σταυρογονιμοποίηση μερικών ανθέων. Ο σπόρος είναι μικρού μεγέθους, επιμήκης,

χρώματος ανάλογου της ποικιλίας, εφοδιασμένο με πάππο (φούντα) από λεπτές και λευκές τρίχες.

Η κεφαλή του μαρουλιού περιέχει περίπου 94% νερό, 1,6% πρωτεΐνες, 2% υδατάνθρακες και 0,2% λίπη, είναι δε πλούσια σε βιταμίνη Α και C και δευτερευόντως σε Β<sub>1</sub>, Β<sub>2</sub> κ.ά.

### 1.3. Ποικιλίες – Καλλιεργούμενα είδη

Τα καλλιεργούμενα μαρούλια ανάλογα με τη μορφή και τη διάταξη των φύλλων διακρίνονται στις εξής ποικιλίες: στις Ρωμάνα, στις κεφαλωτές (λείες και κατσαρές) και στις ακέφαλες.

- **Ρωμάνα (Romaine)** ή Κως: *Lactuca sativa var. romana D.C.*. Τα φυτά της ποικιλίας αυτής είναι όρθια με φύλλα προμήκη με παχύ το μεσαίο νεύρο σε αραιή συνήθως διάταξη και επάλληλη τοποθέτηση ώστε να σχηματίζουν χαλαρή επιμήκη κεφαλή. Τα εξωτερικά φύλλα είναι σκούρα πράσινα ενώ στα επόμενα εσωτερικά το χρώμα σταδιακά αλλάζει από πράσινο μέχρι κτρινοπράσινο στα φύλλα της καρδιάς της κεφαλής. Ο τύπος αυτός του μαρουλιού είναι ο πιο διαδεδομένος και προτιμώμενος από το ελληνικό καταναλωτικό κοινό.
- **Λείο κεφαλωτό (Butterhead)** *Lactuca sativa var. capitata D.C.* Η ποικιλία αυτή έχει φύλλα λεία, στρογγυλά, θολωτά, επάλληλα, έτσι που να σχηματίζουν χαλαρή, σφαιρική ή πεπιεσμένη, κεφαλή παρόμοια με εκείνη του λάχανου. Το χρώμα των φύλλων διαφέρει από βαθύ μέχρι ανοιχτό πράσινο. Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος μαρουλιού στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη. Τελευταία αρχίζει να καταναλώνεται και στη χώρα μας με ανοδικές τάσεις.
- **Κατσαρό κεφαλωτό (Crisphead, Iceberg)** *Lactuca sativa var. crispata*. Έχει φύλλα κατσαρά, κυματοειδή, τραγανά και εύθραυστα, που σχηματίζουν περίπου σφαιρική κεφαλή. Το χρώμα τους ποικίλλει από βαθύ μέχρι ανοιχτό πράσινο. Είναι ο τύπος του μαρουλιού που καταναλώνεται στην Αμερική και τον Καναδά.
- **Ακέφαλες (Looseleaf)**. Τα φύλλα είναι εντόνως κυματοειδή – κατσαρά σε χαλαρή και αραιή διάταξη, σχεδόν ελεύθερα έτσι που δεν σχηματίζουν κεφαλή. Το χρώμα του ποικίλλει από ανοιχτό μέχρι σκούρο πράσινο και πολλές φορές, ιδιαίτερα τα εξωτερικά φύλλα έχουν κοκκινωπή απόχρωση. Είναι ο λιγότερο διαδεδομένος τύπος μαρουλιού. Υπάρχουν και άλλοι τύποι μαρουλιού, οι οποίοι μπορούν να ταξινομηθούν σε άλλα είδη του γένους *Lactuca*. Τέτοιοι είναι:



I) Το κινέζικο μαρούλι (*Lactuca angustana All*)

II) Το ινδικό (*Lactuca indica*)

Μερικές ποικιλίες όλων των παραπάνω τύπων μαρουλιού, οι οποίες έχουν δοκιμαστεί στην Ελλάδα αναφέρονται ενδεικτικά παρακάτω.

**Parris Island Cos.** Είναι ποικιλία τύπου ρωμάνα με ευμεγέθη κεφαλή, πράσινη, κλειστή και συμπαγή, επιμήκη όπως όλες οι ρωμάνες, κατάλληλη για ανοιξιάτικη και φθινοπωρινή καλλιέργεια. Είναι ανθεκτική στο μωσαϊκό.

**Verte Maraichere και Blonde Maraichere.** Είναι και οι δύο ρωμάνες ενδιαφέρουσες, η πρώτη πράσινου χρώματος, ανοικτότερου (ξανθού) χρώματος.

**Esmeralda.** Σχετικά νέα ποικιλία κεφαλωτού μαρουλιού με φύλλα λεία και κυματοειδή με κεφαλή ανοικτού πράσινου χρώματος και μεγάλου μεγέθους. Είναι κατάλληλη για καλοκαιρινή παραγωγή, αντέχοντας στην έκπτυξη ανθοφόρου βλαστού. Αναφέρεται ως ανθεκτική στο μωσαϊκό και στον περονόσπορο

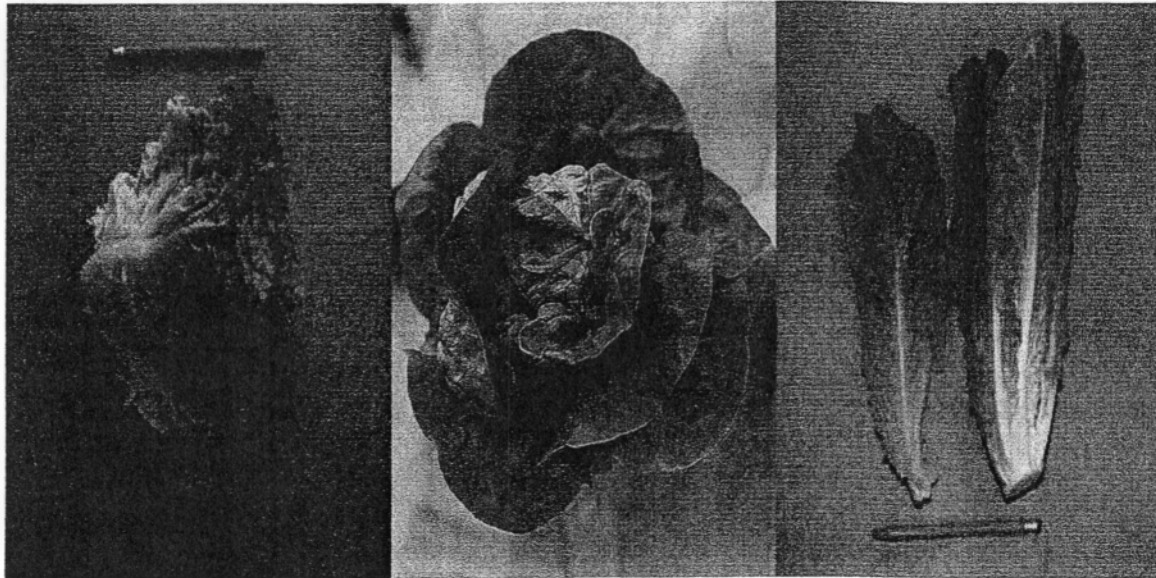
**Divina.** Ημιόψιμη κεφαλωτή ποικιλία, κατάλληλη για φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια με φύλλα λεία, κυματοειδή. Κεφαλή βάρους 500-600 συνήθως γραμμαρίων. Είναι ανθεκτική στον περονόσπορο και στο μωσαϊκό.

**Carlane.** Κεφαλωτή και αυτή ποικιλία με φύλλα λεία και κυματοειδή, με κεφαλή ευμεγέθη. Είναι κατάλληλη για φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια και ανθεκτική στον περονόσπορο και στο μωσαϊκό.

**Italica.** Κεφαλωτή και αυτή ποικιλία με φύλλα κατσαρά όπως η προηγούμενη, με κεφαλή μετρίου μεγέθους και χρώμα βαθύ πράσινο. Είναι κατάλληλη για ανοιξιάτικη και καλοκαιρινή καλλιέργεια.

**Nerone.** Είναι του ίδιου τύπου με τις δύο προηγούμενες ποικιλίες. Δίνει κεφαλή βάρους περίπου 700-800 γραμμαρίων και είναι κατάλληλη για καλοκαιρινές και φθινοπωρινές καλλιέργειες σε ήπια κλίματα.

**Lollo rossa (Astina).** Είναι φυλλώδες μαρούλι, πολύ κατσαρό που δεν σχηματίζει κεφαλή, αλλά οπωσδήποτε είναι συμπαγές. Τα φύλλα λεπτά και τρυφερά, έχουν στο άκρο τους καφέ κόκκινο χρώμα. Καλλιεργείται από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο.



Εικ 1. Ακέφαλο (Loseleaf)

Εικ 2. Λείο κεφαλωτό

Εικ 3. Ρωμάνα

**Πίνακας 1:** Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία σε 100 gr φαγώσιμου προϊόντος (φύλλα)

ΤΥΠΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ				
Θρεπτικά στοιχεία	Ρωμάνα (Romaine)	Κεφαλωτό (Butterhead)	Κατσαρωτό κεφαλωτό (Crisphead)	Δείγμα όλων των τύπων
	(x)	(x)	(x)	(z)
Ενέργεια σε θερμίδες	16.00	11.00	11.00	14.00
Νερό (gr)	94.00	96.00	95.00	95.00
Πρωτεΐνες (gr)	1.60	1.20	0.80	1.20
Λίπη	0.20	0.20	0.10	0.20
Υδατάνθρακες (gr)	2.10	1.20	2.30	2.50
Βιταμίνη Α Δ.Μ.	2600.00	1200.00	300.00	970.00
Βιταμίνη Β <sub>1</sub> (mg)	0.10	0.07	0.07	0.06
Βιταμίνη Β <sub>2</sub> (mg)	0.10	0.07	0.03	0.30
Βιταμίνη C (mg)	24.00	9.00	5.00	8.00
Νιασίνη (mg)	0.05	0.04	0.03	0.06
Άλατα Ca (mg)	36.00	40.00	13.00	35.00
Άλατα Fe (mg)	1.10	1.10	1.50	2.00
Άλατα Mg (mg)	6.00	16.00	7.00	-
Άλατα P (mg)	45.00	31.00	25.00	26.00
Άλατα K (mg)	-	-	-	264.00
Άλατα Na (mg)	-	-	-	9.00

Πηγή: (z) Watt and Merrill, 1963

(x) Howard et al., 1962

#### **1.4. Κλίμα και έδαφος**

Το μαρούλι ως επί το πλείστον ευδοκμεί σε δροσερές περιοχές. Στη χώρα μας καλλιεργείται από το φθινόπωρο μέχρι και την άνοιξη, ενώ σε ψυχρότερες περιοχές καλλιεργείται και το καλοκαίρι. Αντέχει και στις χαμηλές θερμοκρασίες ακόμη και κάτω από  $-5^{\circ}\text{C}$ , ενώ σε πολύ θερμές συνθήκες, ιδιαίτερα αν αυτές συνδυάζονται και με μεγάλη φωτοπερίοδο, έχει την τάση να αναπτύσσει πρώιμους ανθοφόρους βλαστούς. Για να σχηματιστούν σφιχτές και τρυφερές κεφαλές απαιτείται καλός φωτισμός, δροσερές νύχτες και άφθονη εδαφική υγρασία. Για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, κατά τους χειμερινούς μήνες, οι κατάλληλες θερμοκρασίες είναι  $15-20^{\circ}\text{C}$  κατά την ημέρα και  $10-15^{\circ}\text{C}$  κατά τη νύχτα. Βέβαια πολλές ποικιλίες διακρίνονται για την προσαρμοστικότητα τους στις διάφορες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού και άλλες στην ιδιαιτερότητα τους να ευδοκμούν και σε ακραίες καιρικές συνθήκες.

Όσο αφορά το έδαφος, το μαρούλι δεν είναι πολύ απαιτητικό. Μπορεί να αναπτυχθεί και να αποδώσει σε διάφορους τύπους εδαφών, οπωσδήποτε όμως ευδοκμεί και αποδίδει καλύτερα σε γόνιμα, μέσης σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία και καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη. Το κεφαλωτό μαρούλι είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε εδαφική υγρασία, η υπερβολική όμως εδαφική υγρασία μπορεί να γίνει αιτία ανάπτυξης ασθενειών και ιδίως της σκληρωτίνιας. Βαριά εδάφη τα οποία συγκρατούν την υγρασία είναι κατάλληλα για καλλιέργειες κατά τις θερμές εποχές ενώ τα ελαφρά εξυπηρετούν καλύτερα χειμερινές καλλιέργειες.

Η καλύτερη αντίδραση του εδάφους είναι η ουδέτερη ή η ελαφρώς όξινη ( $\text{pH } 5,5-7$ ). Εδάφη τα οποία είναι όξινα, δεν είναι ευνοϊκά για το μαρούλι και θα πρέπει να διορθώνονται με ενσωμάτωση αναγκαίας ποσότητας ασβέστου ενώ εδάφη τα οποία είναι πολύ αλκαλικά θα πρέπει να αποφεύγονται γιατί τα φυτά μπορεί να παρουσιάσουν χλώρωση.

Πρέπει να αποφεύγεται η συνεχής στο ίδιο έδαφος καλλιέργεια μαρουλιού ή αυτή να ακολουθεί καλλιέργεια συγγενών φυτών για την αποφυγή ζημιών από ασθένειες και ζωικά παράσιτα. Στην αμειψισπορά μπορεί να ακολουθεί την τομάτα, το κρεμμύδι, τα κολοκυνθώδη, κ.α.

#### **1.5. Προετοιμασία εδάφους – Προφυτευτική λίπανση (βασική)**

Η κοπριά και τα λιπάσματα πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας παραχώνονται με μια άροση και ακολουθεί η ισοπέδωση του εδάφους και η κατασκευή πρασιών ή

αναχωμάτων, ανάλογα με τον τρόπο καλλιέργειας. Στα εδάφη που δεν αποστραγγίζονται καλά ή σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις ενδείκνυται η φύτευση επί των αναχωμάτων.

Οι ποσότητες των προστιθέμενων λιπασμάτων και κυρίως του αζώτου, του καλίου και του φωσφόρου θα εξαρτηθούν από την γονιμότητα του εδάφους και από τον στόχο της παραγωγής. Έχει υπολογισθεί ότι καλλιέργεια μαρουλιού με παραγωγή 1.000 kg προϊόντος αφαιρεί από το έδαφος 2,1 kg N, 0,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 4,8 kg K<sub>2</sub>O. Το αζωτούχο λίπασμα προστίθεται εν μέρει πριν από τη μεταφύτευση (στη βασική λίπανση) και το υπόλοιπο κατά την ανάπτυξη των φυτών επιφανειακά. Όσο αφορά το φώσφορο και το κάλιο, μεγαλύτερη αξιοποίηση του λιπάσματος έχουμε με την εφαρμογή του στη βασική ή προφυτευτική λίπανση. Κατά τη λίπανση με φώσφορο και κάλιο πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ότι υπό θερμές συνθήκες ο υπερβολικός φώσφορος δύναται να ευνοήσει την πρόωμη ανάπτυξη ανθοφόρου βλαστού.

Όπως είδη αναφέρθηκε, το μαρούλι είναι από τις ελάχιστες καλλιέργειες που οι ανάγκες του σε θρεπτικά στοιχεία για όλη την περίοδο της ανάπτυξης μπορούν να ικανοποιηθούν με μια εφαρμογή πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας και αυτό γιατί η παραμονή του στο χωράφι έχει μικρή διάρκεια (45-80) μέρες. Συνήθως, ανάλογα με τον τρόπο του ποτίσματος, οι παραγωγοί εφαρμόζουν περίπου 11 kg/στρ αζώτου και 15 kg/στρ φωσφόρου και καλίου αντίστοιχα μαζί με την εφαρμογή της κοπριάς. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούν συνήθως σύνθετα λιπάσματα π.χ. 11-15-15. Η ανάγκη επιφανειακής λίπανσης, εάν υπάρξει τέτοια (συνήθως εφαρμόζεται εμπειρικά από τους παραγωγούς βασιζόμενοι στη γενική εμφάνιση των φυτών), περιορίζεται κυρίως στο άζωτο. Τότε μπορούν να εφαρμοσθούν μέχρι 3 φορές 2 kg/στρ NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (νιτρική αμμωνία) ανάλογα με τις ανάγκες της καλλιέργειας. Η εφαρμογή μίγματος νιτρικής αμμωνίας και ουρίας στο έδαφος πολλές φορές είναι απαραίτητη και με πολύ καλά αποτελέσματα.

Σε βαριά εδάφη και κυρίως στο θερμοκήπιο πολλοί παραγωγοί εφαρμόζουν υδρολίπανση (στάγδην ή με καταιονισμό). Στην περίπτωση αυτή μειώνονται ανάλογα οι ποσότητες των αζωτούχων, φωσφορούχων και καλιούχων λιπασμάτων κατά τη βασική λίπανση. Οποιαδήποτε μέθοδος λίπανσης και αν εφαρμοστεί πρέπει να σημειωθεί ότι η χορήγηση θειικής αμμωνίας θα πρέπει να γίνεται με προσοχή στη καλλιέργεια του μαρουλιού, επειδή μειώνει το pH ιδιαίτερα σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>. Επιπλέον εφαρμογή μεγάλης ποσότητας αμμωνιακού αζώτου προκαλεί και την εμφάνιση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων ιδιαίτερα στα αγγεία του ξύλου (Δημητράκης, 1983).

## 1.6. Σπορά και φύτευση

Η σπορά είναι δυνατό να γίνει καθ'όλο το έτος, ανάλογα με την ποικιλία που χρησιμοποιείται. Αυτή συνήθως γίνεται από τον Αύγουστο ή Σεπτέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο, για συγκομιδή κατά την περίοδο του Οκτωβρίου μέχρι και Μαΐου ή και Ιουνίου, όταν φυσικά οι κλιματικές συνθήκες το επιτρέπουν. Μετά την πάροδο 3-4 μηνών από τη σπορά γίνεται η συγκομιδή.

Η σπορά γίνεται σε ψυχρά σπορεία συνήθως αλλά και σε θερμαινόμενα κατά τη χειμερινή περίοδο στις ψυχρές περιοχές. Ως σπορείο χρησιμοποιείται έδαφος καλής φυσικής κατάστασης, προφυλαγμένο από ψυχρούς ανέμους, λιπασμένο με καλά χωνεμένη κοπριά και χημικά λιπάσματα. Εάν είναι δυνατό πρέπει να απολυμαίνεται.

Ο σπόροι που θα χρησιμοποιηθούν δεν θα πρέπει να έχουν συγκομιστεί πρόσφατα, γιατί λόγω λήθαργου του φρέσκου σπόρου δεν θα έχουν καλή βλαστική ικανότητα. Θα πρέπει να έχει περάσει ένα χρονικό διάστημα 2-3 μηνών περίπου από τη συλλογή τους, έτσι ώστε το ποσοστό αυτών που βρίσκονται ακόμα σε λήθαργο να έχει μειωθεί αρκετά.

Η σπορά στο σπορείο γίνεται αραιά, είτε στα πεταχτά είτε σε γραμμές και σε βάθος 0,5-1 cm. Ακολουθεί καλό πότισμα. Για την απόκτηση 10.000-12.000 φυτών, όσων περίπου χρειάζονται για την κάλυψη 1 στρέμματος στο ύπαιθρο, απαιτείται έκταση σπορείου 20 τουλάχιστον m<sup>2</sup> και ποσότητα 20-30 gr σπόρου.

Μετά το φύτευμα που ακολουθεί σε 5-10 ημέρες από τη σπορά, συνεχίζονται τα ποτίσματα και γίνονται βοτανίσματα και αραιώματα των φυταρίων, όπου αυτά εμφανίστηκαν πυκνά. Για την αποφυγή ανάπτυξης ασθενειών θα πρέπει να γίνονται ψεκασμοί.

Στην απευθείας σπορά στον αγρό χρησιμοποιούνται πολύ μεγαλύτερες ποσότητες σπόρου, 300-400 gr ανά στρέμμα, μετά δε το φύτευμα γίνεται αραιώμα ώστε να διατηρηθούν τα φυτά στις επιθυμητές αποστάσεις.

Η μεταφύτευση των φυτών από το σπορείο στη μόνιμη θέση τους γίνεται 1 με 1,5 μήνα μετά τη σπορά, όταν πλέον αυτά έχουν αποκτήσει 4-6 φύλλα. Φυτεύονται σε επίπεδο έδαφος εάν θα εφαρμόζεται πότισμα με τεχνητή βροχή ή σε τραπέζια (σαμάρια). Ο τελευταίος τρόπος προτιμάται, όταν η καλλιέργεια είναι χειμερινή (περίοδος πολλών βροχών) ή όταν η αποστράγγιση του εδάφους δεν είναι καλή-ικανοποιητική. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 30-50 cm περίπου μεταξύ των γραμμών και 20-30 cm επί των γραμμών. Με αυτές τις αποστάσεις ο αριθμός των φυτών μπορεί να κυμαίνεται περίπου από 6.500-13.000 ανά στρέμμα (Δημητράκης, 1998).

## 1.7. Ασθένειες – Ζωικά παράσιτα

Οι κυριότερες ασθένειες που προσβάλλουν το μαρούλι είναι:

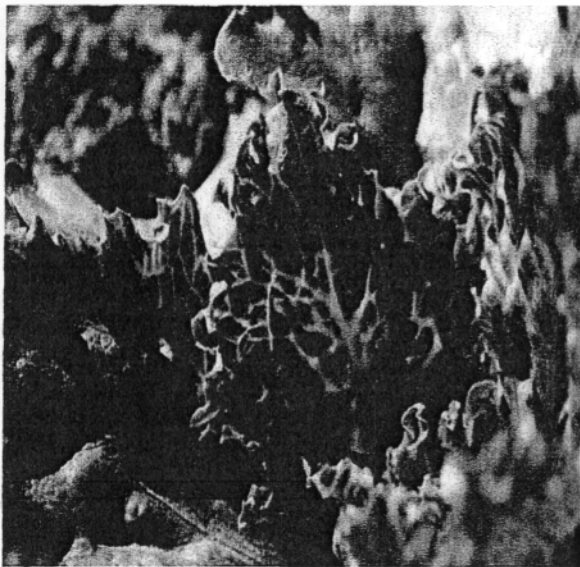
- **Τήξη σπορείων.** Οφείλεται σε διάφορους μύκητες (*Pythium*, *Botrytis*, *Rhizoctonia* κ.λπ.), οι οποίοι προσβάλλουν κυρίως τα φυτά των σπορείων στο λαιμό με αποτέλεσμα την καταστροφή τους. Για την αποφυγή της προσβολής συνιστάται η χρησιμοποίηση νέου ή απολυμασμένου σπορείου, η χρήση υγιούς σπόρου, η αποφυγή της υψηλής υγρασίας και η αραιή σπορά. Μερικές φορές είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση χαλκούχων σκευασμάτων ή άλλων μυκητοκτόνων.
- **Περονόσπορος.** Η ασθένεια αυτή οφείλεται στο μύκητα *Bremia lactucae*, ο οποίος προκαλεί – ύστερα κυρίως από βροχή – χλωρωτικές κηλίδες στα φύλλα. Στην κάτω επιφάνεια των κηλίδων εμφανίζεται λευκό επίχρισμα από τα κονίδια του μύκητα. (Δημητράκης 1998).
- **Σκληρωτινίαση:** Η ασθένεια αυτή παρουσιάζεται κυρίως όταν υπάρχουν συνθήκες αυξημένης υγρασίας και εμφανίζεται στο στέλεχος του φυτού κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Οφείλεται στο μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*, ο οποίος σχηματίζει λευκό μυκήλιο και τα σκληρώτια του στο προσβεβλημένο τμήμα. Το φυτό τελικά μαραίνεται. Για την αντιμετώπιση του συνιστάται ελάττωση της εδαφικής υγρασίας και φύτευση σε σαμάρια ώστε το νερό κατά τα ποτίσματα να μη φτάνει μέχρι το λαιμό των φυτών.
- **Ωίδιο:** Η ασθένεια αυτή προκαλείται από το μύκητα *Eryshiphe cichoracearum*, ο οποίος ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία και υγρασία. Μόλις εμφανιστούν τα πρώτα συμπτώματα, τα οποία είναι η κηλίδωση των φύλλων και το χαρακτηριστικό λευκό επάνθισμα των κονιδίων, θα πρέπει να γίνει χρήση ωιδιοκτόνων φαρμάκων.
- **Ιώσεις:** Το μωσαϊκό του μαρουλιού είναι η ίωση που μπορεί να προκαλέσει τις σοβαρότερες ζημιές. Μεταδίδεται με τις αφίδες αλλά και με το σπόρο. Τα συμπτώματα που παρουσιάζει είναι μωσαϊκό πράσινου και κίτρινου χρώματος στα φύλλα καθώς και καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Για την αντιμετώπιση των ιώσεων θα πρέπει αν γίνεται έγκαιρη καταπολέμηση των αφίδων, να χρησιμοποιούνται υγιείς σπόροι και να απομακρύνονται όσο δυνατόν πιο νωρίς τα ασθενή φυτά.

Από τα ζωικά παράσιτα, εκτός από τις αφίδες οι οποίες προκαλούν ζημιές με το να μεταδίδουν κυρίως τους ιούς και καταπολεμούνται με την εφαρμογή κατάλληλων εντομοκτόνων, ζημιές μπορούν να προκαλέσουν και μερικά έντομα του εδάφους όπως π.χ. ο κρεμμυδολόγος *Gryllotalpa gryllotalpa* (Βλαχόπουλος, 1997). Τα έντομα αυτά προκαλούν ζημιά στις ρίζες των νεαρών φυταρίων και καταπολεμούνται με διασπορά δολωμάτων ή με

διασπορά και κάλυψη στο έδαφος εντομοκτόνων. Ο αλευρώδης *Trialeurodes vaporariorum*, ένα μικρό και λευκό ημίπτερο που φαίνεται να πετά μόλις ταραξουμε το φύλλωμα των φυτών, προκαλεί σοβαρές ζημιές σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες καθώς μυζά τους χυμούς των φύλλων. Καταπολεμείται με ειδικά εντομοκτόνα, με παγίδες και με ειδικά αρπακτικά έντομα.

Τα σαλιγκάρια και διάφορα πουλιά (π.χ. σπουργίτης) προκαλούν κάποιες φορές σοβαρές ζημιές τρώγοντας τα φύλλα των φυτών. Τα μεν σαλιγκάρια αντιμετωπίζονται με δολώματα μεταλδεϋδης (Δημητράκης, 1998), τα δε πουλιά με κάλυψη του χώρου της καλλιέργειας με κάποιο δίχτυ ή με χρήση έγχρωμων σπάγκων.

Η κυριότερη μη παρασιτική ασθένεια του μαρουλιού και η οποία σχετίζεται με την λίπανση του αζώτου είναι το **κάψιμο της κορυφής (tip burn)**. Η ασθένεια αυτή εμφανίζεται στα φύλλα της κορυφής με την μορφή νεκρώσεων στην κορυφή των φύλλων. Προκαλείται από την μη ισορροπημένη θρέψη των φυτών με ασβέστιο και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η υπερβολική αζωτούχα λίπανση, έλλειψη του ασβεστίου, συνθήκες οι οποίες επηρεάζουν την ομαλή τροφοδοσία των φυτών με νερό. Είναι γνωστό ότι το ασβέστιο μετακινείται στο υπέργειο μέρος των φυτών με το νερό της διαπνοής, έτσι οτιδήποτε διαταράσσει την ομαλή τροφοδοσία των φυτών με νερό π.χ. έλλειψη νερού, υπερβολικά υγρός καιρός ιδιαίτερα τη νύχτα προκαλεί την ασθένεια (Grogan, Fink, 1956).



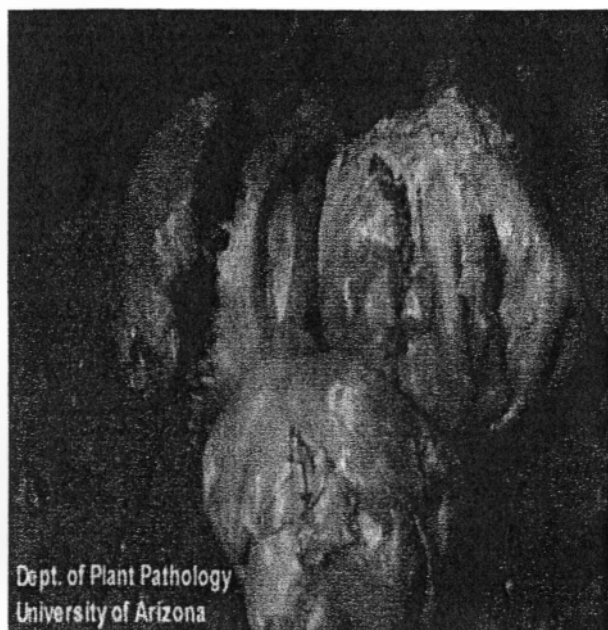
Big Vein symptoms on lettuce.  
Courtesy Tom Isakelt, TAEX, Weslaco, 1996.

Εικ 4. Διόγκωση νεύρων



Downy Mildew on lettuce.  
Courtesy B. Sleeth, TAES, Weslaco, 1963.

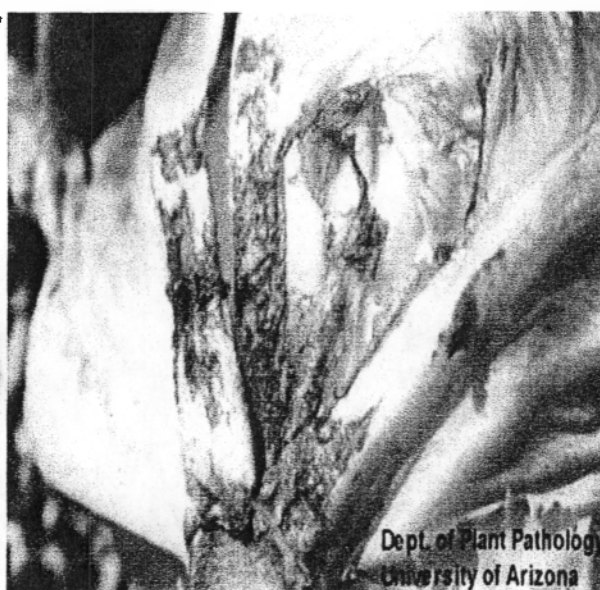
Εικ 5. Περονόσπορος στο μαρούλι



Εικ 6. Κάψιμο κορυφής (Tip burn)



Εικ 7. Προσβολή από το μύκητα  
*Sclerotinia sclerotiorum*



Εικ 8. Ένδειξη προσβολής από περονόσπορο

### 1.8. Συγκομιδή – Αποδόσεις

Η συγκομιδή σε μια καλλιέργεια μαρουλιών γίνεται, σχεδόν πάντα, τμηματικά και καθ'όλη τη διάρκεια του έτους ανάλογα με την εποχή σποράς. Στο τύπο « ρωμίνα », η συγκομιδή γίνεται όταν σχηματιστεί καλά η κεφαλή, δηλαδή όταν κλείσει. Τα μαρούλια κόβονται από τη βάση τους, συχνά όμως στις αγορές φέρονται με τη ρίζα τους για καλύτερη διατήρηση. Τα « κεφαλωτά » μαρούλια συγκομίζονται όταν σχηματιστεί πλήρως η κεφαλή και κόβονται λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και κατά τις ώρες που δεν έχουν



πάνω τους πολύ υγρασία. Μετά την συγκομιδή αφαιρούνται τα κατεστραμμένα εξωτερικά φύλλα και τα φυτά πλένονται και συσκευάζονται για να αποσταλούν στην αγορά.

Οι αποδόσεις ανά στρέμμα ποικίλλουν από 2,0 – 2,5 τόνους για τα κεφαλωτά μαρούλια και 2.5 – 3,5 τόνους για τις ρωμάνες.

## 2. ΘΡΕΨΗ ΦΥΤΩΝ

### 2.1. Θρεπτικά στοιχεία

Η παροχή και η απορρόφηση χημικών ουσιών αναγκαίων για τον μεταβολισμό των φυτικών οργανισμών ορίζεται γενικά ως θρέψη και οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται από τους οργανισμούς αυτούς ονομάζονται θρεπτικά στοιχεία.

### 2.2. Τα θρεπτικά στοιχεία των φυτών

Τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα ανώτερα φυτά είναι αποκλειστικά ανόργανου φύσεως. Για το χαρακτηρισμό ενός στοιχείου ως απαραίτητου θρεπτικού στοιχείου για τα φυτά χρησιμοποιούνται τα παρακάτω κριτήρια:

- Η έλλειψη του στοιχείου πρέπει να καθιστά αδύνατη την κανονική ανάπτυξη των φυτών.
- Ο φυσιολογικός ρόλος του στοιχείου στο φυτό δεν μπορεί να αντικατασταθεί από άλλο στοιχείο.
- Το στοιχείο θα πρέπει να συμμετέχει άμεσα στο μεταβολισμό του φυτού

Με βάση τα κριτήρια αυτά, τα επόμενα χημικά στοιχεία είναι γνωστά σαν απαραίτητα για τα ανώτερα φυτά.

#### Πίνακας 2.

Ανθρακας	C	Κάλιο	K	Ψευδάργυρος	Zn
Υδρογόνο	H	Ασβέστιο	Ca	Μολυβδαίνιο	Mo
Οξυγόνο	O	Μαγνήσιο	Mg	Βόριο	B
Αζωτο	N	Σίδηρος	Fe	Χλώριο	Cl
Φόσφορος	P	Μαγγάνιο	Mn	Νάτριο	Na
Θείο	S	Χαλκός	Cu	Πυρίτιο	Si

Το Na, το Si και το Co δεν έχουν διαπιστωθεί και καθιερωθεί ως απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για όλα τα ανώτερα φυτά, ενώ το Cl είναι η τελευταία προσθήκη στον κατάλογο των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων. Εν τούτοις ο κατάλογος αυτός πιθανόν να

μην είναι πλήρης και άλλα στοιχεία σε ελάχιστες ποσότητες μπορεί να είναι ή να δείχνουν απαραίτητα για τα ανώτερα φυτά, όπως πρόσφατα συνέβη με το βανάδιο V το οποίο καθιερώθηκε σαν απαραίτητο στοιχείο για μερικούς μικροοργανισμούς.

Οι αναγκαίες ποσότητες των απαραίτητων στοιχείων ποικίλουν στις διάφορες ομάδες οργανισμών. Οι ανάγκες για μια ισορροπημένη παροχή θρεπτικών στοιχείων γίνεται επιτακτική όταν η έλλειψη ενός ή περισσότερων στοιχείων γίνεται ο περιοριστικός παράγοντας για την απόδοση της καλλιέργειας. Η ισορροπία είναι ιδιαίτερη σημαντική σε ό,τι αφορά τα κύρια στοιχεία "C" και "N" για την περίπτωση της κομποστοποίησης αφού χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή επειδή η δυνατότητα κομποστοποίησης ενός υπολείμματος-αποβλήτου εξαρτάται από την παρουσία των δυο αυτών στοιχείων. Περίπου το 50% της μικροβιακής κυτταρικής μάζας αποτελεί ο "C" και το 2% - 8% αποτελεί το "N". Ο λόγος (C/N ) ποικίλει στα διάφορα είδη μικροοργανισμών και τις διαφορετικές συνθήκες κάτω από τις οποίες καλλιεργούνται ή αναπτύσσονται.

Ο "C" έχει 3 φυσιολογικές λειτουργίες: 1) είναι συστατικό των κυτταρικών υλικών, 2) λειτουργεί σαν δότης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό (αναπνοή οργανικών υποστρωμάτων, ζύμωση) και 3) λειτουργεί σαν δέκτης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό (ζύμωση κ.α.).

Το "N" είναι συστατικό των πρωτεϊνών, των νουκλεϊκών οξέων, των συνενζύμων, των αμινοξέων κτλ. Χρησιμεύει σαν δότης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό συγκεκριμένων βακτηρίων. Τέλος στη μορφή των νιτρωδών αλάτων ή νιτρικού ιόντος λειτουργεί σαν δέκτης ηλεκτρονίων στον ενεργειακό μεταβολισμό των απονιτροποιητικών βακτηρίων, όταν οι συνθήκες είναι αναερόβιες.

### **3. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ**

#### **3.1. Θερμόφιλη βιοαποδόμηση οργανικών υλικών (κομποστοποίηση)-**

##### **Ιστορική αναδρομή –Εισαγωγή**

Η κομποστοποίηση είναι γνωστό, ότι ως μέθοδος ανακύκλωσης των υπολειμμάτων και των αποβλήτων είχε αρχίσει να εφαρμόζεται στην ανατολική Ασία πολλούς αιώνες πριν. Ωστόσο, ο πρώτος που βελτίωσε τη διαδικασία της ήταν στα μέσα του 1930 ο Albert Howard. Στο χώρο της πρακτικής και της εφαρμοσμένης έρευνας της κομποστοποίησης εμφανίζεται το 1940 ο Scaff στην Malaya, ο Scott το 1941 στην βόρειο Κίνα, ο Wilson το 1948 στην ανατολική Ασία και ο Van Vuren το 1949 στη νότιο Αφρική. Με την

μικροβιολογία της βιολογικής αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και της κοπριάς πρώτος ασχολήθηκε (1926-1941) ο Walkman και οι συνεργάτες του, των οποίων οι εργασίες αποτελούν βασική πηγή πληροφοριών για το ρόλο των μικροοργανισμών στις διάφορες φάσεις της ζύμωσης και της διαδοχής τους σε σχέση με τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο υπόστρωμα. Μετά τον Walkman η έρευνα γενικεύεται σ'όλο τον κόσμο.

Παράλληλα αρχίζει και μια προσπάθεια, που στις μέρες μας κορυφώνεται, για την εφαρμογή της κομποστοποίησης στα σκουπίδια των πόλεων και τα αστικά στερεά απόβλητα. Βέβαια εξαιτίας του υψηλού κόστους που απαιτεί η παραπάνω εφαρμογή έχουν σημειωθεί αρκετές οικονομικές αποτυχίες σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις κομποστοποίησης.

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί, ότι σήμερα η έρευνα γύρω από την κομποστοποίηση επικεντρώνεται σε δύο πράγματα. Στην μείωση του κόστους παραγωγής του κομποστοποιημένου υλικού και στη χρήση του σαν βελτιωτικό του εδάφους και σαν μέσο παρεμπόδισης ανάπτυξης των παθογόνων του εδάφους.

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για ομοιογενή και σταθερής ποιότητας καλλιεργητικά υποστρώματα από τη μια μεριά, αλλά και η διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών από την άλλη, έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση μεθόδων αξιοποίησης των οργανικών υπολειμμάτων για την παραγωγή υψηλής ποιότητας υλοκατάστατων και οργανικών βελτιωτικών εδάφους και λιπασμάτων με την μέθοδο της **θερμόφιλης βιοαποδόμησης ή κομποστοποίησης (composting)**.

Παράλληλα τα συνεχώς ογκούμενα προβλήματα διάθεσης των αστικών απορριμμάτων, της εξοικονόμησης ενέργειας και της αποκατάστασης και διατήρησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος προϋποθέτουν την εφαρμογή αποτελεσματικών και περιβαλλοντικά φιλικών μεθόδων διαχείρισης.

Η κομποστοποίηση ως εκ της φύσεώς της, έρχεται και στις δυο περιπτώσεις να συμπληρώσει ένα σύνολο φυσικών κυκλικών διεργασιών που έχουν σοβαρά διαταραχθεί σε βάρος της ομαλής λειτουργίας του οικοσυστήματος. Όπως εύστοχα έχει επισημάνει ο Barry Commoner, «το μεγάλο λάθος του τρόπου ζωής μας και της σύγχρονης τεχνολογίας είναι ότι μετέτρεψε τις κυκλικές διαδικασίες της φύσης σε ευθύγραμμές στο τέλος των οποίων συσσωρεύονται τοξικά απόβλητα, λύματα και απορρίμματα»

Η κομποστοποίηση των οργανικών υπολειμμάτων έχει δυο όψεις και αποβλέπει:

1. Στην ανακύκλωση και αξιοποίηση τους στη γεωργία.
2. Στην διαχείριση τους στα συστήματα διάθεσης αποβλήτων.

Δηλαδή, χρησιμοποιείται διορθωτικά είτε σαν σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων, είτε σαν σύστημα διαχείρισης και αποκατάστασης της γονιμότητας του εδάφους (Μπαλής, 1990).

### 3.2. Γενικά περί κομποστοποίησης

Από τη διαλογή και την επεξεργασία των οργανικών απορριμμάτων (κομποστοποίηση) μπορεί να παραχθεί εδαφοβελτιωτικό υλικό υψηλής ποιότητας χωρίς επιβλαβείς ουσίες και ταυτόχρονα να εξοικονομηθεί πολύτιμος χώρος στις χωματερές. Η κομποστοποίηση είναι μια βιολογική μέθοδος επεξεργασίας ενός σημαντικού μέρους των οργανικών απορριμμάτων και εφαρμόζεται σε απλές μορφές εδώ και χιλιάδες χρόνια (ENCO Ltd 2000).

Η μέσω των μικροοργανισμών τροποποίηση, αποδόμηση και ανοργανοποίηση της οργανικής ύλης (ορυκτοποίηση) συνεπάγεται:

1. Το σχηματισμό ενός πλήθους μεταβολικών προϊόντων και κλασμάτων, όπως χουμικών ουσιών και λιγνό-πρωτεϊνών,
2. Την απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων από οργανικές ενώσεις και τη μετατροπή τους σε διαλυτά ή αδιάλυτα ανόργανα άλατα και
3. Την έκλυση αερίων όπως διοξειδίου του άνθρακα, αμμωνίας, μεθανίου, υδρόθειου ή οξειδίων του αζώτου.

Κατά κύριο λόγο, συνθήκες κατάλληλες για την ανάπτυξη θερμοφίλων μικροβιακών πληθυσμών εξασφαλίζονται στα συστήματα κομποστοποίησης που εφαρμόζονται συνήθως σε στερεά ή ημιστερεά οργανικά υλικά. Το γεγονός αυτό καθιστά κατά κάποιον τρόπο την κομποστοποίηση μοναδική μεταξύ των μεθόδων βιολογικής σταθεροποίησης αποβλήτων. Θερμόφιλες συνθήκες μπορούν ν' αναπτυχθούν και σε υδατικά διαλύματα εφ' όσον είναι αυξημένης συγκεντρώσεως και έχουν εξασφαλισθεί συνθήκες που να επιτρέπουν τον επαρκή αερισμό τους.

Ο όρος «κομπόστα» (compost) χρησιμοποιούνταν μέχρι πρόσφατα για τα ετερόκλιτα προϊόντα που παράγονται τόσο υπό αερόβιες όσο και υπό ζυμωτικές και αναερόβιες συνθήκες. Η χαλαρή και αβασάνιστη αυτή χρήση του όρου προκαλεί σύγχυση, δεδομένου ότι η αποδόμηση της οργανικής ύλης ακολουθεί οπωσδήποτε διαφορετικές πορείες, περνάει από διαφορετικά στάδια και κατά συνέπεια τα προϊόντα τους θα πρέπει να προσδιορίζονται σαφέστερα με πιο πρόσφατους όρους.

Η σύγχυση οφείλεται στην αντίληψη ότι η χουμοποίηση, επειδή αποτελεί φυσική διεργασία, είναι αναπόσπαστη και αναγκαία φάση κάθε βιοαποδομητικής πορείας. Όμως, αν μια διεργασία είναι φυσική, αυτό δεν σημαίνει ότι είναι και αναγκαία, καθώς και αν ακόμα συμμετέχει στην πορεία ενός φυσικού φαινομένου, αυτό από μόνο του δεν επαρκεί για να προσδιορίσει το τελικό αποτέλεσμα. Ακόμα η χουμοποίηση δεν αντιπροσωπεύει κάποια αναγκαία πορεία αποδόμησης της οργανικής ύλης. Αντίθετα, μπορεί να ανασταλεί ή να εκτραπεί υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου ή ελαττωματικής σύνθεσης του υποστρώματος (Μπαλής, 1990).

**Ο όρος κομποστοποίηση, αναφέρεται στη βιολογική οξειδωτική διαδικασία αποδόμησης και σταθεροποίησης οργανικών υλικών υπό συνθήκες που οδηγούν στην ανάπτυξη θερμοκρασιών της θερμόφιλης περιοχής. Το τελικό της προϊόν είναι αρκετά σταθερό για αποθήκευση και εφαρμογή στο έδαφος, χωρίς να έχει οποιεσδήποτε ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κατά συνέπεια, η κομποστοποίηση αποτελεί εξειδικευμένη μορφή σταθεροποίησης αποβλήτων κατά την οποία οι συνθήκες υγρασίας και αερισμού είναι τέτοιες που να εξασφαλίζουν την ταχεία ανάπτυξη και επικράτηση θερμοφίλων μικροοργανισμών.**

Ο ορισμός αυτός προσδιορίζει μια ελεγχόμενη βιο-οξειδωτική διαδικασία η οποία:

1. Αφορά ετερογενή οργανικά υλικά σε στερεά κατάσταση
2. Περνάει από μια αρχική φάση αποδόμησης κατά την οποία αναπτύσσονται θερμοκρασίες της θερμόφιλης περιοχής και παράγονται πρόσκαιρα φυτοτοξικές ουσίες και
3. Οδηγεί σε μια κατάσταση σταθεροποίησης, το τελικό προϊόν της οποίας χαρακτηρίζεται ως ώριμη κομπόστα.

Κατά συνέπεια, χειρισμοί και προϊόντα που δεν πληρούν τις πιο πάνω προϋποθέσεις δεν πρέπει να χαρακτηρίζονται με τους όρους «κομποστοποίηση» και «κομπόστα». Στους παραπάνω ορισμούς δεν ανήκουν τα προϊόντα που παράγονται κάτω από ανεξέλεγκτες ή ανεπαρκώς ελεγχόμενες συνθήκες. Υπό αμφισβήτηση τίθενται περιπτώσεις προϊόντων που έχουν παραχθεί είτε βεβιασμένα, είτε με άσκοπα παρατεταμένες διαδικασίες (Μπαλής, 1990).

Οποιοδήποτε μίγμα στερεών οργανικών υλικών του οποίου η περιεκτικότητα σε ξηρή οργανική ουσία είναι άνω του 20% μπορεί να κομποστοποιηθεί (βλέπε πίνακα 3 ). Για να λειτουργήσει το σύστημα της κομποστοποίησης πρέπει να καλυφθούν οι ανάγκες που αφορούν τις πηγές άνθρακα, ενέργειας και αζώτου, δηλαδή οι βασικές ανάγκες των μικροοργανισμών. Οι πηγές αυτές πρέπει να παρέχονται σε τέτοιες αναλογίες που να

εξασφαλίζουν όση ακριβώς ενέργεια χρειάζεται για να μετατραπεί όλη η ποσότητα του αζώτου που περιέχεται στο υλικό κομποστοποίησης, σε μικροβιακό άζωτο.

Ο λόγος C/N των οργανικών υλικών ποικίλει σημαντικά. Στο εδαφικό περιβάλλον, αν ο λόγος C/N είναι κάτω του 20, το περιεχόμενο άζωτο είναι κατά κανόνα επαρκές για την αποδόμηση της οργανικής ύλης από τη μικροβιακή χλωρίδα του εδάφους. Αν όμως ο λόγος αυτός είναι μεγαλύτερος, δημιουργούνται δηλαδή συνθήκες πενίας αζώτου που πρόσκαιρα επιβάλλουν την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων. Στην περίπτωση της κομποστοποίησης έχει βρεθεί ότι η πλέον ευνοϊκή τιμή του λόγου C/N είναι της τάξεως του 30-35. Σε αρκετές περιπτώσεις υλικών δε χρειάζεται να γίνει καμιά διορθωτική παρέμβαση στην τιμή του λόγου C/N (π.χ. υπολείμματα εκκοκκιστηρίων βάμβακος).

Σε άλλες περιπτώσεις, πρέπει είτε να προστεθεί άζωτο, είτε να αναμιχθούν διάφορα υλικά σε τέτοιες αναλογίες ώστε να προκύψει ένα πιο εξισορροπημένο υπόστρωμα (Μπαλής, 1990).

**Πίνακας 3.** Υλικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν υπόστρωμα κομποστοποίησης

ΠΗΓΕΣ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΥΛΙΚΑ
Βιομηχανίες ξύλου	Φλοιός δένδρων, ροκανίδια
Υφαντουργεία	Υπολείμματα από λινό, βαμβάκι και μαλλί
Βιομηχανίες τροφίμων	Υπολείμματα από σόγια, φρούτα, καφέ, τσάι, κ.α.
Καπνοβιομηχανίες	Σκόνη καπνού, νεύρα φύλλων καπνού.
Καλλιέργεια μανιταριών	Χρησιμοποιημένο κομπόστ από μανιτάρια
Γεωργικές βιομηχανίες	Υπολείμματα εκκοκκισμού βάμβακος, ελαιοπυρήνας, λιόφυλλα, άχυρο, φλοιοί ρυζιού.
Κτηνοτροφικές μονάδες	Κοπριά από πουλερικά, χοίρους κ.α.
Απορρίμματα πόλεων	Υπολείμματα από πάρκα, οργανικό κλάσμα σκουπιδιών, λάσπες βιολογικού καθαρισμού.
Γεωργικές εκμεταλλεύσεις	Υπολείμματα καλλιεργειών, φύλλα και κλαδιά δενδροκομιών, κληματίδες.
Φυσικές πηγές	Οργανικά αποθέματα.

### 3.3. Ο λόγος C/N (άνθρακας προς άζωτο)

Στην κομποστοποίηση των γεωργικών παραπροϊόντων, υπολειμμάτων και αποβλήτων σημαντικό ρόλο παίζει ο λόγος C/N και παρ'όλο ότι υπάρχουν και άλλοι λόγοι στοιχείων, αυτοί σπάνια λαμβάνονται υπ'όψιν. Ο λόγος C/N είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την συνολική ισορροπία των θρεπτικών στοιχείων καθώς και για τον καθορισμό της δυνατότητας κομποστοποίησης ενός αποβλήτου αλλά επίσης και της πρακτικότητας της κομποστοποίησης σαν μέσω διαχείρισης των αποβλήτων. Για τους μικροοργανισμούς ο διαθέσιμος C είναι μια τεράστια πηγή ενέργειας, γι'αυτό και οι απαιτήσεις τους σε C είναι πολύ μεγαλύτερες από ότι σε N το οποίο συμβάλλει στην ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό, διότι είναι συστατικό του πρωτοπλάσματος και άλλων κυτταρικών συστατικών όπως ενώσεων και οργανιδίων.

#### 3.3.1. Η αναλογία C/N και ο ρόλος της στην κομποστοποίηση

Οι μικροοργανισμοί κατά την αποδόμηση των οργανικών υλικών χρησιμοποιούν ένα μέρος από τον οργανικό άνθρακα, που μεταβολίζουν για την δόμηση των κυτταρικών τους συστατικών και τον υπόλοιπο τον οξειδώνουν σε CO<sub>2</sub> (διοξείδιο του άνθρακα) για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Η αφομοιωτική ικανότητα των μικροοργανισμών είναι κατά μέσο όρο γύρω στο 30 – 35%, δηλαδή ανέρχεται περίπου στο 1/3 του άνθρακα που μεταβολίζουν (Alexander, 1997). Η τιμή της αναλογίας στο μικροβιακό κύτταρο κυμαίνεται από ομάδα σε ομάδα μικροοργανισμών αλλά θεωρείται κατά μέσο όρο ότι είναι ίση με 10/1 (Walkman και Starkey, 1931).

Από τα στοιχεία αυτά μπορούμε να βγάλουμε εύκολα το συμπέρασμα, ότι για κάθε μέρος αζώτου, που προσλαμβάνουν οι μικροοργανισμοί αφομοιώνουν δέκα και οξειδώνουν 20 μέρη άνθρακα σε CO<sub>2</sub>. Οπότε κατά μέσο όρο η καλύτερη τιμή της αναλογίας C/N για την αποδόμηση των οργανικών υλικών είναι ίση με 30/1. Στην πράξη όμως αυτή η τιμή της αναλογίας παρουσιάζει ορισμένες διακυμάνσεις μεταξύ των διαφόρων οργανικών υλικών. Τα αίτια της αποκλίσεως αυτής από την θεωρητικά βέλτιστη τιμή είναι βασικά οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των υλικών αυτών, ως προς τις μορφές, με τις οποίες εμφανίζεται σ'αυτά τόσο ο άνθρακας όσο και το άζωτο. Για παράδειγμα μια μορφή άνθρακα, όπως η λιγνίνη, που προσβάλλεται δύσκολα από τους μικροοργανισμούς, περιορίζει τον διαθέσιμο άνθρακα και αυξάνει την ιδανική τιμή της αναλογίας, ενώ αντίθετα μια εύκολα αποδομήσιμη μορφή, όπως είναι τα διαλυτά σάκχαρα, αυξάνει την διαθέσιμη ποσότητα άνθρακα και περιορίζει αντίστοιχα την ιδανική τιμή της αναλογίας.

Τα διάφορα υπολείμματα και υποπροϊόντα της γεωργικής παραγωγής και των διαφόρων γεωργικών βιομηχανιών έχουν συνήθως μια υψηλή αναλογία C/N, που στην περίπτωση του άχυρου του σιταριού φθάνει το 128/1 και στα πριονίδια το 511/1, ενώ στα δημοτικά σκουπίδια κυμαίνεται κατά μέσο όρο γύρω στο 35/1 και στην κοπριά γύρω στο 14/1 (Gotaas, 1956). Είναι λοιπόν φανερό, ότι για να έχουμε ιδανικές συνθήκες για κομποστοποίηση θα πρέπει ο λόγος C/N σ'όλα τα υλικά να προσαρμοστεί γύρω στο 30/1, είτε με προσθήκη ανόργανων μορφών αζώτου, όταν ο λόγος είναι υψηλός, είτε με προσθήκη υλικών πλούσιων σε άνθρακα, όταν αυτός είναι χαμηλός. Η καλύτερη περίπτωση πάντως είναι η βελτίωση το λόγου C/N να γίνεται με ανάμιξη υλικών, που να εξασφαλίζουν την κατάλληλη αναλογία. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η σχέση C/N στα διάφορα οργανικά υλικά .

**Πίνακας 4. Σχέση C/N στα διάφορα οργανικά υλικά**

<b>ΥΛΙΚΑ</b>	<b>ΛΟΓΟΣ C/N</b>
Ούρα ζώων	0,8
Αιματάλευρα	3
Απορρίμματα ιχθύων	4
Κοπριά πουλερικών	4
Απομεινάρια κρέατος	6
Διάφορα πράσινα μέρη φυτών	7
Χούμος εδάφους	10
Κοπριά (αγελάδων-προβάτων) χωνεμένη 8 μήνες	10
Τριφύλλι (φυτά νεαρής ηλικίας)	12
Νωπά χόρτα	12
Χλοοτάπητας	12
Κοπριά χωνεμένη χωρίς χώμα 4 μήνες	15
Ξηρά στελέχη οσπρίων	15
Ξηρά χόρτα	19
Φύκια	19
Μηδική	16-20
Κοπριά χωνεμένη	20
Αναμιγμένα απορρίμματα κήπου	20
Φρέσκια κοπριά αγελάδων με λίγα άχυρα	20
Υπολείμματα εκκοκκισμού βάμβακος	22
Υπολείμματα καλλιέργειας τριφυλλιού	23
Υπολείμματα κουζίνας	23
Ακατέργαστα απορρίμματα	25
Υπολείμματα φυτού πατάτας	25
Κοπριά βοοειδών	27
Νωπά φύλλα	30
Βελόνες πεύκων	30
Φρέσκια κοπριά αγελάδων με πολλά άχυρα	30
Φύλλα ελιάς	33



Σίκαλη (πράσινα φυτά)	36
Ξηρά φύλλα	45
Άχυρα βρώμης	48
Φύλλα οπωροφόρων δένδρων	50
Ανοιχτόχρωμη τύρφη	50
Εκχειλισμένος ελαιοπυρήνας	52
Καλάμια αραβόσιτου	60
Άχυρα σίκαλης	65
Άχυρα σιταριού	125
Άχυρα δημητριακών	50-150
Φρέσκο πριονίδι	208
Χωνεμένο πριονίδι	511

Πηγή: Φουντής, Μάιερ, Πανάγος, 1987 – Σιμώνης 1987.

### 3.4. Διαδικασία κομποστοποίησης

Η διαδικασία της κομποστοποίησης για να ολοκληρωθεί διέρχεται από τέσσερις φάσεις όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Στην πρώτη φάση, που ονομάζεται φάση **αποδόμησης**, πραγματοποιείται η διάσπαση των απλούστερων μεγαλομοριακών ενώσεων όπως είναι τα σάκχαρα. Η διάσπαση γίνεται με τη βοήθεια βακτηρίων. Η βέλτιστη θερμοκρασία για τους μικροοργανισμούς αυτούς είναι οι 15-35 °C, είναι θερμοκρασίες σχετικά χαμηλές με αποτέλεσμα οι οργανισμοί να ονομάζονται ψυχρόφιλοι (Μανιός, 2001). Σε τέτοιες θερμοκρασίες απαντώνται και κάποιοι μύκητες. Κατά την πραγματοποίηση των εξώθερμων διεργασιών παράγεται θερμότητα με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας η οποία μπορεί να φθάσει τους 60-65 °C ή και περισσότερο. Μεγαλύτερες θερμοκρασίες είναι ανεπιθύμητες και πρέπει να παρεμποδίζεται η εμφάνισή τους. Ανεπιθύμητες όμως είναι και οι θερμοκρασίες κάτω από τους 40 °C γιατί οδηγούν στην επιβράδυνση της διαδικασίας της κομποστοποίησης. Εάν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 40 °C διαβρέχουμε το σωρό με σακχαρούχο διάλυμα 4% κατά βάρος ώστε να ανεβάσουμε τη θερμοκρασία. Η διάρκεια της πρώτης φάσης είναι πολύ μικρή και μπορεί να κρατήσει και μόνο μία ημέρα.

Σύντομα η θερμοκρασία πέφτει κάτω από 50°C και σηματοδοτεί την είσοδο στη δεύτερη φάση ή **φάση του μετασχηματισμού**. Εδώ η θερμοκρασία θα παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ 45 και 30°C ενώ οι μύκητες θα αναλάβουν τον πρωτεύοντα ρόλο στη διάσπαση των πιο σταθερών ουσιών (ημικυτταρίνες, κυτταρίνες).

Μετά από 2 έως 3 μήνες όταν η θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 30°C αρχίζει η τρίτη φάση ή **φάση της δόμησης**. Ενώ συνεχίζεται η διάσπαση των πολύ σταθερών ουσιών (λιγνίνη) αρχίζει η οικοδόμηση των χουμικών ενώσεων (χουμικά οξέα, φουλβικά οξέα,

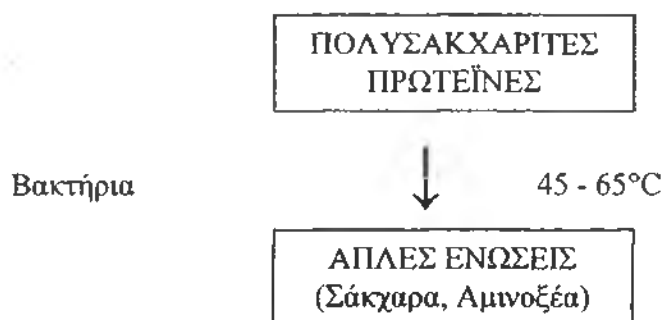
χουμίνη). Εισέρχονται στο σωρό έντομα, αραχνοειδή και ο κόκκινος γαιοσκώληκας (*Eisenia foetida*) του οποίου ο ρόλος είναι σημαντικός στην παραγωγή των σταθερών χουμικών ενώσεων.

Καθώς η θερμοκρασία εξισώνεται με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος έχουμε περάσει πια στην τέταρτη και τελευταία φάση της κομποστοποίησης ή **φάση της σταθεροποίησης**, όπου ολοκληρώνεται η παρουσία του γαιοσκώληκα, των αρθρόποδων και διάφορων άλλων οργανισμών.

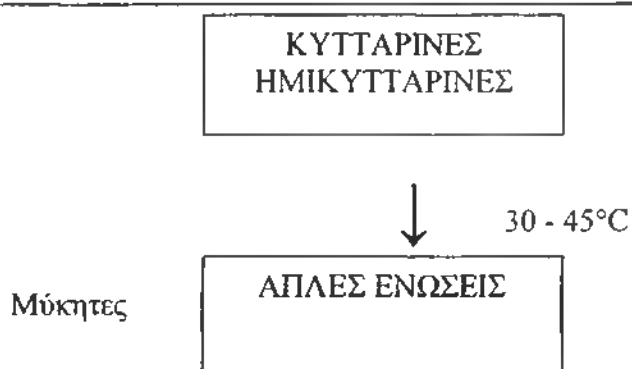
Για την συμπλήρωση και των τεσσάρων φάσεων στο σωρό της κομποστοποίησης απαιτούνται από τρεις έως έξι μήνες ανάλογα με το πόσες αναμοχλεύσεις έχουν γίνει.

### ΦΑΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

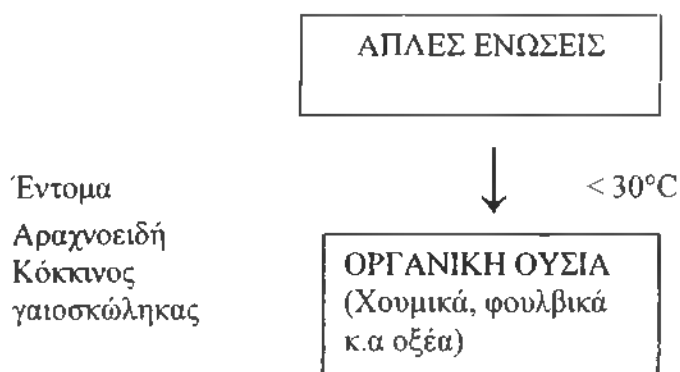
#### ΦΑΣΗ 1<sup>η</sup> : Αποδόμησης



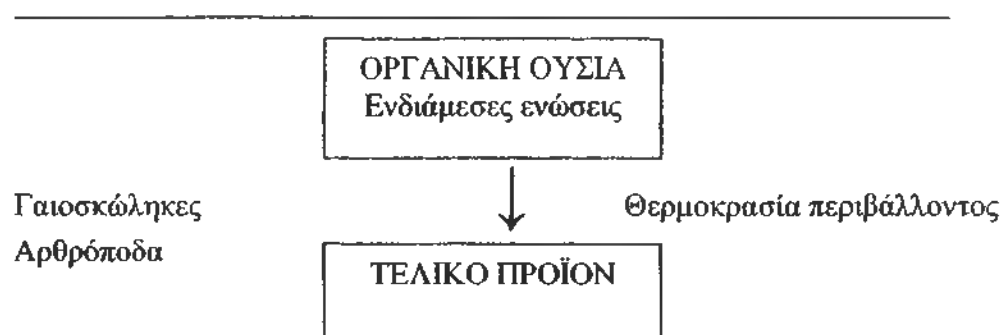
#### ΦΑΣΗ 2<sup>η</sup> : Μετασχηματισμού



#### ΦΑΣΗ 3<sup>η</sup> : Οικοδόμησης



## ΦΑΣΗ 4<sup>η</sup> : Σταθεροποίησης



Σχήμα 1.

### 3.5. Οι μικροοργανισμοί και η κομπόστα

Ο πληθυσμός των μικροοργανισμών που συμμετέχει στην 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.

Οι Walksman και συνεργάτες (1939) σημειώνουν τη διαφοροποίηση σύνθεσης του μικροβιακού πληθυσμού στις διάφορες φάσεις ζύμωσης της κοπριάς σε σχέση με τη θερμοκρασία της ζύμωσης. Ο Eastwood (1952) για πρώτη φορά προσπάθησε να καθορίσει τη διαδοχή των διάφορων μυκήτων σε κομπόστα άχυρου βρώμης ενώ οι Chang και Hudson (1967) συμπλήρωσαν την εργασία αυτή με μια λεπτομερειακή μελέτη της διαδοχής των μυκήτων σε κομπόστα των άχυρων του σιταριού. Επίσης οι ίδιοι σημειώνουν και τις πληθυσμιακές μεταβολές των βακτηρίων και ακτινομυκήτων στις διάφορες φάσεις της ζύμωσης. Αργότερα οι Kane και Mulins (1973) διαπίστωσαν ότι σε μονάδα κομποστοποίησης σκουπιδιών οι θερμοφιλοι μύκητες ήταν παρόντες σ' όλες τις φάσεις της κομποστοποίησης και δεν παρατηρήθηκε καμιά διαδοχή κατά την διάρκεια. Οι ίδιοι απέδωσαν την σημαντική αυτή διαφορά σε σχέση με άλλες εργασίες στην προζύμωση των σκουπιδιών, η οποία σημειώνεται στα δοχεία απορριμμάτων στο θερμό κλίμα της Φλόριδα, όπου έγιναν τα πειράματα..

Η προσπάθεια όμως μελέτης της κομποστοποίησης ως προς τους μικροοργανισμούς, που παίρνουν μέρος σ' αυτήν, δεν σταματά στην ταυτοποίησή τους και στις συνθήκες, που καθένας από αυτούς δρα για την αποδόμηση των οργανικών υλικών. Έγιναν παραπέρα προσπάθειες μελέτης της ενζυμικής δράσης των μικροοργανισμών της κομποστοποίησης

από τους Stutzenberger και συνεργάτες (1970) και τους Hankin και συνεργάτες (1976). Επίσης οι Adams και Dopley (1978) σε εργασία τους πάνω στο ίδιο θέμα τονίζουν την περιορισμένη πληροφόρηση πάνω στα εξωκυτταρικά ένζυμα των θερμοφίλων μυκήτων.

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

### 3.6. Αλληλεπιδράσεις μικροοργανισμών στην κομποστοποίηση

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 την παρουσία των απαραίτητων μικροοργανισμών (κατά προτίμηση αυτοχθόνων) και από την εξασφάλιση συνθηκών, που συμβάλλουν στην μικροβιακή δραστηριότητα και τον πολλαπλασιασμό. Αυτές οι συνθήκες περιλαμβάνουν την θρέψη και το φυσικό και χημικό περιβάλλον των μικροβίων. Η μορφή των θρεπτικών ουσιών 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 επόμενη ομάδα, που θα ακολουθήσει. Αυτή η χαρακτηριστική, παράλληλη δράση, που έχει αναγνωρισθεί και είναι γνωστή εδώ και χρόνια στη "Συμβατική Μικροβιολογία" καλείται "συν-τροφισμός", και αναφέρεται στις θρεπτικές και μεταβολικές αλληλεπιδράσεις δυο ή περισσότερων ομάδων βακτηρίων όταν αυτά αναπτύσσονται σαν μικτή καλλιέργεια. Μερικές φορές αυτό αναφέρεται και ως "συνεργισμός". Μέσω του "συν-τροφισμού" (συνεργισμού) προϊόντα μεταβολισμού που παράγονται από έναν μικροοργανισμό μπορεί 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 δυο ή και περισσότερων διαφορετικού τύπου μικροοργανισμών που τοποθετούνται μαζί σ' ένα περιβάλλον, για παράδειγμα υπόστρωμα για κομποστοποίηση, μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα προϊόντα που 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 δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν την γλυκόζη σαν υπόστρωμα, αλλά

μπορούν να αναπτυχθούν χρησιμοποιώντας τα προϊόντα ζύμωσης, που σχηματίζονται από τα περισσότερα βακτήρια που αποδομούν την γλυκόζη. Έτσι μια μικτή καλλιέργεια από βακτήρια, που ζυμώνουν το άμυλο και βακτήρια, που παράγουν μεθάνιο, μπορεί να παράγει μεθάνιο από άμυλο.

Όπως και στην φύση, η συνεργιστική (συν-τροφική) αποδόμηση της οργανικής ύλης είναι η φυσιολογική πορεία των γεγονότων έτσι συμβαίνει και στην κομποστοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων και αποβλήτων. Στην φύση όλοι οι τύποι μικροοργανισμών αναπτύσσονται μαζί και συνεισφέρουν στην "ανακύκλωση της ύλης". Ιδιαίτερος ενδιαφέροντα παραδείγματα "συν-τροφισμού" παρατηρούνται μεταξύ καλλιεργειών, κάποιες από τις οποίες μπορεί να απαιτούν ένα συγκεκριμένο παράγοντα αύξησης. Σε τέτοιες μικτές καλλιέργειες, κάποιος μικροοργανισμός μπορεί να παράγουν μικρές ποσότητες βιταμινών ή αμινοξέων (παράγοντες αύξησης) που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη άλλων. Μια τέτοια περίπτωση συχνά ορίζεται ως "διασταυρούμενη διατροφή" (cross feeding).

Αμοιβαίο "cross feeding" συμβαίνει όταν όλοι οι μικροοργανισμοί εξαρτώνται ο ένας από τον άλλο για απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία σε ένα περιβάλλον που είναι περιοριστικό σε θρεπτικούς παράγοντες. Επειδή απαιτούνται συγκεκριμένες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, οι θρεπτικές ανάγκες μπορούν να συμπληρωθούν μεταξύ τους και τέτοιοι μικροοργανισμοί μπορούν να αναπτυχθούν μαζί σε ένα μέσο που στερείται ζωτικών παραγόντων αύξησης γι' αυτούς. Το "cross feeding" είναι μια απλή μορφή της συμβιωτικής σχέσης γνωστής ως "αμοιβαιότητα".

### 3.7. Τα πλεονεκτήματα της κομποστοποίησης

Μπορούμε να πούμε πως με τη κομποστοποίηση:

- Εξοικονομούμε ενέργεια διότι η παραγόμενη κομπόστα υποκαθιστά ή μειώνει τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, τα οποία είναι απαραίτητα για τις καλλιέργειες. Έτσι επιτυγχάνεται μείωση της αντίστοιχης ενέργειας που δαπανάται για την παραγωγή τους.
- Εξασφαλίζει ταχεία μείωση του όγκου και του βάρους του αρχικού υλικού λόγω της εξάτμισης του νερού και της αποδόμησης των οργανικών υλικών. Έτσι αυξάνεται η συγκέντρωση θρεπτικών υλικών ανά μονάδα όγκου και μειώνεται το κόστος αποθήκευσης και μεταφοράς.
- Εξουδετερώνει τις δυσάρεστες οσμές καθώς και απαλλάσσει τα υλικά από την παρουσία διάφορων οργανισμών (π.χ. μύγες και ποντίκια) που κατά κανόνα συνοδεύουν τα

αποσυντιθέμενα απορρίμματα και οι οποίοι είναι ξενιστές επικίνδυνων ασθενειών για τη δημόσια υγεία.

- Το υλικό εξυγιαίνεται, διότι στις παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της θερμοφιλης φάσης, θανατώνονται οι σπόροι ζιζανίων, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και τα παράσιτα που ενδεχομένως να υπάρχουν στο αρχικό υλικό.
- Η ώριμη κομπόστα βελτιώνει τη σταθερότητα και την γονιμότητα του εδάφους. Δεν εκδηλώνονται φυτοτοξικά φαινόμενα όπως στο μη κομποστοποιημένο αρχικό υλικό και δρα ευεργετικά στη ριζόσφαιρα των φυτών.
- Η κομποστοποίηση απορριμμάτων υψηλής υγρασίας αυξάνει την χωρητικότητα και την αποτελεσματικότητα λειτουργίας των μονάδων καύσης. Ακόμα γίνεται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, εφόσον υπάρχουν υψηλά ποσοστά υγρασίας. Παράλληλα μειώνεται η θερμοκρασία καύσης, γεγονός που διευκολύνει το σχηματισμό διοξινών.
- Αυξάνει τη χωρητικότητα των χωματερών, επειδή τα οργανικά κλάσματα καταλαμβάνουν κατά κανόνα ένα σημαντικό ποσοστό στο σύνολο των απορριμμάτων.

## **4. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

### **4.1. Υποπροϊόντα οινοποιείων – τσάμπουρο (G.M.)**

Η παραγωγή σταφυλιών προς οινοποίηση στην Ελλάδα σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας για την πενταετία 1996 – 2000 ήταν κατά μέσο όρο 524.780 τόνοι. Η παραγωγή οίνου την ίδια περίοδο ήταν σε μέση τιμή 383.000 τόνοι (73% του βάρους των σταφυλιών). Από την παραπάνω ποσότητα οίνου οι 133.000 τόνοι προέρχονται από την χωρική οινοποίησης, ενώ οι 250.000 τόνοι από οργανωμένα οινοποιεία. Τα στέμφυλα (νωπή πούλπα, γίγαρτα, βόστρυχοι) αποτελούν υποπροϊόντα των οινοποιείων και παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την αξιοποίηση τους.

Αν λάβουμε υπόψη ότι από τα 100 kg σταφυλιών προς οινοποίηση τα νωπά στέμφυλα είναι περίπου το 27%, στην Ελλάδα στην πενταετία 1996 – 2000 παρήχθησαν περίπου 142.000 τόνοι στέμφυλα, 65% των οποίων (92.000 τόνοι) από τα οργανωμένα οινοποιεία και 35% (50.000 τόνοι) από την χωρική οινοποίηση. Αν ληφθεί υπόψη πως υπάρχει και μια μεγάλη ποσότητα υπολειμμάτων από τα επιτραπέζια σταφύλια (απόρογα)

που πετάγεται, η συνολική ποσότητα των παραπροϊόντων οινοποιείων είναι ακόμα μεγαλύτερη.

Υπολογίζεται πως από 100 kg νωπά στέμφυλα παραλαμβάνονται 30 kg νωπή πούλλα, 25 kg νωπά γίγαρτα και 20 kg βόστρυχοι. Το υπόλοιπο αντιπροσωπεύει απώλειες κυρίως υπό υγρή μορφή. Συνεπώς από τους 142.00 τόνους νωπά στέμφυλα έχουμε για αξιοποίηση περίπου 42.500 τόνους νωπή πούλλα, 35.000 τόνους γίγαρτα και 28.000 τόνους βοστρύχους. Αυτά τα υποπροϊόντα δεν αξιοποιούνται βιομηχανικά, παρά μόνο σε πολύ μικρό ποσοστό για ζωοτροφές και για παραγωγή τσίπουρου.

Για καλύτερη αξιοποίηση θα μπορούσε η πούλλα να κομποστοποιηθεί, ύστερα από ανάμειξη με άλλα ανόργανα συστατικά και να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα ή ως αναβαθμισμένη ζωοτροφή, κάτι που γίνεται στη Γαλλία. Ο γίγαρτοπλακούντας μετά την παραλαβή του γιγαρτελαίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή. Επίσης υδατικά εκχυλίσματα των στέμφυλων οινοποιίας μπορεί να ζυμωθούν με ειδικές καλλιέργειες και να παραχθούν ουσίες υψηλής προστιθέμενης αξίας και καθαρότητας όπως ο πολυσακχαρίτης *Pullulan* (Israilides et. Al, 1999) ή και να γίνει αλκοολική ζύμωση για παραλαβή της αλκοόλης.

#### **4.2. Υποπροϊόντα ελαιουργείων**

Με την επεξεργασία του ελαιοκάρπου παραλαμβάνουμε ως κύριο προϊόν το ελαιόλαδο αλλά και υποπροϊόντα και απόβλητα. Τα υποπροϊόντα που παραλαμβάνουμε εκτός από το λάδι είναι τα εξής:

α) ελαιοπυρήνα (λιοκόκκια) που συνίσταται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (εξωκάρπιο, σαρκώδες μεσοκάρπιο, αποξυλωμένο ενδοκάρπιο), υπολείμματα ελαίου και ένα ποσοστό υγρασίας,

β) λιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιόκαρπο και

γ) μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα αποβλήτων, γνωστά ως κατσίγαρος, λιόζουμο, ή μούργες. Τα υγρά απόβλητα αποτελούνται κατά βάση από το ζεστό και κρύο νερό που προστίθεται κατά τη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο και από τους φυτικούς χυμούς που απελευθερώνονται μετά την σύνθλιψη του ελαιοκάρπου και τη μάλαξη της ελαιοζύμης. Οι σχετικές μέσες ποσότητες ελαιολάδου, στερεών υπολειμμάτων και λιόζουμων που προκύπτουν από την επεξεργασία 100 Kg ελαιοκάρπου δίδονται στον παρακάτω πίνακα 5.

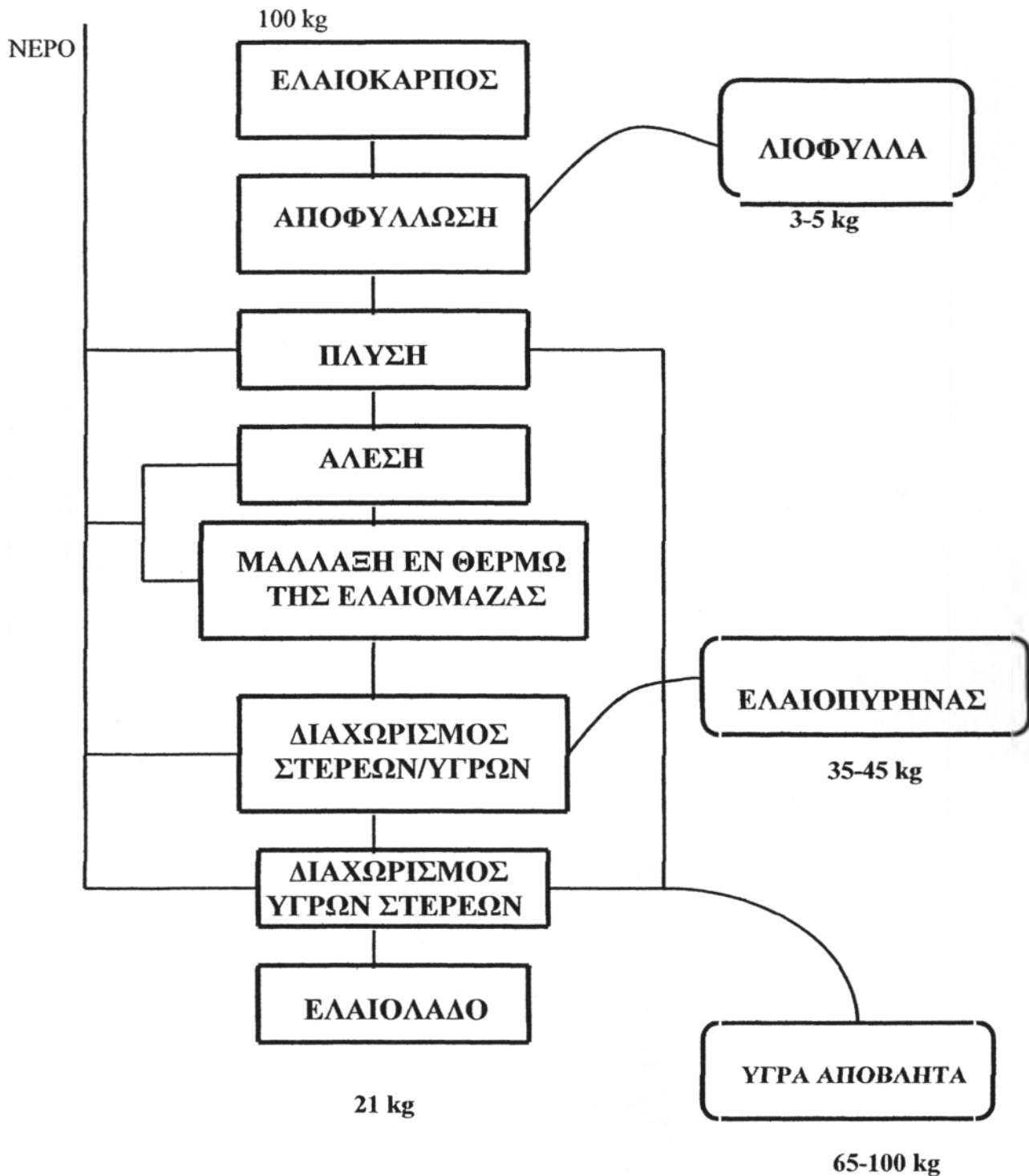
**Πίνακας 5:** Μέσες ποσότητες ελαιολάδου και στερεών και υγρών υπολειμμάτων από την επεξεργασία 100 Kg ελαιοκάρπου με νερό.

<b>Προϊόντα και υπολείμματα</b>	<b>Σχετική ποσότητα (Kg)</b>
Ελαιόλαδο	21
Λιόφυλλα	3-5
Ελαιοπυρήνας	35-45
Λιόζουμα	65-175

Περιβαλλοντικά προβλήματα αποβλήτων δεν αναφέρονται και μάλλον δεν υπήρχαν, ή δεν ήταν σοβαρά στο παρελθόν. Φαίνεται ότι το πρωτόγονο σύστημα της χωρικής, σχεδόν κλειστής οικονομίας, δεν δημιουργούσε απόβλητα. Υπάρχουν μαρτυρίες ότι τα υποπροϊόντα των ελαιοτριβείων έβρισκαν ποικίλους τρόπους αξιοποίησης. Πολλοί αγρότες χρησιμοποιούσαν τα λιόζουμα για την βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών, μια πρακτική που συνιστούσε πριν 2000 χρόνια στα «Γεωργικά» του ο Κάτων, ενώ οι πλούσιες σε υπολείμματα λαδιού μούργες χρησιμοποιούνταν στην παραγωγή σαπουνιού. Έπειτα, ο ελαιοπυρήνας, τα γνωστά λιοκόκκια των παραδοσιακών μικρών ελαιοτριβείων, ήταν αρκετά πλούσιος σε υπολείμματα ελαίου και χρησιμοποιούνταν σαν πρόσθετο κτηνοτροφών και σαν καύσιμο. Στα σύγχρονα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία η παραλαβή του ελαιολάδου είναι αποτελεσματικότερη και κατά συνέπεια τα λιοκόκκια που προκύπτουν είναι φτωχότερα σε λάδι και η κτηνοτροφική τους αξία μειωμένη. Έπειτα, υποβάλλονται σε εκχύλιση στα πυρηνελαιουργεία για την παραλαβή του πυρηνελαίου. Το πυρηνόξυλο που απομένει αξιοποιείται προς το παρόν σαν καύσιμο.

Η σύσταση των αποβλήτων (λιόζουμα, κατσίγαρος) για τον ίδιο ελαιοκαρπο εξαρτάται κυρίως από τις ποσότητες του νερού που χρησιμοποιούνται στις φάσεις επεξεργασίας μεταξύ διαφόρων ελαιοτριβείων, οι οποίες διαφέρουν στους διάφορους τύπους αλλά και μπορεί να ποικίλουν σημαντικά ακόμα και για τον ίδιο τύπο ελαιοτριβείου ανάλογα με την εφαρμοζόμενη πρακτική. Πέραν αυτού, οι διακυμάνσεις στη σύσταση των αποβλήτων εξαρτώνται από την ποιότητα του νερού, την ποικιλία και το στάδιο ωρίμανσης του ελαιοκάρπου.





Σχήμα 2. Γενικευμένο διάγραμμα ροής επεξεργασίας του ελαιοκάρπου (Μπαλής, 1983)

#### 4.2.1. Υγρά απόβλητα ελαιουργείων (λιόζουμα, κατσίγαρος) – (O.M.W.)

Τα λιόζουμα ή κατσίγαρος χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά υψηλό οργανικό φορτίο (σχεδόν διπλάσιο σε σύγκριση με αυτό των αστικών αποβλήτων), τεράστιο όγκο παραγωγής με εξαιρετικά άνιση ετήσια κατανομή (όλος σχεδόν ο όγκος παράγεται αποκλειστικά κατά

τους τρεις χειμερινούς μήνες) και τη δυνατότητα πρόκλησης φαινομένων βιοτοξικότητας σε φυσικά και γεωργικά οικοσυστήματα, που αποδίδονται κυρίως σε φαινολικά συστατικά και μικρομοριακά λιπαρά οξέα. Ο κατσίγαρος είναι ένα σκούρου χρώματος, θολό, όξινο και χαρακτηριστικής οσμής γαλάκτωμα. Είναι πλούσιο σε διαλυτά στο νερό οργανικά και ανόργανα υλικά καθώς και σε αδιάλυτα λεπτά οργανικά τεμαχίδια υπό μορφή αιωρήματος και σταγονίδια υπολειμμάτων ελαίων. Τα όρια μέσα στα οποία κυμαίνονται οι τιμές των κυριότερων φυσικοχημικών του χαρακτηριστικών δίδονται στον παρακάτω πίνακα 6.

**Πίνακας 6:** Κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων (κατσίγαρος) των ελαιοτριβείων.

<b>Παράμετρος</b>	<b>Όρια τιμών</b>
Νερό	83-94%
Οργανικά συστατικά	4-16%
Ανόργανα συστατικά	1-2%
Πυκνότητα	1,024 gr/cm <sup>3</sup>
Αγωγιμότητα	8000-16000 μs/cm
pH	4,5-6,5
Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD <sub>5</sub> )	14000-110000 mg/l
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	41400-130000 mg/l

Τα συστατικά του λιόζουμου μπορούν να επηρεάσουν άμεσα ή και έμμεσα την αύξηση των φυτών μέσω της εδαφικής μικροχλωρίδας η οποία μπορεί να το χρησιμοποιήσει σαν υπόστρωμα, ή να το μετατρέψει σε άλλα προϊόντα, όπως τοξίνες, ρυθμιστές αύξησης και σταθεροποιητές εδάφους. Είναι γενικά αποδεκτό, μολονότι δεν έχει αποδειχτεί σε όλες τις περιπτώσεις, πως η φυτοτοξική δράση του λιόζουμου οφείλεται στα φαινολικά του συστατικά. Αν δεχθούμε την βασική αρχή ότι οι περισσότερες ουσίες μπορεί να καταστούν τοξικές αν δοθούν σε υψηλές δόσεις οδηγούμεθα στο συμπέρασμα ότι το λιόζουμο πράγματι συγκροτεί μια μεγάλη δεξαμενή φυτοτοξικών ουσιών, οι οποίες αν συσσωρευτούν στην περιοχή της ριζόσφαιρας είναι ικανές να αποτελέσουν σοβαρούς ανισχετικούς παράγοντες της αύξησης των φυτών. Εδώ αξίζει να σημειωθεί, ότι πολλές από τις φαινολικές ουσίες που εμφανίζονται στον πιο κάτω πίνακα (πίνακα 7), όπως το φερουλικό, το π-κουμαρικό, το π-υδροξυβενζοϊκό και το βανιλικό οξύ, είναι ευρέως διαδεδομένα στο έδαφος, αλλά σπάνια συσσωρεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

Η υψηλή περιεκτικότητα του λιόζουμου τόσο σε ανόργανα όσο και σε οργανικά συστατικά το καθιστούν πιθανή πηγή θρεπτικών ουσιών και ενέργειας για πολυάριθμους μικροοργανισμούς. Αντίθετα, έχει διαπιστωθεί ότι κάποια από τα συστατικά, ιδιαίτερα τα

φαινολικά, παρουσιάζουν ισχυρή επισχετική δράση έναντι ορισμένων βακτηρίων και μυκήτων του εδάφους.

Το πιο σημαντικό από ποσοτικής απόψεως μέρος του οργανικού κλάσματος είναι τα σάκχαρα. Οι πολυφαινόλες και οι λιπαρές ουσίες, μολονότι ποσοτικά υποδεέστερες, είναι από ποιοτικής απόψεως τα πιο σημαντικά συστατικά διότι προσδίδουν στον κατσίγαρο ανεπιθύμητες φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες (χρώμα, φυτοτοξικότητα).

Τα ανόργανα συστατικά του κατσίγαρου όπως το κάλιο, το μαγνήσιο, ο φώσφορος και πολλά ιχνοστοιχεία, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της λιπαντικής τους αξίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πλείστα των στοιχείων απαντώνται υπό μορφή ενώσεων με άλλα οργανικά κυρίως συστατικά και δεν είναι άμεσα διαθέσιμα στα φυτά. Μπορούν όμως να καταστούν διαθέσιμα και να αξιοποιηθούν αν ο κατσίγαρος υλοστεί την αποδομητική δράση μικροοργανισμών, ανάλογη με αυτή που παρατηρείται στα οργανικά λιπάσματα.

Μεταξύ των σακχάρων τα πιο σημαντικά είναι: η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η μανόζη, η ραφινόζη, η γαλακτόζη, η ξυλόζη, η ραμινόζη και η αραβινόζη. Από τις πολυαλκοόλες οι κυριότερες είναι η γλυκερίνη και η μαννιτόλη. Στις αζωτούχες ουσίες περιλαμβάνονται η προλίνη, η ιστιδίνη, γλυκίνη, αργινίνη και άλλα 14 αμινοξέα που συνιστούν πρωτεϊνικά και άλλα σύμπλοκα του κατσίγαρου. Τα οργανικά οξέα αποτελούν σημαντικό, ιδιαίτερα από πλευράς φυτοτοξικότητας, κλάσμα που περιλαμβάνει τα οξέα οξικό, φουμαρικό, γαλακτικό, μηλικό, τρυγικό, οξαλικό, κιτρικό. Υπό ορισμένες συνθήκες διάθεσης του κατσίγαρου, όπως λίμνασης ή απόθεσης στο έδαφος σε μεγάλες ποσότητες, είναι δυνατόν να σχηματισθούν επίσης και άλλα οξέα όπως βουτυρικό, προπιονικό, ηλεκτρικό, μυρμηγκικό και ν' αυξηθούν οι συγκεντρώσεις οξικού οξέως. Μια τέτοια εξέλιξη είναι ιδιαίτερα ανεπιθύμητη αφού το σύνολο των δευτερογενών αυτών προϊόντων έχουν έντονες φυτοτοξικές ιδιότητες και πολλά έχουν δυσάρεστη οσμή.

Από τα συστατικά που περιέχονται πρωτογενώς στον κατσίγαρο οι φαινολικές ενώσεις και οι λιπαρές ουσίες, παρουσιάζουν ιδιαίτερο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον διότι:

1. Περιορίζουν το φάσμα και τη δράση των μικροοργανισμών εκείνων που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν και να αποδομήσουν τα άλλα συστατικά.
2. Προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών καθώς και έναντι πολλών ευαίσθητων υδροβίων ζωικών ειδών.
3. Βιοαποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες αλλά σχετικά ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών.

Από τα στοιχεία που παρατέθηκαν γίνεται φανερό ότι ο κασίγαρος είναι ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα μεγάλου οργανικού φορτίου, έχει φυτοτοξικές ιδιότητες και η διάθεση του μπορεί να έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις, περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές ανάλογα με την ικανότητα του αποδέκτη για αυτοκαθαρισμό.

Έρευνες πάνω στα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων (O.M.W.) απέδειξαν ότι ο κασίγαρος αποτελεί ένα πλούσιο και εκλεκτικό μέσο για τον πολλαπλασιασμό των βακτηριδίων που δεσμεύουν το άζωτο. Αυτή η εκλεκτικότητα των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων έναντι των αζωτοδευμετικών μικροοργανισμών του εδάφους οδήγησε στην ιδέα ότι τα βακτήρια αυτά διαθέτουν ενδεχομένως την ικανότητα να βιομετατρέπουν τα απόβλητα. Το υψηλό οργανικό φορτίο επομένως του κασίγαρου, που περιέχει τα βασικά μολυσματικά και φυτοτοξικά συστατικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μικροβιακές κοινότητες που αναπτύσσονται από τέτοιους μικροοργανισμούς. Πράγματι το αζωτοβακτήριο *Azotobacter vinelandi* το οποίο απομονώθηκε από έδαφος που δεχόταν απόβλητα αναπτυσσόταν γρήγορα σε υπόστρωμα κασίγαρου δεσμεύοντας μοριακό άζωτο. Στα θετικά επίσης του κασίγαρου πρέπει να αναγνωρισθεί το γεγονός ότι είναι κατά κανόνα ελεύθερος ενώσεων υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου και δεν περιέχει, όπως άλλοι τύποι βιοχημικών αποβλήτων, βαρέα μέταλλα, αμιάντο ή μη βιοαποδομήσιμες συνθετικές οργανικές ενώσεις.

**Πίνακας 7. Κύρια συστατικά του λιόζουμου**

Συστατικό	Αναλογία %	Κύριες ουσίες
Νερό	83-92	
Λίπη	0,03-1,0	Υπολείμματα ελαίου
Αζωτούχες ενώσεις	1,2-2,4	Γλουταμίνη, Προλίνη, Ιστιδίνη, Γλυκίνη, Αργινίνη, κ.α.
Σάκχαρα	2,0-8,0	Ραφινόζη, Μαννόζη, Σακχαρόζη, Γλυκόζη, Αραβινόζη, Ραμνόζη, κ.α.
Οργανικά οξέα	0,5-1,5	Οξικό, Κιτρικό, Ηλεκτρικό, Γλυκερικό, Γαλακτικό, Μηλικό, Μηλονικό, Οξαλικό, Τρυγικό, κ.α.
Πολυαλκοόλες	0,5-1,5	Γλυκερίνη
Πηκτίνες, Τανίνες	0,4-1,5	
Φαινολικές ενώσεις	0,3-0,8	Φλαβονοειδή (Απεργινίνη, Λουτεολίνη, Κερσετίνη), Φαινόλες (Καφφεικό, Κινναμικό, 2,6-διυδροξυβενζοϊκό, π-υδροξυβενζοϊκό, Συρινγικό, 3,4,5-τριμεθοξυβενζοϊκό, Βανιλικό, Βερατρικό, Φερούλικό, π-Κουμαρικό, Πρωτοκατεχικό, Υδροξυτυροσόλη, Τυροσόλη) Ελαιοευρωπαϊνή, κ.α.
Άλατα	0,4-1,5	K,P,Na,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn,Cu,Cl,S

#### 4.2.2. Στερεά απόβλητα ελαιουργείων– (E.P.C.)

Η θερμόφιλη χώνευση (κομποστοποίηση) αποτελεί εναλλακτική λύση στη διαχείριση, επεξεργασία και αξιοποίηση των αποβλήτων που προκύπτουν κατά τη διαδικασία παραλαβής του ελαιολάδου. Όπως τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων (κατσίγαρος, λιόζουμο), έτσι και τα στερεά (λιόφυλλα, ελαιοπυρήνας) μπορούν να αποδομηθούν σε ένα σύστημα συγκομποστοποίησης. Η πορεία του φαινομένου μπορεί να παρακολουθηθεί με τη μέθοδο της **θερμοβαθμικής αναπνευσιομετρίας (thermogradiant respirometry)** (Μπαλής, *et al.* 1995), κατά την οποία μετριέται σε ένα εύρος θερμοκρασιών, η αναπνευστική δραστηριότητα της μικροχλωρίδας που αναπτύσσεται στο υλικό. Η μελέτη των σχέσεων μεταξύ της αναπνευστικής δραστηριότητας και των θερμοκρασιών χώνευσης προσφέρει πληροφορίες σε ό,τι αφορά τη δυναμική και την αλληλουχία των μικροβιακών πληθυσμών, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την πορεία χώνευσης αλλά επιτρέπει και την ποσοτική εκτίμηση του δυναμικού χώνευσης των διαθέσιμων οργανικών κλασμάτων. Επίσης, παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου του βαθμού ωριμότητας και καταλληλότητας του τελικού προϊόντος για γεωργική χρήση και τον εντοπισμό ενδεχόμενης νοθείας και ανάμειξης με μη χουμοποιημένα κλάσματα.

Στο Ηράκλειο της Κρήτης έγιναν προσπάθειες διερεύνησης της φυτοτοξικότητας της κομπόστας (compost) φύλλων ελιάς σε σχέση με το βαθμό χώνευσης του και ωρίμανσής του (Μανιός, 1982). Τα αποτελέσματα ήταν τα ακόλουθα:

- α) Η ταχεία φάση (χώνευση) των φύλλων ελιάς ολοκληρώνεται μέσα σε τρεις περίπου μήνες,
- β) Η κομπόστα που παράγεται αμέσως μετά τη χώνευση έχει φυτοτοξικές ιδιότητες,
- γ) Η κομπόστα μετά δυο μήνες ωρίμανσης (150 ημέρες συνολικά από την έναρξη χώνευσης) εξακολουθεί να έχει φυτοτοξικές ιδιότητες, αλλά σε περιορισμένο βαθμό,
- δ) Μετά την ωρίμανση 12 μηνών περίπου (440 ημέρες από την έναρξη της χώνευσης) η κομπόστα είναι απαλλαγμένη από φυτοτοξικές ουσίες και
- ε) Μεταξύ των 150 και των 440 ημερών η κομπόστα απαλλάσσεται από τις τοξικές ενώσεις και ταυτόχρονα αποκτά διεγερτικές ιδιότητες για την βλάστηση σπόρων και την ανάπτυξη των φυταρίων τους.

#### 4.3. Υπολείμματα καλλιέργειας μανιταριών *Agaricus bisporus* (S.M.S)

##### για την παραγωγή κομπόστας

Με τον όρο εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών εννοούμε το διστρωματικό αυτό υλικό το οποίο έχει πλήρως αποικιστεί από το μύκητα, έχουν παραχθεί οι καρποφορίες του

και το υλικό έχει υποστεί έναν τέτοιο βαθμό ενζυμικής αποδόμησης ώστε δεν μπορεί να συνεχιστεί περαιτέρω η ανάπτυξη του μυκηλίου. Το υλικό αυτό, είναι πλούσιο σε άζωτο, άνθρακα, φώσφορο, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο και νάτριο, με ελάχιστα βαρέα μέταλλα και αποτελεί κατάλληλο υπόστρωμα για κομποστοποίηση και παραγωγή νέας κομπόστας για χρήση στη βιολογική γεωργία ως εδαφοβελτιωτικού καθώς και για αντικατάσταση της τύρφης όπου αυτή χρησιμοποιείται.

Σύμφωνα με τη συνήθη καλλιεργητική τεχνική στο τέλος της καλλιέργειας των μανιταριών, διοχετεύεται μέσα στο θάλαμο καλλιέργειας ατμός (72 °C για 12 ώρες) προκειμένου να απολυμανθεί αυτό το υπόστρωμα και στη συνέχεια να διοχετευτεί προς περαιτέρω κομποστοποίηση ή άμεση ενσωμάτωση στους αγρούς. Αυτό το υπόστρωμα χρησιμοποιείται στη γεωργία διάφορων κρατών από τη δεκαετία του '60.

Το pH των χρησιμοποιημένων υποστρωμάτων μανιταροκαλλιέργειας κυμαίνεται σε ένα εύρος τιμών από 7 έως 8. Ενδεικτικές τιμές των κύριων θρεπτικών που περιέχουν τα υλικά αυτά δίνονται στον πίνακα 8.

**Πίνακας 8:** Λιπαντικά στοιχεία στην ξηρή ουσία ενδεικτικού χρησιμοποιημένου υποστρώματος μανιταροκαλλιέργειας

N (%)	P (%)	K (%)
1,93	0,36	2,35

Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα λόγω των θρεπτικών στοιχείων που περιέχουν και ως εδαφοβελτιωτικά, για την βελτίωση των φυσικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εδαφών. Η εφαρμογή φρέσκων χρησιμοποιημένων υποστρωμάτων μανιταροκαλλιέργειας είναι δυνατόν να προκαλέσει τα προβλήματα που προκαλεί η εφαρμογή μη αποδομημένης οργανικής ουσίας, όπως αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, απελευθέρωση αμμωνίας και πρόκληση φυτοτοξικότητας. Γι' αυτό το λόγο είναι χρήσιμο να υφίστανται περαιτέρω κομποστοποίηση. Πάντως, ελάχιστοι σπόροι ζιζανίων, έντομα και παθογόνα αναμένονται να βρίσκονται στο υλικό αυτό επειδή παστεριώνεται κατά τη διαδικασία της μανιταροκαλλιέργειας

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

### 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο αυτής της μελέτης είναι η αξιολόγηση της επίδρασης της οργανικής λίπανσης με σύνθετα μείγματα φυτικών υπολειμμάτων (composts) πάνω στην ανάπτυξη και παραγωγή του μαρουλιού. Ως πειραματικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν φυτά μαρουλιού ποικιλίας *Corsica*. Από τις 22 του Αυγούστου του 2003 μέχρι τις 29 Σεπτεμβρίου του ίδιου έτους, 280 φυτά μαρουλιού εγκαταστάθηκαν και καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες και τέλος πάρθηκαν μετρήσεις και παρατηρήσεις πάνω στο μήκος και πλάτος των φύλλων, στο ύψος των φυτών καθώς και στο βάρος τους. Κατά την πορεία του πειράματος, με βάση των μετρήσεων καθώς και την εικόνα που παρουσίαζαν τα μαρούλια, βγήκαν πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για το πώς επιδρούν τα σύνθετα μείγματα στην ανάπτυξη του μαρουλιού καθώς και για τι ποια μπορούν να χαρακτηριστούν ως καταλληλότερα για μια τέτοια καλλιέργεια.

## 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 2.1. Γενικά

Η κομποστοποίηση των οργανικών απορριμμάτων (αστικά ή γεωργικά απορρίμματα) γεννήθηκε κυρίως από την ανάγκη για εξοικονόμηση χώρου στις χωματερές. Στην πορεία, παρατηρήθηκε ότι τα φυσικά αυτά λιπάσματα που παράγονται από την επεξεργασία των απορριμμάτων, είναι πολύ καλά εδαφοβελτιωτικά έναντι και φιλικότερα στο περιβάλλον έναντι των χημικών.

Στις μέρες μας η χρήση της κομπόστας είναι πλέον ευρέως διαδεδομένη εξαιτίας της διάδοσης που γνωρίζει η βιολογική γεωργία. Στη βιολογική γεωργία η χρήση των χημικών λιπασμάτων είναι απαγορευτική, έτσι η βελτίωση της γονιμότητας του προς καλλιέργεια εδάφους γίνεται με την προσθήκη κομπόστας. Από έρευνες που έχουν γίνει (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε Καλαμάτας) έχει προκύψει το συμπέρασμα ότι πολλά είδη κομπόστας δρουν και ως μέσο παρεμπόδισης στην ανάπτυξη παθογόνων του εδάφους.

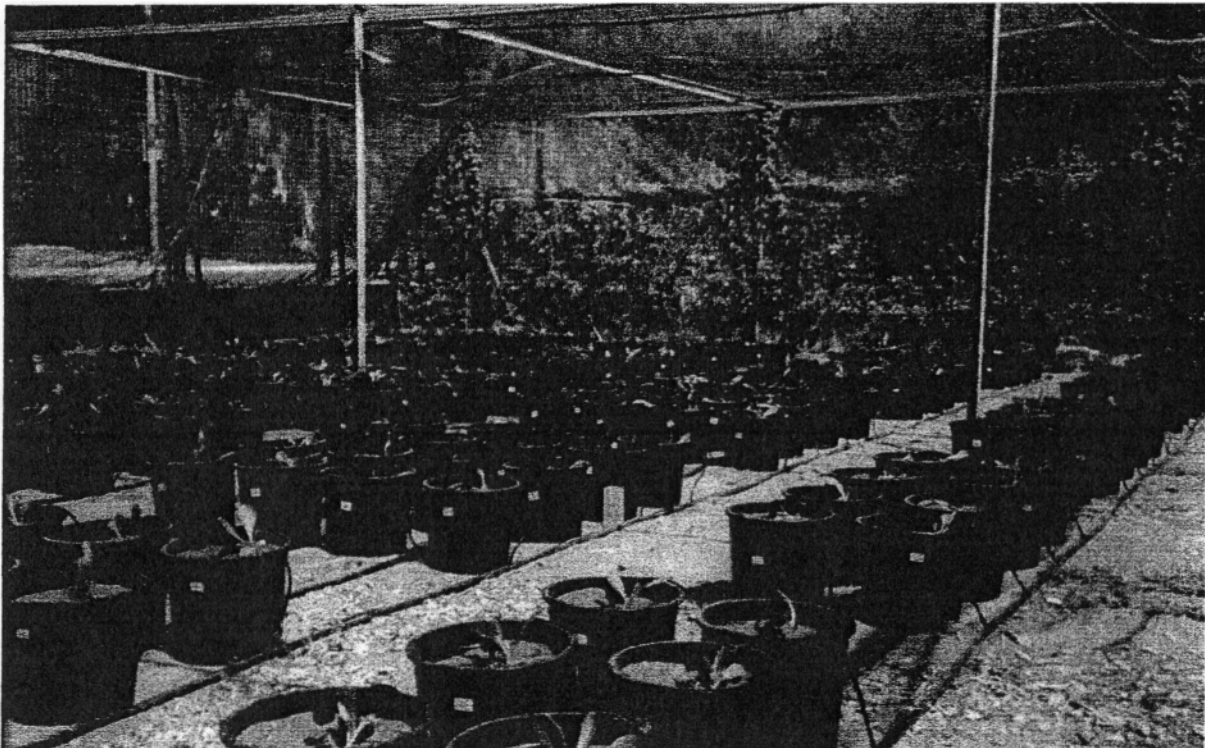
Στο συγκεκριμένο πείραμα έγινε αξιολόγηση τριών ειδών κομπόστας προερχόμενης από: α) τσάμπουρα και πυρηνόξηλο, β) ελαιόφυλλα και κατσίγαρο και γ) εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών (S.M.S). Η αξιολόγηση έγινε με την επίδραση αυτών επί της ανάπτυξης των φυτών μαρουλιού της ποικιλίας Corsica.



### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1. Προετοιμασία του χώρου για την εγκατάσταση του πειράματος

Για την εγκατάσταση του πειράματος επιλέχθηκε ένας υπαίθριος χώρος περίπου 40 m<sup>2</sup>. Κατόπιν ο χώρος αυτός καθαρίστηκε από τα χόρτα και τα ζιζάνια και ισοπεδώθηκε προκειμένου να τοποθετηθούν οι γλάστρες. Πάνω και γύρω από το χώρο εγκατάστασης του πειράματος τοποθετήθηκε μαύρο πλαστικό δίχτυ σκίασης, αφενός γιατί το πείραμα έλαβε χώρα το καλοκαίρι και έπρεπε τα φυτά να προστατευθούν από την ηλιακή ακτινοβολία και αφετέρου για να προστατευθούν από τις επιθέσεις των πουλιών και κυρίως από τα σπουργίτια. Τέλος τοποθετήθηκε και ένα αρδευτικό δίκτυο για το καθημερινό πότισμα των φυτών.



Εικ 10 . Ο χώρος του πειράματος λίγο μετά από την τοποθέτηση των γλαστρών. Φαίνεται το δίκτυο άρδευσης και το δίχτυ σκίασης.

#### 3.2. Μείγματα κομπόστας και συστατικά ανόργανης λίπανσης

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 280 γλάστρες μαύρου χρώματος και χωρητικότητας 6 lt. Οι γλάστρες αυτές αριθμήθηκαν και χωρίστηκαν σε 14 ομάδες των 20 γλαστρών για κάθε ομάδα. Το υπόστρωμα των γλαστρών αποτελούνταν από χώμα και κομπόστα, μόνο από χώμα και από χώμα και χημικά λιπάσματα για τους μάρτυρες.

Οι κομπόστες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι παρακάτω:

- κομπόστα 1 : τσάμπουρα και πυρηνόξυλο **GMW+OPC** (1:1 κ.β. επί ξ.β.),
- κομπόστα 2 : ελαιόφυλλα και κατσιγάρος **OLV+OMW** (1:1 κ.ο) και
- κομπόστα 3 : εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών *Agaricus S.M.C.*

Το χώμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν κοκκινόχωμα με pH γύρω στο 6.5 και με περιεκτικότητα σε φωσφόρο 6,4 ppm, σε ανταλλάξιμο κάλλιο 71 ppm και με μηδενική σχεδόν περιεκτικότητα σε άζωτο. Το χώμα αυτό πριν χρησιμοποιηθεί πέρασε από κόσκινο με διάμετρο σπών 8 mm για να απομακρυνθούν τα χονδρόκοκα υλικά και οι ξένες ύλες.

Τα χημικά λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το σύνθετο 11-15-15 και τα απλά 21-0-0, 0-20-0 και 0-0-50.

Για την πλήρη λίπανση με άζωτο, φώσφορο, κάλιο (N-P-K) χρησιμοποιήθηκε σύνθετο κοκκώδες λίπασμα 11-15-15 και σε ποσότητα 5gr/lit μείγματος και αναλογικά 30 gr/6 lit μείγματος ή 30 gr/γλάστρα.

Για την λίπανση με άζωτο (N) χρησιμοποιήθηκε λίπασμα 21-0-0 υπό την μορφή θεικής αμμωνίας [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] και σε ποσότητα 2,61gr/lit μείγματος και αναλογικά 15,71 gr/6 lit μείγματος ή 15,71 gr/ γλάστρα.

Η λίπανση με φωσφόρο (P) πραγματοποιήθηκε με λίπασμα 0-20-0 (απλό υπερφωσφορικό) και σε ποσότητα 3,75 gr/lit μείγματος και αναλογικά 22,5 gr/6 lit μείγματος 22,5 gr / γλάστρα.

Η λίπανση με κάλιο (K) έγινε με λίπασμα 0-0-50 υπό τη μορφή θεικού καλίου (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) και σε ποσότητα 1,5 gr/lit μείγματος και αναλογικά 9 gr/6 lit μείγματος ή 9 gr/γλάστρα. Χρησιμοποιήθηκαν δοσολογίες που ακολουθούνται στην κοινή γεωργική πρακτική σε σχέση με την χρήση ανόργανων λιπασμάτων

**Πίνακας 9 :** Χαρακτηριστικά των υπολειμμάτων-αποβλήτων κατά την έναρξη της κομποστοποίησης:

Υπόστρωμα	ν.β (kg)	ξ.β (kg)	Υγρασία (% ξ.β.)	Υδατοϊκανότητα %
<b>GMW+OPC</b>	1834	1063	57,87	76,54
<b>OLV+OMW</b>	1244	555	137,53	60,40
<b>SMC</b>	1700	680	146,73	60,00

Η αερόβια κομποστοποίηση πραγματοποιήθηκε σε ειδικό θάλαμο (τούνελ),

διαστάσεων 2,85 m x 6,12 m x 2,82 m και χωρητικότητας 10 τόνων. Για τις ανάγκες του πειράματος το τούνελ χωρίστηκε με πάνελ πολυουρεθάνης σε 4 ορθογώνια τμήματα ίσου μεγέθους. Κάθε τμήμα είχε επιφάνεια 437 m<sup>2</sup> και γεμίστηκε σε ύψος 100-120 cm. Στα 3 από τα 4 αυτά τμήματα τοποθετήθηκαν τα υποστρώματα προς κομποστοποίηση.

Η αερόβια κομποστοποίηση έγινε με υποδαπέδια παροχή αέρα που κυμαινόταν μεταξύ 150-200 m<sup>3</sup>/h/τόνο κομπόστας. Το ποσοστό του φρέσκου αέρα κυμαινόταν μεταξύ 10-25 %, και το υπόλοιπο ήταν αέρας ανακυκλοφορίας για ομοιομορφία συνθηκών κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης. Όταν η θερμοκρασία της κομπόστας μειωνόταν κάτω των 35°C γινόταν αναστροφή με κυκλική αλλαγή της θέσης των υλικών στο τούνελ καθώς και διαβροχή όπου αυτό κρινόταν αναγκαίο.

### 3.2.2 Μετρήσεις κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης

Η θερμοκρασία καταγραφόταν καθημερινά με μετρήσεις σε 3 διαφορετικές θέσεις-βάθη σε κάθε υπόστρωμα με αισθητήρες βυθισμένους σε μέσο βάθος, στο μεσαίο και ακραία τμήματα του υποστρώματος. Η μέση θερμοκρασία των 3 μετρήσεων καταγραφόταν ως ημερήσια θερμοκρασία του υποστρώματος. Επίσης κάθε 2 μέρες γινόταν δειγματοληψία για μέτρηση του pH και της αγωγιμότητας των υποστρωμάτων. Οι μετρήσεις έγιναν σε διάλυμα 5:1 απιονισμένο νερό : υπόστρωμα κ.ο. με την βοήθεια της συσκευής JENWAY 3310 (PHμετρο) και συσκευής HANNA HI 8733 (αγωγιμόμετρο).

Επίσης γινόταν προσδιορισμός της σχετικής υγρασίας των κομπόστ σε θερμοζυγό Bell Mark 160 To Ray (10-15 gr δείγματος, 3 επαναλήψεις) καθώς και σε κλίβανο ξήρανσης (105 °C/24 h, 100 gr δείγματος, 3 επαναλήψεις). Ο χρόνος της κομποστοποίησης κράτησε συνολικά 60 ημέρες.

### 3.3. Βοηθητικά υλικά

1. Μικρό φτυάρι (σέσουλα)
2. Φτυάρι
3. Πηλοαμμώδες χώμα
4. Ηλεκτρικός αναμεικτης
5. Ογκομετρικά δοχεία
6. Αρδευτικοί σωλήνες PVC και σταλάκτες παροχής 10 lt/h
7. Παροχή νερού από πηγάδι για άρδευση με υποβρύχια αντλία 4 HP
8. Πλαστικές γλάστρες
9. Πλαστικοί δίσκοι 55 θέσεων για την φύτευση των σπόρων
10. Κόσκινο διαμετρήματος 8 mm
11. Διάφανο πλαστικό για την κάλυψη του εδάφους στο σημείο εγκατάστασης των γλαστρών

12. Τύρφη εμπορίου ως υποστρωματικό υλικό για την προβλάστηση των σπόρων
13. Ξηραντήριο
14. Θάλαμος ψύξης
15. Ηλεκτρικός ζυγός
16. Πλαστικές σακούλες μικρής και μεγάλης χωρητικότητας
17. Κλαδευτήρι

### 3.4. Προετοιμασία γλαστρών

Για την πρώτη μεταχείριση (C1) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 5 % κομπόστα 1, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 5700 ml χώμα και 300 ml κομπόστας 1 (τσάμπουρα και πυρηνόξυλο). Για την δεύτερη μεταχείριση (C2) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 10 % κομπόστα 1, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 5400 ml χώμα και 600 ml κομπόστας 1 (τσάμπουρα και πυρηνόξυλο). Για την τρίτη μεταχείριση (C3) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 20 % κομπόστα 1, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 4800 ml χώμα και 1200 ml κομπόστας 1 (τσάμπουρα και πυρηνόξυλο). Για την τέταρτη μεταχείριση (C4) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 5 % κομπόστα 2, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 5700 ml χώμα και 300 ml κομπόστας 2 (ελαιόφυλλα και κατσίγαρος). Για την πέμπτη μεταχείριση (C5) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 10 % κομπόστα 2, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 5400 ml χώμα και 600 ml κομπόστας 2 (ελαιόφυλλα και κατσίγαρος). Για την έκτη μεταχείριση (C6) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 20 % κομπόστα 2, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 4800 ml χώμα και 1200 ml κομπόστας 2 (ελαιόφυλλα και κατσίγαρος). Για την έβδομη μεταχείριση (C7) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 5 % κομπόστα 3, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 5700 ml χώμα και 300 ml κομπόστας 3 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών ). Για την όγδοη μεταχείριση (C8) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 10 % κομπόστα 3, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 5400 ml χώμα και 600 ml κομπόστας 3 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών ). Για την ένατη μεταχείριση (C9) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με χώμα και 20 % κομπόστα 3, δηλαδή στα 6 lt της γλάστρας, 4800 ml χώμα και 1200 ml κομπόστας 3 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών ).

Όσον αφορά τις μεταχειρίσεις των μαρτύρων, στη δέκατη μεταχείριση (C10) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν μόνο με 6 lt χώματος. Για την ενδέκατη μεταχείριση (C11) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με 6 lt χώματος στο οποίο μέσα είχαν προστεθεί 10 gr λιπάσματος 11-15-15. Για την δωδέκατη μεταχείριση (C12) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με 6 lt χώμα στο οποίο μέσα είχαν προστεθεί 5.24 gr λιπάσματος 21-0-0. Για την δέκατη τρίτη μεταχείριση (C13) οι 20 γλάστρες γεμίστηκαν με 6 lt χώμα στο οποίο μέσα είχαν προστεθεί 7.6 gr λιπάσματος 0-20-0. Τέλος για την δέκατη τέταρτη μεταχείριση (C14) οι 20 γλάστρες

γεμίστηκαν με 6 lt χώμα στο οποίο μέσα είχαν προστεθεί 3 gr λιπάσματος 0-0-50. Η σύνθεση των ανωτέρων μεταχειρίσεων φαίνεται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.

### ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ (COMPOSTS) ΜΕ ΚΩΔΙΚΟΥΣ 1-14 ή C1-C14

1. (C1) ΤΣΑΜΠΟΥΡΑ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟ 300 ml 5% v/v (300 ml + χώμα 5700 ml)
2. (C2) ΤΣΑΜΠΟΥΡΑ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟ 600 ml 10% v/v (600 ml + χώμα 5400 ml)
3. (C3) ΤΣΑΜΠΟΥΡΑ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟ 1200 ml 20% v/v (1200 ml + χώμα 4800 ml)
  
4. (C4) ΕΛΑΙΟΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΣ 300 ml 5% v/v (300 ml + χώμα 5700 ml)
5. (C5) ΕΛΑΙΟΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΣ 600 ml 10% v/v (600 ml + χώμα 5400 ml)
6. (C6) ΕΛΑΙΟΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΣ 1200 ml 20% v/v (1200 ml + χώμα 4800 ml)
  
7. (C7) ΕΞΑΝΤΛΗΜ. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ) 300 ml 5% v/v (300 ml + χώμα 5700 ml)
8. (C8) ΕΞΑΝΤΛΗΜ. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ 600 ml 10% v/v (600 ml + χώμα 5400 ml)
9. (C9) ΕΞΑΝΤΛΗΜ. ΥΠΟΣΤΡ. ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ 1200 ml 20% v/v (1200 ml + χώμα 4800 ml)
10. (C10) ΜΑΡΤΥΡΑΣ (ΜΟΝΟ ΧΩΜΑ)
  
11. (C11) ΑΖΩΤΟ - ΦΩΣΦΟΡΟ - ΚΑΛΙΟ (ΛΙΠΑΣΜΑ 11-15-15: 10 gr/6 lt ΧΩΜΑ)
12. (C12) ΑΖΩΤΟ (ΛΙΠΑΣΜΑ 21-0-0: 5,24 gr/6 lt ΧΩΜΑ)
13. (C13) ΦΩΣΦΟΡΟ (ΛΙΠΑΣΜΑ 0-20-0: 7,6 gr/6 lt ΧΩΜΑ)
14. (C14) ΚΑΛΙΟ (ΛΙΠΑΣΜΑ 0-0-50: 3 gr/6 lt ΧΩΜΑ)

Προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή ανάμειξη των μειγμάτων του χώματος με τις κομπόστες για τις εννέα πρώτες μεταχειρίσεις και του χώματος με τα χημικά λιπάσματα για τις επόμενες τέσσερις μεταχειρίσεις, χρησιμοποιήθηκε μια μπετονιέρα. Έτσι, για κάθε μεταχείριση ξεχωριστά τοποθετούνταν μέσα στην μπετονιέρα η ποσότητα του χώματος που αντιστοιχούσε σε 20 γλάστρες μαζί με την ποσότητα του κομπόστ αντίστοιχα για τις γλάστρες αυτές και ακολουθούσε μια πεντάλεπτη ανάδευση. Παραδείγματος χάρη για την μεταχείριση C4 βάσαμε στη μπετονιέρα 5700 ml χ 20 χώμα και 300 ml χ 20 κομπόστ. Μετά την ανάδευση γεμίζονταν οι γλάστρες και τοποθετούνταν στον χώρο του πειράματος.

### 3.5. Σπορά μαρουλιού *Corsica* - πότισμα - μετρήσεις

Στις 28/7 έγινε σπορά 300 περίπου σπόρων ποικιλίας *Corsica* τύπου ρωμάνα σε δισκάκια τα οποία περιείχαν τύρφη και περλίτη. Η συγκεκριμένη ποικιλία επιλέχθηκε, αφενός γιατί είναι ανθεκτική στις υψηλές θερμοκρασίες (το πείραμα πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι) και αφετέρου γιατί είναι μια ποικιλία η οποία δεν αναπτύσσει πρόωμους ανθοφόρους βλαστούς. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στην υδρονέφωση για περίπου μια

εβδομάδα. Μετά την εβδομάδα αυτή και αφού τα φυτά είχαν αναπτυχθεί όσο έπρεπε (6-7 cm), μεταφυτεύτηκαν σε κασέτες των 55 θέσεων και παρέμειναν στην υδρονέφωση για δύο εβδομάδες. Μετά το πέρας των δύο αυτών εβδομάδων τα φυτά μεταφέρθηκαν και μεταφυτεύτηκαν στις γλάστρες στον χώρο του πειράματος (εικόνα 11). Όλα τα φυτά ποτίζονταν καθημερινά με νερό. 300-400 ml/φυτό για τις δύο πρώτες εβδομάδες και στη συνέχεια εξατομικευμένα ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε φυτού.

Μετά το πέρας 20 ημερών από την μεταφύτευση των μαρουλιών στις γλάστρες έγινε η πρώτη μέτρηση η οποία αφορούσε το ύψος των φυτών καθώς και το μήκος και πλάτος του μεγαλύτερου φύλλου από κάθε φυτό. Η δεύτερη και τελευταία μέτρηση έγινε 12 ημέρες από την πρώτη και αφορούσε τα ίδια ακριβώς πράγματα. Την επόμενη μέρα από τη δεύτερη μέτρηση όλα τα φυτά κόπηκαν με ψαλίδι από την βάση τους, τοποθετήθηκαν ανά ομάδες, κάθε μεταχείριση ξεχωριστά δηλαδή, σε πλαστικές σακούλες και ζυγίστηκαν. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στον φούρνο στους 80 °C για 24 h και ξανά ζυγίστηκαν για τον υπολογισμό του ξηρού τους βάρους. Τέλος, πάρθηκαν σε μεγάλο ποσοστό οι ρίζες των φυτών που είχαν μείνει μέσα στις γλάστρες, ξεπλύθηκαν καλά με άφθονο νερό για να απομακρυνθούν τα χώματα, σκουπίστηκαν και αφού στέγνωσαν ζυγίστηκαν και μετρήθηκαν τα μήκη τους. Τα στοιχεία αυτά δεν περιελήφθησαν στα αποτελέσματα ως μη απολύτως αξιόπιστα.



Εικ 11. Εγκατάσταση σπορόφυτων μαρουλιού ποικιλίας corsica στα φυτοδοχεία (γλάστρες) του πειράματος

### 3.6. Εγκατάσταση του πειράματος

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Ινστιτούτο Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.). Την 25η Ιουνίου του 2003 έγινε έναρξη της κατεργασίας του χώματος που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα. Το χώμα ήταν πηλοαμμώδες και η κατεργασία έγινε με κόσκινο διαμετρήματος 8 mm.

Στις 7 Ιουλίου έγινε έναρξη προετοιμασίας του υποστρωματικού υλικού που τοποθετήθηκε στις γλάστρες. Στην δημιουργία του υποστρωματικού υλικού χρησιμοποιήθηκε χώμα, οι ομάδες διάφορων μορφών κομπόστας σε συγκεκριμένες αναλογίες καθώς επίσης και ανόργανα λιπάσματα. Τα υλικά του υποστρωματικού υλικού αναμείχθηκαν μεταξύ τους με την βοήθεια ηλεκτρικού αναμεικτη και τοποθετήθηκαν στις γλάστρες με μικρό φτυάρι (σέσουλα). Οι ποσότητες του χώματος και της κομπόστας που αναμειγνύονταν κάθε φορά στον αναμεικτη ήταν συνολικά για 10 γλάστρες. Ο συνολικός όγκος χώματος και κομπόστας για κάθε γλάστρα ήταν 6 λίτρα. Λόγω της πολύ μικρής ποσότητας των ανόργανων λιπασμάτων που τοποθετήθηκαν στις γλάστρες η ανάμειξη τους με το χώμα έγινε για κάθε γλάστρα ξεχωριστά.

Στις 10 Ιουλίου έγινε η κατασκευή και εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος. Για τους κεντρικούς αγωγούς χρησιμοποιήθηκαν σωλήνες PVC Φ32 ενώ για τους δευτερεύοντες χρησιμοποιήθηκαν σωλήνες PVC Φ16. Οι σταλάκτες ήταν παροχής 10 l/h προσαρμοσμένοι στους δευτερεύοντες αγωγούς με σωληνάκι PVC Φ6.

Στις 17 Ιουλίου πραγματοποιήθηκε η σκίαση του πειραματικού χώρου με δίχτυ σκίασης 30%.

Στις 23 Ιουλίου έγινε η τοποθέτηση των γλαστρών στην τελική τους θέση στον πειραματικό χώρο και η προετοιμασία τους με διαβροχή για την μεταφύτευση των νεαρών φυταρίων του μαρουλιού.

Στις 28 Ιουλίου έγινε σπορά του μαρουλιού ποικιλίας Corsica σε πλαστικά δισκάκια με τύρφη εμπορίου και περλίτη.

Στις 4 Αυγούστου έγινε μεταφύτευση του μαρουλιού Corsica σε 8 κυψελωτούς δίσκους των 55 θέσεων.

Στις 21 Αυγούστου τοποθετήθηκαν οι γλάστρες στις θέσεις βάση του πειραματικού σχεδίου και την επόμενη μέρα στις 22 μεταφυτεύτηκαν τα μαρούλια στις γλάστρες. Από τις 22 Αυγούστου μέχρι τις 29 Σεπτεμβρίου τα μαρούλια στις γλάστρες ποτίζονταν καθημερινά με 400 ml/γλάστρα.

Στις 11 Σεπτεμβρίου έγινε η πρώτη εκ των δύο μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν συνολικά και αφορούσε στην μέτρηση του μήκους-πλάτους μεγαλύτερου φύλλου καθώς και στο ύψος των φυτών.

Στις 18 Σεπτεμβρίου τα φυτά (αντιπροσωπευτικά φυτά από κάθε μεταχείριση) φωτογραφήθηκαν.

Στις 23 Σεπτεμβρίου έγινε η δεύτερη και τελευταία μέτρηση των φυτών και αφορούσε στα ίδια με την πρώτη (μέτρηση του μήκους-πλάτους μεγαλύτερου φύλλου καθώς και στο ύψος των φυτών).

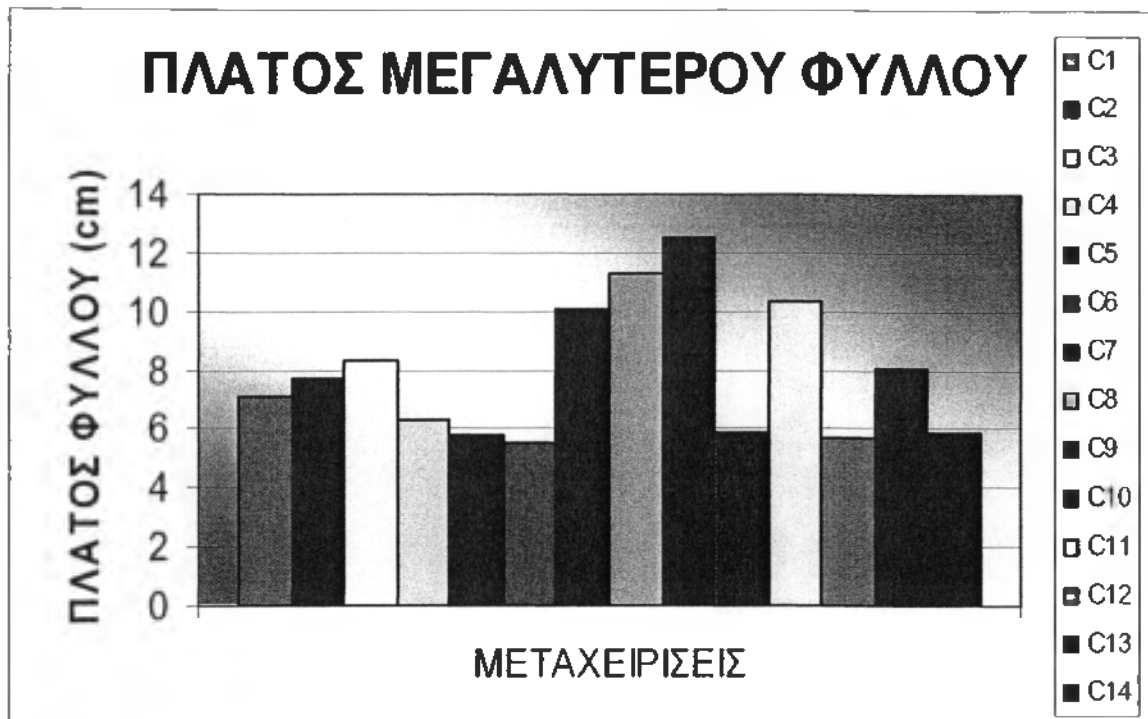
Στις 29 Σεπτεμβρίου τα φυτά κόπηκαν σύρριζα από τις γλάστρες και τοποθετήθηκαν ανά ομάδα σε πλαστικές σακούλες και ζυγίστηκαν σε ζυγό προκειμένου να υπολογιστεί το χλωρό βάρος τους. Έπειτα και μετά από την ζύγιση του χλωρού βάρους τα φυτά, ανά ομάδα, τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μετά στο ξηραντήριο στους 80 °C για 24 h. Με το πέρας των 24 h τα φυτά βγήκαν από το ξηραντήριο και ζυγίστηκε το ξηρό βάρος τους.

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

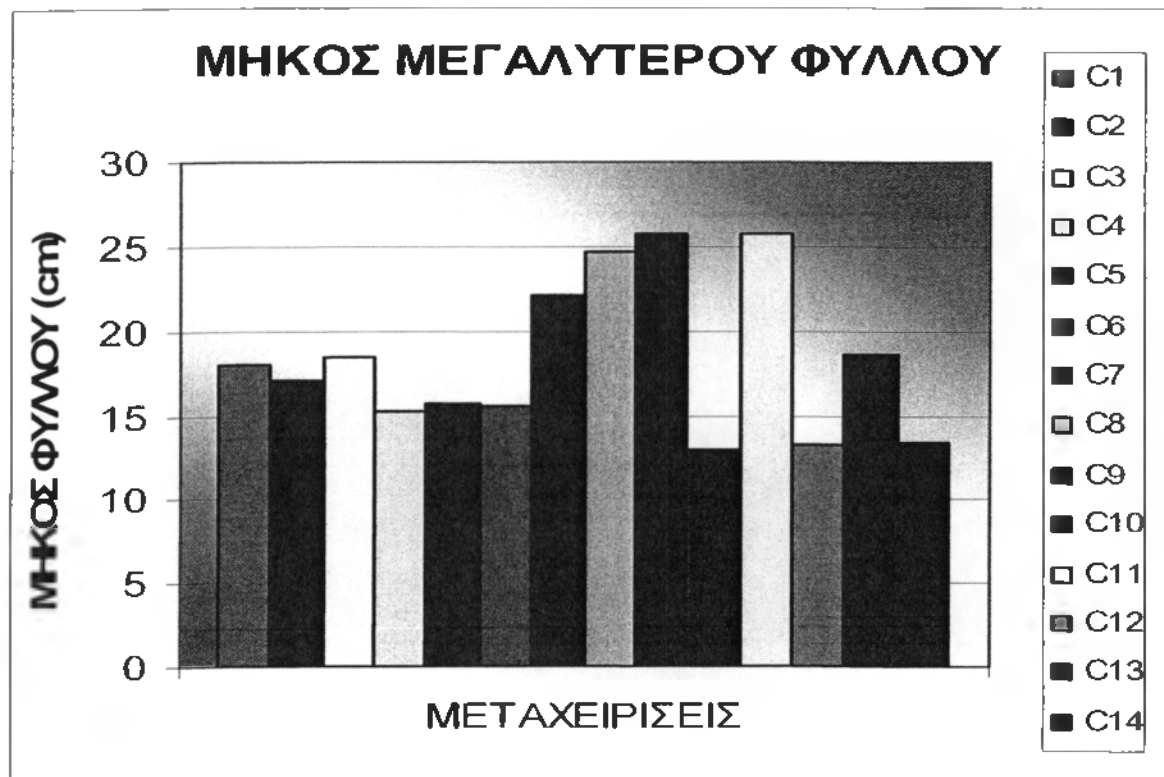
### 4.1. 1<sup>η</sup> μέτρηση μήκος και πλάτος μεγαλύτερου φύλλου – ύψος φυτών

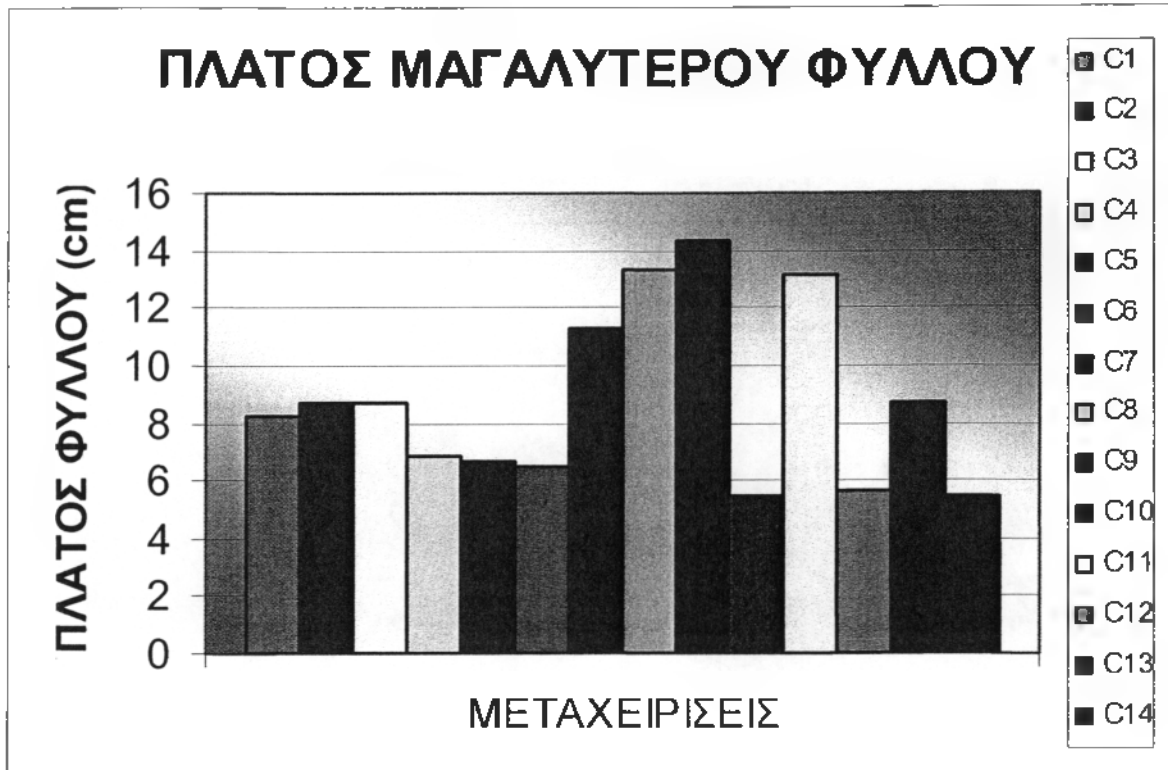




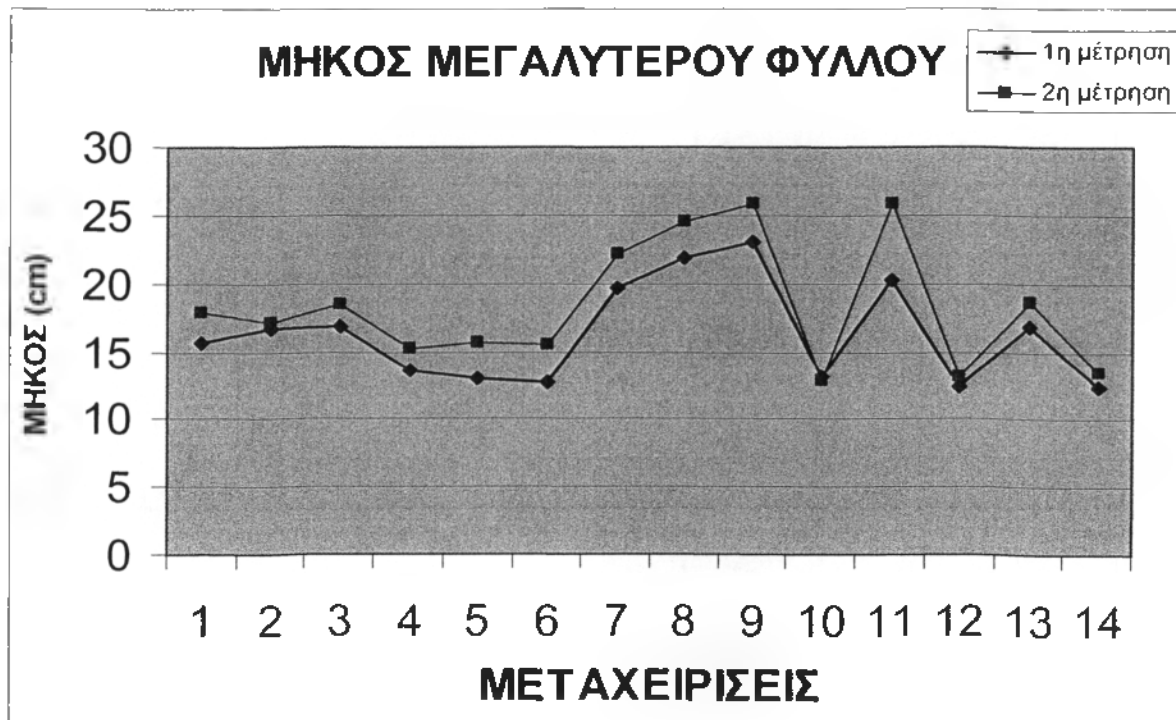


4.2. 2<sup>η</sup> μέτρηση μήκος και πλάτος μεγαλύτερου φύλλου-ύψος φυτών



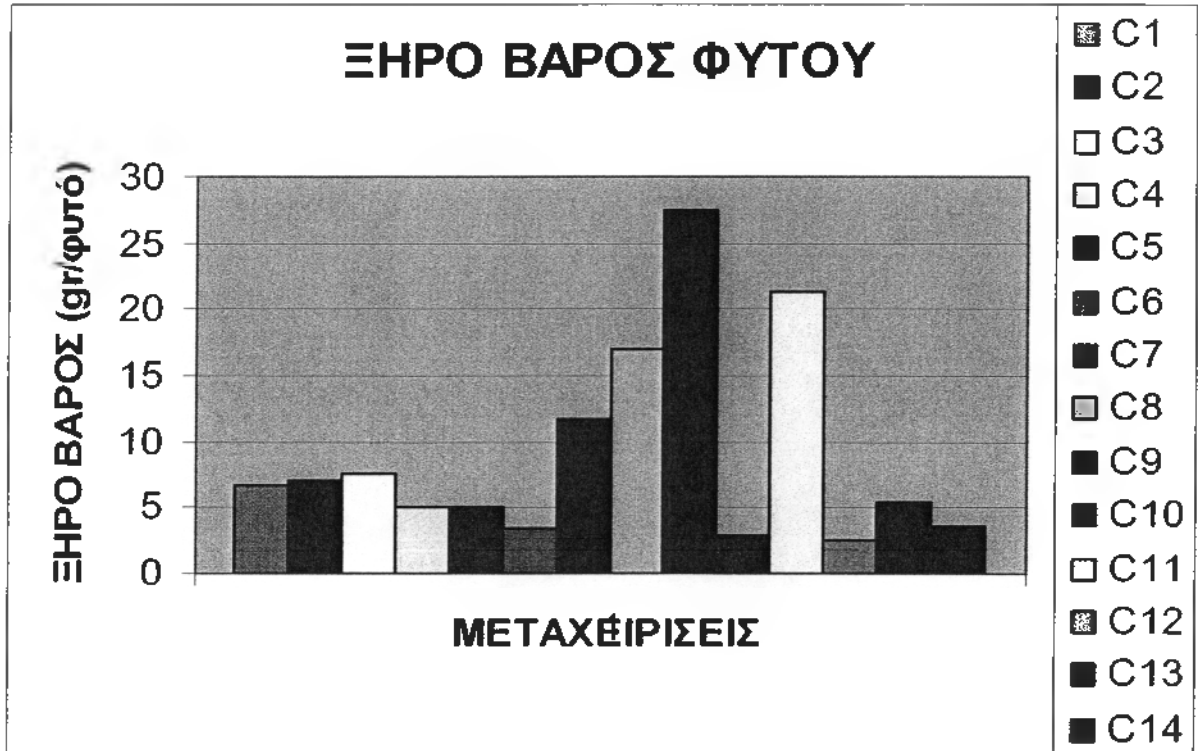


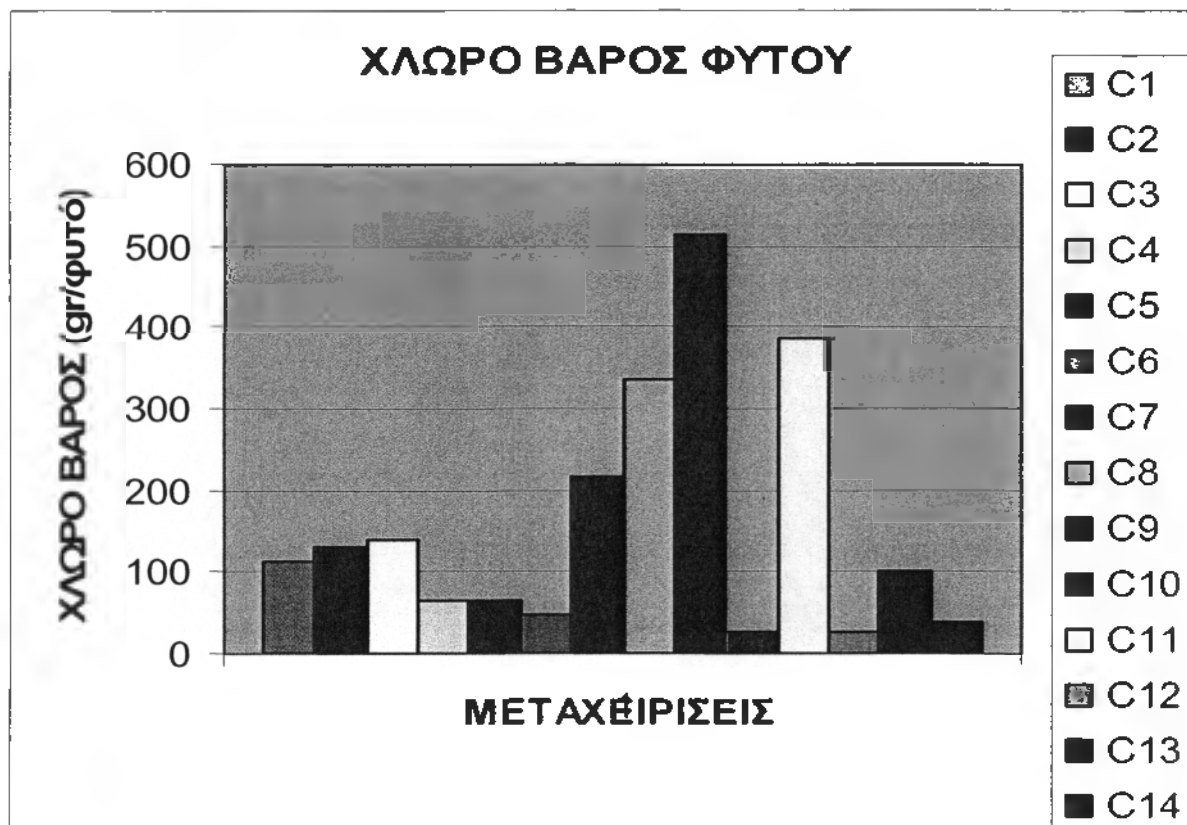
#### 4.3. Σύγκριση των αποτελεσμάτων της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης





#### 4.4. Ζύγιση φυτών – χλωρό και ξηρό βάρος φυτών





## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις πρώτες κιόλας μέρες, μετά την μεταφορά των φυτών από την υδρονέφωση στις γλάστρες, άρχισε να γίνεται ορατό ότι τα φυτά ορισμένων μεταχειρίσεων αναπτύσσονταν γρηγορότερα σε σχέση με τα φυτά των άλλων μεταχειρίσεων τα οποία παρουσίαζαν μειωμένη βιομάζα.

Από την πρώτη κιόλας μέτρηση είδαμε ότι τα φυτά των μεταχειρίσεων C7, C8, C9, C11 παρουσίαζαν μεγαλύτερη ανάπτυξη από τα φυτά των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Στην δεύτερη μέτρηση δεν άλλαξε κάτι, απλά επιβεβαιώθηκε θα λέγαμε αυτό που περιμέναμε τελικά να γίνει.

Με την βοήθεια της εικόνας 12 με αντιπροσωπευτικά φυτά της κάθε μεταχείρισης που τραβήχτηκε 10 ημέρες πριν το τέλος του πειράματος, μπορούμε να σχολιάσουμε αναλυτικά και να βγάλουμε σημαντικά συμπεράσματα για την αντίδραση και ανάπτυξη των φυτών στο υπόστρωμα της κάθε μεταχείρισης.



Εικ 12. Επίδραση του υποστρώματος επί της ανάπτυξης των φυτών μαρουλιού της ποικιλίας Corsica 23 ημέρες μετά την μεταφύτευση.

Στις τρεις πρώτες μεταχειρίσεις C1, C2, C3, όπου το υπόστρωμα ήταν τσάμπουρα με πυρηνόξυλο και χώμα σε αναλογία κομπόστ προς χώμα 5% για την C1, 10% για τη C2 και 20% για τη C3, τα φυτά παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη με μικρό ύψος και πλάτος φύλλων, καθώς οι συγκεντρώσεις του υποστρώματος κυρίως σε N, P και K ήταν μικρές. Επίσης στις τρεις πρώτες μεταχειρίσεις τα φυτά παρουσίασαν μειωμένη μάζα. Από τη μέτρηση του βάρους των φυτών των τριών πρώτων μεταχειρίσεων παρατηρήσαμε ότι τα βάρη και των τριών μεταχειρίσεων δεν παρουσίασαν ουσιαστικές διαφορές. Στη δε C1 ο μέσος όρος ήταν 68 gr στη C2 ήταν 71 gr και στη C3 75 gr.

Τα φυτά των τριών επόμενων μεταχειρίσεων C4, C5, C6 με υπόστρωμα ελαιόφυλλα με κατσίγαρο και χώμα σε αναλογία κομπόστ προς χώμα 5% για την C4, 10% για τη C5 και 20% για τη C6, παρουσίασαν την μικρότερη ανάπτυξη, πολλά φύλλα από τα φυτά των μεταχειρίσεων αυτής της ομάδας μάλιστα, παρουσίασαν και σημάδια τοξικής αντίδρασης στο υπόστρωμα. Στις μεταχειρίσεις αυτές επίσης, όλα τα φυτά παρουσίασαν προβληματική ανάπτυξη μάζας η οποία μάλιστα συγκρίνεται με τα φυτά τις δέκατης μεταχείρισης. Για την C4 μεταχείριση ο μέσος όρος του βάρους των φυτών ήταν 51 gr για την C5 ήταν 50 gr και για την C6 ήταν 35 gr. Παρατηρούμε δηλαδή ότι όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα του υποστρώματος σε κομπόστα τόσο ο μέσος όρος του βάρους των φυτών μειώνεται. Και ενώ η

διαφορά μεταξύ της C4 και της C5 είναι μόλις 1 gr, η διαφορά της C6 με τις άλλες δύο είναι 15 gr. Το παραπάνω γεγονός απέδειξε την ακαταλληλότητα της χρήσης αυτής της κομπόστας για την καλλιέργεια μαρουλιού.

Στις μεταχειρίσεις C7 ,C8 ,C9 όπου το υπόστρωμα ήταν εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών και χώμα σε αναλογία κομπόστ προς χώμα 5% για την C7, 10% για τη C8 και 20% για τη C9, τα φυτά παρουσίασαν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη απ' όλες της προηγούμενες μεταχειρίσεις και σε μικρότερο σχετικά χρόνο. Ο μέσος όρος του βάρους των φυτών της C7 μεταχείρισης ήταν 117 gr της C8 169 gr και της C9 279 gr. Παρατηρούμε δηλαδή ότι όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα της κομπόστας στο υπόστρωμα τόσο αυξάνεται και το βάρος των φυτών. Μάλιστα, ενώ η διαφορά μεταξύ της C7 και της C8 είναι 50 gr περίπου, η διαφορά μεταξύ της C8 και της C9 είναι 100 gr.

Οι μεταχειρίσεις των μαρτύρων επιβεβαίωσαν και δικαιολόγησαν, θα λέγαμε τα παραπάνω αποτελέσματα. Συγκεκριμένα για τη μεταχείριση C10 όπου το υπόστρωμα ήταν μόνο χώμα, φτωχό σε περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων, τα φυτά δεν αναπτύχθηκαν σχεδόν καθόλου.

Στη μεταχείριση C11 όπου το χώμα είχε λιπανθεί με σύνθετο λίπασμα 11-15-15 τα φυτά παρουσίασαν όμοια ανάπτυξη με αυτή των μεταχειρίσεων C7 ,C8 ,C9 γεγονός που φανερώνει ότι το μαρούλι είναι εξίσου απαιτητικό και σε N και σε P αλλά και σε K. Επίσης και ο μέσος όρος του βάρους των φυτών αυτής της μεταχείρισης είναι σχεδόν όμοιος με το μέσο όρο του βάρους των φυτών των μεταχειρίσεων C7, C8 και C9.

Στην μεταχείριση C12 όπου το χώμα είχε λιπανθεί με ένα χημικό λίπασμα 21-0-0 τα φυτά παρουσίασαν μια προβληματική ανάπτυξη η οποία συνοδευόταν με κάψιμο στα φύλλα. Η γενική εικόνα των φυτών αυτής της ομάδας ήταν όμοια με την εικόνα που παρουσίασαν τα φυτά του μάρτυρα. Επίσης και ο μέσος όρος του βάρους των φυτών της C12 ήταν όμοιος με τον μέσο όρο του βάρους των φυτών του μάρτυρα.

Στην C13 μεταχείριση όπου το στο χώμα είχε λιπανθεί με λίπασμα 0-20-0 τα φυτά παρουσίασαν όμοια ανάπτυξη και όμοιο μέσο όρο βάρους με τα φυτά των τριών πρώτων μεταχειρίσεων αφού και στις μεταχειρίσεις αυτές ο P ήταν το στοιχείο με την μεγαλύτερη συγκέντρωση.

Στην τελευταία μεταχείριση C14 όπου είχε λιπανθεί το χώμα με λίπασμα 0-0-50 τα φυτά παρουσίασαν την μικρότερη ανάπτυξη και βιομάζα. Γεγονός αναμενόμενο αφού το κάλιο από μόνο του δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες που έχει μια καλλιέργεια μαρουλιού.

Σαν τελικό συμπέρασμα αναφέρεται η υπεροχή του εξαντλημένου υποστρώματος μανιταριών έναντι των δύο άλλων υποστρωμάτων λόγω λόγω κυρίως της κοτίσιας κοπριάς

που περιέχει μαζί με άχυρο σιταριού, ενώ στα άλλα υποστρώματα φαίνεται να υπάρχουν κάποιες ουσίες ανασχετικές στην ανάπτυξη των φυτών του μαρουλιού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander M. (1997), Soil microbiology. John wiley & sons.
- Βλαχόπουλος 2000. Σημειώσεις στο μάθημα της εντομολογίας. Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- Ciro Ciufolini 1986. Σύγχρονη λαχανοκομία γενική και ειδική. Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.
- ENCO Ltd 2000, Ενημερωτικό φυλλάδιο εταιρίας εμπορίας μηχανημάτων κομποστοποίησης.
- <http://agrifor.ac.uk.html>
- <http://ag.arizona.edu/plp/plpext/diseases.htm>
- <http://edis.ifas.ufl.edu/mv125.html>
- <http://methusela.calsnet.arizona.edu>
- <http://plantpathology.tamu.edu.texlab.html>
- <http://www.botanical-online.com>
- <http://www.floridata.com>
- <http://www.mpiz.koeln.mpg.de>
- Lasaridi K, Papadimitriou K, Balis C. (1996). Compost science & utilization.
- Γιαννακοπούλου Τ. (2001). Η μικροβιολογία και οικολογία του κομπόστ. Χαροκόπειο πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Γκουζελγιάννης Α, Χριστοδούλου Β, Ισραηλίδης Κ, (1999). Αξιοποίηση πυρηνόξυλου ζυμωμένου με απόβλητα ελαιοτριβείων.
- Δημητράκης Κ. (1998). Λαχανοκομία. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
- Καλλιάνου Χ, 1998. Σημειώσεις στο μάθημα της εδαφοχημείας και περιβαλλοντικής χημείας, Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθήνας.
- Κανάκης Α, (2002), Σημειώσεις στο μάθημα ειδικής λαχανοκομίας , Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- Κουκουλάκης Π. 1997. Λιπάσματα-ανόργανα και οργανικά. Εκδόσεις Πήγασσος, Θεσσαλονίκη.
- Μανιός. 2001. Διαχείριση οργανικών αποβλήτων και υπολειμμάτων. Χαροκόπειο πανεπιστήμιο, Αθήνα.



- Μπαλής Κ. (1990). Θερμόφιλη βιοαποδόμηση οργανικών υλικών. Σημειώσεις στο μάθημα οικολογικής γεωργίας, Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθήνας.
- Παρασκευόπουλος Κ. Σύγχρονη λαχανοκομία. Εκδόσεις Ψύχαλου.
- Σιμώνης Α. 1997. Λιπασματοποίηση-κομποστοποίηση. Ελληνικό κέντρο παραγωγικότητας, Θεσσαλονίκη.
- Stutzenbergere. 1976. Physical modeling of the composting ecosystem.
- Φουντής Φ, Μάιερ Π, Πανάγος Γ. 1987. Κομπόστ το εμβόλιο γονιμότητας του εδάφους. Σύλλογος οικολογικής γεωργίας, Αθήνα.

Επιμ ~~g~~ρανλου.καλ @ hana

gρανλου.καλ@naoref.gr

☎ 27210-29812

Παύλου

93436