

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΓ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΚΑ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ (COMPOSTS)
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΓΛΥΚΟΥ
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

Σπουδαστής: Σιέμος Γεώργιος

Καθηγητής: Γεώργιος Παύλου

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2004

Θερμές ευχαριστίες

Στους γονείς μου και τα αδέρφια μου για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξη που μου παρείχαν απρόσκοπτα όλα τα χρόνια της φοίτησης μου.

Στον προϊστάμενο του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας Καλαμάτας Γεώργιο Ζερβάκη, στον επιβλέποντα Γεώργιο Παύλου, στον Παναγιώτη Κάτσαρη και τον καθηγητή Δρ. Αντρέα Κανάκη για την καθοδήγηση και βοήθεια που μου παρείχαν τόσο κατά την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης όσο και κατά την διάρκεια συγγραφής της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	σελ.4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. Η ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ.....	σελ.6
1.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	σελ.6
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	σελ.7
1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	σελ.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	σελ.11
2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ (compost).....	σελ.11
2.2 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (αποδόμηση οργανικών υλικών)	σελ.14
2.3 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΩΡΟΥ	σελ.16
2.4 ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	σελ.17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (composting).....	σελ.21
3.1 ΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ Η ΚΟΜΠΟΣΤΑ (compost)	σελ.21
3.2 Ο ΛΟΓΟΣ C:N	σελ.22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ	σελ.23
4.1 ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ	σελ.23
4.2 ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑΣ.....	σελ.25
4.3 ΤΑ ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (λιόζουμα, κατσίγαρος).....	σελ.27
4.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΟΧΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ.....	σελ.30
4.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ (COMPOST) ΑΠΟ ΕΛΑΙΟΦΥΛΛΑ	σελ.32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5. ΥΠΟΔΕΙΜΜΑΤΑ ΜΑΝΙΤΑΡΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ	σελ.33
--	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ.....	σελ.35
--	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

7. ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	σελ.38
7.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ.....	σελ.38
7.2 ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	σελ.39
7.2.1 Ριζικό σύστημα.....	σελ.39
7.2.2 Βλαστός.....	σελ.40
7.2.3 Φύλλα	σελ.40
7.2.4 Αναπαραγωγικά όργανα.....	σελ.41
7.2.5 Καρπός.....	σελ.43
7.3 ΠΟΙΚΙΛΟΜΟΡΦΙΑ ΚΑΙ ΟΜΑΔΕΣ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ.....	σελ.44
7.4 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ – ΛΙΠΑΝΣΗ.....	σελ.45
7.5 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ.....	σελ.47
7.5.1 Νεαρά φυτά.....	σελ.47
7.5.2 Ριζικό σύστημα.....	σελ.47
7.5.3 Στέλεχος και αναπαραγωγικά όργανα.....	σελ.48
7.5.4 Φύλλα	σελ.48

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. ΣΤΟΧΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	σελ. 50
----------------------------	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	σελ.51
2.1.1 Περιγραφή φυτικού υλικού	σελ.51
2.1.2 Μείγματα κομπόστας (compost) και συστατικά ανόργανης λίπανσης....	σελ.51
2.1.3 Μετρήσεις κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης.....	σελ.52
2.1.4 Στοιχεία ανόργανης λίπανσης	σελ.53
2.1.5 Βοηθητικά υλικά	σελ.54
2.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	σελ.55
2.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	σελ.59
2.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	σελ.60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ.63
--	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ.70
-----------------------------------	--------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ.73
-------------------	--------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	σελ.76
-----------------	--------

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η σύγχρονη γεωργία θέτει ως πρωταρχικό στόχο την ποιοτική παραγωγή γεωργικών προϊόντων η οποία να συμβαδίζει ισότιμα με την ανάλογη ποσοτική παραγωγή. Για την επίτευξη του στόχου αυτού είναι απαραίτητη η εφαρμογή καλλιεργητικών συστημάτων ολοκληρωμένης ή βιολογικής γεωργίας όταν απαιτείται , για την θρέψη των φυτών, η χρήση ανόργανης ή και οργανικής λίπανσης ή μόνο οργανικής αντίστοιχα.

Η εφαρμογή οργανικής λίπανσης στο έδαφος μπορεί να γίνει κατά κύριο λόγο με : χλωρή λίπανση, κοπριά και διάφορες άλλες οργανικές ύλες μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται υπολείμματα καλλιεργειών και παραπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών και μονάδων παραγωγής εδώδιμων μανιταριών.

Στην παρούσα μελέτη αξιολογούνται, ως προς την επίδραση τους κυρίως πάνω στην ανάπτυξη του γλυκού καλαμποκιού σε γλαστρική καλλιέργεια, τα παρακάτω συνθετικά μείγματα μετά από ανάμειξη με χώμα σε τρεις αναλογίες το καθένα (5%, 10%, 20%), α) στέμφυλα και πυρηνόξυλο, β) ελαιόφυλλα και κατσίγαρος και γ) εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έδαφος αποτελεί έναν πολύ βασικό κρίκο στην αλυσίδα του φυσικού οικοσυστήματος. Εκτός από το έργο της θρέψης των φυτών εκτελεί και το έργο της αποσύνθεσης των νεκρών οργανισμών. Όταν μιλάμε για το έδαφος στη βιολογική καλλιέργεια εννοούμε κυρίως το έργο των μικροοργανισμών που ζουν μέσα στο έδαφος. Για να εκτελέσουν το έργο τους, πρέπει να εφοδιαστούν με οργανική ύλη. Η οργανική ύλη περιέχει, εκτός από τα στοιχεία που χρειάζεται ο μικροοργανισμός για την θρέψη του, και ενέργεια, που απελευθερώνεται κατά τη διαδικασία της αποσύνθεσης.

Η συμβατική γεωργία έχει στραφεί σε μια μορφή καλλιέργειας που δε λαμβάνει σοβαρά υπόψη το έργο της αποσύνθεσης από τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Το χώμα θεωρείται μόνο σαν υπόστρωμα, στο οποίο στηρίζονται οι ρίζες των φυτών. Τα φυτά τρέφονται με θρεπτικά στοιχεία τα οποία παρέχονται σε μορφή αλάτων (χημικά λιπάσματα), για τα οποία το έδαφος αποτελεί απλώς μια αποθήκη. Οι μικροοργανισμοί έχουν μειωθεί σημαντικά στα εδάφη συμβατικής καλλιέργειας γιατί ο παραγωγός έχει πάψει να τους τρέφει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. Η ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ

1.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Η βιολογική γεωργία βασίζεται στη δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους οι οποίοι μετατρέπουν τα οργανικά συστατικά της οργανικής ουσίας σε ανόργανα και άμεσα προσλήψιμα από τις ρίζες των φυτών. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εφαρμογής οργανικής ουσίας στο χωράφι (π.χ. χλωρή λίπανση, ενσωμάτωση κοπριάς, άχυρου και άλλων οργανικών υπολειμμάτων). Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος είναι η παρασκευή οργανικού λιπάσματος από διάφορα οργανικά "σκουπίδια" με τη μέθοδο της κομποστοποίησης. Με αυτή τη διαδικασία αποφεύγει κανείς τη μεταφορά ασθενειών και σπόρων από ζιζάνια από τα φυτικά υπολείμματα στις καλλιέργειες. Συγχρόνως, εφοδιάζεται το έδαφος με ένα ισορροπημένο λίπασμα που περιέχει επί πλέον μικροοργανισμούς και άλλες ουσίες, που υποβοηθούν την αύξηση και τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους. Συμπερασματικά, ο καλύτερος τρόπος διαχείρισης των γεωργικών υπολειμμάτων και παραπροϊόντων, είναι η χρήση των μεταβολικών εκείνων οδών, που οδηγούν στην υποβοήθηση των φυσικών οδών επανενσωμάτωσής τους στην γεωργική πρακτική.

Καταληκτικά, η βιολογική γεωργία διαφέρει από τη συμβατική, όσον αφορά στη θρέψη των φυτών, στο ότι επιβάλλει σημαντικούς περιορισμούς στη χρήση συνθετικών χημικών εισροών, όπως είναι τα χημικά λιπάσματα (Υπουργείο Γεωργίας 1994). Από την άλλη, το ολοκληρωμένο σύστημα καλλιέργειας είναι ένα οικολογικό σύστημα στο οποίο γίνεται λελογισμένη χρήση τόσο οργανικών όσο και χημικών λιπασμάτων σε ποσότητες τέτοιες που να καλύπτουν τις εκάστοτε ανάγκες των φυτών, χωρίς να αφήνουν σημαντικά

υπολείμματα στο έδαφος, τα οποία μεταφερόμενα ή διηθούμενα από τις βροχές, θα μολυναν τα επιφανειακά ή υπόγεια νερά.

1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η κομποστοποίηση είναι μια διαδικασία της αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και η μετατροπή τους σε χούμο, σε ουσίες σχετικά σταθερές καθώς επίσης και στο σχηματισμό αργιλλοχουμικών συμπλόκων. Τα ζωικά απορρίμματα που είναι πλούσια σε άζωτο μπορεί να κομποστοποιηθούν ξεχωριστά ή αναμειγνυόμενα με άλλα υλικά. Τα άχυρα, τα φύλλα, οι βλαστοί και τα άλλα οργανικά υλικά, ανάλογα με την σύστασή τους, δεν ενδείκνυνται για αμιγή κομποστοποίηση από άποψη είδους, αλλά θα πρέπει να συνδυάζονται με άλλα υλικά, όπως π.χ. με χώμα ή με ζωικά απορρίμματα. (Konzen 1983, Weber 1974)

Στην διαδικασία κομποστοποίησης λαμβάνουν μέρος διάφορες ομάδες μικροοργανισμών, που αποδομούν τα υλικά της κομπόστας (φυτικά ή ζωικά) χρησιμοποιώντας τα για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών (αναγκών συντήρησης και πολλαπλασιασμού). Η αποδόμηση των υλικών της κομπόστας επιτυγχάνεται κυρίως χάρη στη δράση των θερμοφίλων μυκήτων και βακτηρίων.

Κατά την διαδικασία της κομποστοποίησης έχουμε σαν αποτέλεσμα τα εξής:

- 1) Τον σχηματισμό ενός πλήθους μεταβολικών προϊόντων και κλασμάτων, όπως χουμικών ουσιών και λιγνο-πρωτεϊνών,
- 2) την απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων από οργανικές ενώσεις και μετατροπή τους σε διαλυτά ή αδιάλυτα ανόργανα άλατα, και
- 3) την έκλυση αερίων, όπως διοξειδίου του άνθρακα, αμμωνίας, μεθανίου, υδρόθειου ή οξειδίων του αζώτου (Τσιτσιάς 1995).

Στην δένδροκτηπευτική ορολογία ο όρος «κομπόστα» (compost) έχει διάφορες έννοιες.

Και χρησιμοποιείται στις παρακάτω περιπτώσεις για:

- α) Οργανικά υλικά που έχουν υποστεί βιολογική αποδόμηση πριν χρησιμοποιηθούν αυτούσια, ως υποστρώματα, ή ενσωματωθούν στο έδαφος.
- β) Την κοπριά και αχυροστρωμένη που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή υποστρωμάτων ανάπτυξης μανιταριών και την θέρμανση των θερμοσπορείων των λαχανικών.
- γ) Μείγματα οργανικών και ανόργανων αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα για την ανάπτυξη σποροφύτων προς μεταφύτευση..

Σε ό,τι αφορά στη χώρα μας, οι εξελληνισμένοι όροι composting = κομποστοποίηση και compost = κομπόστα, συχνά οδηγούν στην παρερμηνεία των εννοιών. Οι όροι <<φυτόχωμα>> ή οργανικό λίπασμα από την άλλη μεριά, προσδιορίζουν μια ετερόκλιτη ποικιλία προϊόντων, συνήθως χουμοποιημένες φυσικές αποθέσεις οργανικών υλικών, τα οποία δεν έχουν παραχθεί κατ' ανάγκη κάτω από θερμοφιλες συνθήκες.

Σχολιάζοντας την κομποστοποίηση θα πρέπει να γίνει σαφής η διάκριση που υπάρχει μεταξύ της μονάδας παραγωγής και της διαδικασίας αυτής καθ' αυτής. Η μονάδα παραγωγής αφορά το σύστημα του μηχανικού εξοπλισμού, τις εγκαταστάσεις και τα μέσα κομποστοποίησης. Η διαδικασία κομποστοποίησης αφορά την ορθή εφαρμογή της πορείας βιομετατροπής και την αριστοποίηση των παραμέτρων από τις οποίες ελέγχεται η αλληλουχία των φάσεων.



1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Σήμερα ο βασικός στόχος της κομποστοποίησης των οργανικών υπολειμμάτων, γεωργικών παραπροϊόντων και αποβλήτων είναι η αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, που αυτά δημιουργούν, όμως η διαδικασία αυτή είχε χρησιμοποιηθεί καιρό

πριν σαν μέθοδος ανακύκλωσης και επαναφοράς των υπολειμμάτων και παραπροϊόντων αυτών στο έδαφος με κύριο σκοπό την βελτίωση της γονιμότητας του. Η ιστορία της λοιπόν αρχίζει πολλούς αιώνες πριν και μπορεί να χαρακτηριστεί σαν από τις πιο παλιές γεωργικές τεχνικές. Η ανατολική Ασία , λόγω των αυξημένων διατροφικών αναγκών και του πυκνού πληθυσμού, ήταν η βασικότερη περιοχή εφαρμογής της (**Κάτσαρης 2001**).

Η διαδικασία της κομποστοποίησης έως και τις αρχές του 20ού αιώνα γίνονταν με φυσικό τρόπο και χωρίς να γίνεται έλεγχος της ζύμωσης των οργανικών υλικών. Ο Albert Howard με τους συνεργάτες του εμφάνισαν την πρώτη βελτίωση της διαδικασίας την Τρίτη δεκαετία του 20ού αιώνα στην Ινδία. Εκείνη την εποχή ξεκινάει να υπάρχει ένα ενδιαφέρον για την κομποστοποίηση ως μέσο διαχείρισης των αστικών αποβλήτων για να περιοριστεί η μετάδοση ασθενειών.

Και άλλοι επιστήμονες εμφανίστηκαν στον χώρο της πρακτικής και εφαρμοσμένης έρευνας της κομποστοποίησης μετά τον Howard όπως ο Scaff (1940) στην Malaya, ο Scott (1941) στη βόρειο Κίνα, ο Wilson (1948) στην ανατολική Ασία και ο Van Vuren (1949) στη νότιο Αφρική.

Παράλληλα με την πρακτική δραστηριότητα γύρω από την κομποστοποίηση ξεκίνησε και η βασική έρευνα πάνω σ' αυτό το θέμα. Πρώτοι οι **Walksman κ.ά. (1926, 1941)** ασχολήθηκαν συστηματικά και σε βάθος με την επιστημονική μελέτη των composts και ιδιαίτερα με την μικροβιολογία της βιολογικής αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και της κοπριάς. Οι επιστημονικές μελέτες των **Walksman κ.ά. (1939a, 1939b)** αποτελούν βασικές πηγές πληροφοριών κυρίως για τον ρόλο των μικροοργανισμών στις διάφορες φάσεις της ζύμωσης και την διαδοχή τους σε σχέση με τις θερμοκρασίες, που αναπτύσσονται. Ακόμα από τις εργασίες τους μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες και για τις χημικές μεταβολές των οργανικών υλικών κατά την διάρκεια της ζύμωσης. Η συστηματική έρευνα στα θέματα

της κομποστοποίησης μετά τον Walksman γενικεύεται σ'όλο το κόσμο και ξεκινούν έρευνες στη Νέα Ζηλανδία, στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, στην Ευρώπη και αλλού.

Η σκέψη εφαρμογής της κομποστοποίησης στα σκουπίδια των πόλεων και τα αστικά στερεά απόβλητα, έδωσε μεγάλη ώθηση στη προσπάθεια πάνω στη μηχανοποίηση της διαδικασίας ζύμωσης παράλληλα με τις δραστηριότητες στην πρακτική και συστηματική έρευνα της κομποστοποίησης. Η κατασκευή και η δημιουργία όμως πολύπλοκων μηχανικών συστημάτων ήταν υψηλού κόστους με αποτέλεσμα να βλάψουν αντί να ωφελήσουν την υπόθεση της κομποστοποίησης και αυτό είχε σαν επίπτωση πολλές οικονομικές αποτυχίες στα μέσα της δεκαετίας του 1960 σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις κομποστοποίησης σε πολλά μέρη του κόσμου.

Οι αποτυχίες της δεκαετίας του 1960 εξασθένησαν σημαντικά την αντίληψη, που επικρατούσε μέχρι τότε, ότι η κομποστοποίηση ήταν ένας τρόπος που θα έφερνε άμεσα και πολλά κέρδη στους βιομηχάνους. Η αξιολόγηση της κομποστοποίησης σήμερα γίνεται με βάση γενικότερα κριτήρια κοινής ωφέλειας, που της εξασφαλίζουν σημαντική θέση μέσα στις λίγες προσπάθειες του ανθρώπου για τη διατήρηση της ισορροπίας του περιβάλλοντος, της ανακύκλωσης και της διατήρησης της φυσικής κατάστασης, κάτω βέβαια και από το βάρος της περιβαλλοντικής κρίσης (Κάτσαρης 2001)

Σήμερα οι προσπάθειες που γίνονται γύρω από την διαδικασία της κομποστοποίησης, έχουν σαν κύριο στόχο την έρευνα για την μείωση του κόστους παραγωγής του κομποστοποιημένου υλικού και για την δυνατότητα χρήσης του σαν βελτιωτικό εδάφους και σαν μέσο παρεμπόδισης ανάπτυξης των παθογόνων του εδάφους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ

(compost)

Οποιοδήποτε μείγμα στερεών οργανικών υλικών προσφέρεται για κομποστοποίηση αρκεί η περιεκτικότητα σε ξηρή οργανική ουσία να είναι άνω του 20%. Στον πίνακα 1.1 δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα οργανικών υλικών στα οποία έχει γίνει έρευνα για την παραγωγή κομποστών για γεωργική χρήση (Αναστασιάδης και Κάνταρος 1998).

Πίνακας 1.1: Οργανικά υλικά που μπορούν να κομποστοποιηθούν.

ΠΗΓΕΣ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΥΛΙΚΑ
Βιομηχανίες ξύλου	Φλοιοί δέντρων, πριονίδια.
Απορρίμματα πόλεων	Κλαδιά, φύλλα δενδροστοιχιών, οργανικό κλάσμα σκουπιδιών, λάσπες βιολογικού καθαρισμού.
Υφαντουργεία	Υπολείμματα βάμβακος, μαλλιού, λιναριού.
Καπνοβιομηχανίες	Νεύρα φύλλων καπνού, τρίμματα καπνού.
Χαρτοβιομηχανίες	Λάσπη βιολογικού καθαρισμού.
Βιομηχανίες τροφίμων	Υπολείμματα φρούτων και λαχανικών, καφέ, τσάι, στέμφυλων οινοποιίας, υπολείμματα από βιομηχανίες μύρας και σφαγείων.
Γεωργικές βιομηχανίες	Υπολείμματα εκκοκκισμού βάμβακος, ελαιόφυλλα, ελαιοπυρήνας, πυρηνόξυλο, λιόζουμο (υγρό υπόλειμμα), άχυρο, φλοιοί ρυζιού.

Γεωργικές εκμεταλλεύσεις	Υπολείμματα καλλιεργειών, φύλλα και κλαδιά, κληματίδες.
Ζωοτεχνικές μονάδες	Κοπριά ορνιθοτροφείων, χοιροστασίων, βουστασίων, ποιμνιοστασίων, στρωμνή.
Καλλιέργεια μανιταριών	Χρησιμοποιημένες κομπόστες από μανιτάρια.
Φυσικές πηγές	Οργανικές αποθέσεις, λιγνίτης.

Είναι προφανές ότι για να λειτουργήσει το σύστημα της κομποστοποίησης πρέπει να καλυφθούν οι ανάγκες των κύριων συντελεστών λειτουργίας του συστήματος δηλαδή των μικροοργανισμών. Συνήθως οι κύριες θρεπτικές ανάγκες αφορούν τις πηγές άνθρακα, ενέργειας και αζώτου.

Ιδανικά, οι παραπάνω πηγές του Πίνακα 1.1 πρέπει να παρέχονται σε τέτοιες αναλογίες που να εξασφαλίζουν όση ακριβώς ενέργεια χρειάζεται για να μετατραπεί σε μικροβιακό άζωτο όλη η ποσότητα του αζώτου που περιέχεται στο υλικό κομποστοποίησης. Στην πράξη τέτοιες ιδανικές αναλογίες είναι ανέφικτες. Ο λόγος C:N των οργανικών υλικών ποικίλλει σημαντικά. Στον Πίνακα 1.2 φαίνεται η αναλογία C:N διαφόρων υλικών που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή κομποστών.

Σε μελέτες αύξησης μικροβιακών πληθυσμών σε καθορισμένα χημικά θρεπτικά μέσα, υπό εργαστηριακές συνθήκες, είναι εύκολο να διαπιστώσει κανείς ποιο από τα θρεπτικά συστατικά αποτελεί τον περιοριστικό παράγοντα. Στην περίπτωση βιοαποδόμησης οργανικών υλικών στο εδαφικό περιβάλλον τα πράγματα γίνονται πιο ασαφή. Η σχέση C:N πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 20 και 50, με ιδανική τιμή το 25. Αν η σχέση αυτή είναι μικρότερη του 20, αυτό δρομολογεί ευνοϊκές συνθήκες αμμωνιοποίησης συμβάλλοντας έτσι σε απώλειες αζώτου από το κομποστοποιούμενο υλικό. Αν όμως ο λόγος είναι μεγαλύτερος του 20, τότε το άζωτο δεσμεύεται από τους μικροοργανισμούς του εδάφους για να αποδομήσουν τα οργανικά υλικά με αποτέλεσμα να μην είναι διαθέσιμο στα φυτά. Δημιουργούνται δηλαδή συνθήκες

τροφοπενίας αζώτου που αν και πρόσκαιρα, επιβάλλουν την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων (Τσιτσιάς 1995).

Πίνακας 1.2 Σχέση άνθρακα (C) προς άζωτο (N) στα διάφορα οργανικά υλικά.

Ούρα ζώων (αγελάδες, πρόβατα)	0,8
Αίμα ζώων σε σκόνη	3
Μαύρος χούμος	10
Κοπριά (αγελάδες, πρόβατα) χωνεμένη 8 μήνες	10
Κοπριά χωνεμένη χωρίς χώμα 4 μήνες	15
Κομμένη χλόη (γκαζόν)	12
Διάφορα άλλα πράσινα μέρη φυτών	7
Άχυρο από ψυχανθή	15
Μηδική	16-20
Υπολείμματα κουζίνας	23
Υπολείμματα από φυτά πατάτας	25
Βελόνες πεύκου	30
Φρέσκια κοπριά αγελάδων με πολλά άχυρα	30
Φρέσκια κοπριά αγελάδων με λίγα άχυρα	20
Φύλλα οπωροφόρων δέντρων	50
Ανοιχτόχρωμη τύρφη	50
Άχυρα από βρώμη	50
Άχυρα από σίκαλη	65
Άχυρα δημητριακών γενικά	50-150
Φρέσκο πριονίδι	208
Χωνεμένο πριονίδι	511

Πηγή: (Σιδηράς 1997)

Μια σχέση C:N μεγαλύτερη του 50 προκαλεί καθυστέρηση στην έναρξη της κομποστοποίησης με αποτέλεσμα την επιμήκυνση της διάρκειας της κατά 50%. Μια καθυστέρηση για τους παραπάνω λόγους οδηγεί στο σχηματισμό ενός τελικού προϊόντος λιγότερο σταθερού και χαμηλότερης ποιότητας (Σιδηράς 1997).

2.2 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (αποδόμηση οργανικών υλικών)

Η αποδόμηση των υπολειμάτων μέσω βιολογικών διεργασιών, όπου στην πραγματικότητα συμμετέχουν οι μικροοργανισμοί, έχει ορισμένες βασικές απαιτήσεις, ώστε το τελικό προϊόν που θα προκύψει να είναι καλής ποιότητας (Loehr 1974, Taiganides 1974). Για μια αποτελεσματική αποδόμηση πρέπει να συντρέχουν ορισμένες προϋποθέσεις, όπως η ποιότητα και το μέγεθος των χρησιμοποιούμενων υλικών, η περιεκτικότητα νερού, η θερμοκρασία της μάζας, η παρουσία του οξυγόνου, του αζώτου και του άνθρακα σε κανονικές αναλογίες καθώς επίσης και το pH.

Για να κομποστοποιηθούν τα υπολείμματα οφείλουν να έχουν κατάλληλη περιεκτικότητα σε άζωτο και άνθρακα ώστε να ευνοούν τον πολλαπλασιασμό και την αύξηση των μικροοργανισμών όπως και τις δραστηριότητες που εμπλέκονται σε αυτή τη διαδικασία. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω ιδανική τιμή της σχέσης C:N είναι το 25.

Για την κομποστοποίηση η καλύτερη περιοχή υγρασίας κυμαίνεται στο 40-60%. Η υγρασία αυτού του επιπέδου είναι άκρως ενδιαφέρουσα για την έναρξη της κομποστοποίησης διότι ευνοεί τον πολλαπλασιασμό και τις δραστηριότητες των μικροοργανισμών. Η μεγάλη ένταση της διεργασίας της κομποστοποίησης προκαλεί υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες έχουν την τάση να ξηραίνουν το υλικό βλάπτοντας έτσι την καλή πορεία της κομποστοποίησης. Η περίσσεια υγρασίας αντίθετα τείνει να προκαλέσει συνθήκες αναερόβιες, με συνέπεια την απελευθέρωση ενώσεων που εκπέμπουν δυσοσμία. Στην περίπτωση έλλειψης υγρασίας, ο σωρός πρέπει να διαβρέχεται ομοιόμορφα. Οι ανάγκες σε διαβροχή διαπιστώνονται από τις θερμοκρασίες της κομπόστας. Οι υπερβολικές αυξήσεις καθιστούν αναγκαία την άμεση μείωση αυτών σε κανονικά επίπεδα. Σε τιμές υγρασίας άνω του 75% η διεργασία της κομποστοποίησης δεν αγγίζει θερμοκρασίες που απαιτούν ρύθμιση (Σιδηράς 1997).

Η ποσότητα του απαιτούμενου οξυγόνου συνδέεται με τον αποτελεσματικό αερισμό του οργανικού υποστρώματος. Η κάλυψη των αναγκών σε οξυγόνο επιτυγχάνεται μέσω της

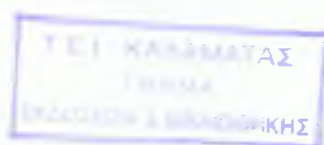
αναμόχλευσης του υλικού της κομπόστας. Η πρώτη αναμόχλευση συνιστάται μετά την πτώση των υψηλών θερμοκρασιών στον κομποστοσωρό, που μπορεί να επέλθει ανάλογα με το υλικό μετά μία, δύο, τρεις ή και τέσσερις εβδομάδες μετά την δημιουργία του κομποστοσωρού. Αυτή είναι η περίοδος με τη μεγαλύτερη απαίτηση σε αερισμό. Οι επόμενες αναμοχλεύσεις ακολουθούν συνήθως σε κοντινότερα χρονικά διαστήματα, πάντα μετά την πτώση των υψηλών θερμοκρασιών στον κομποστοσωρό και συνεχίζονται μέχρι του σημείου που δεν έχουμε άνοδο θερμοκρασίας στον κομποστοσωρό παρά την αναμόχλευση. Η τελευταία αναμόχλευση γίνεται αφού έχει σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία σε χαμηλά επίπεδα για προσθήκη οξυγόνου στον κομποστοσωρό. Στο τελευταίο αυτό στάδιο δεν αυξάνονται άλλο οι θερμοκρασίες, το οργανικό υλικό δεν προσβάλλεται από σήψεις και τα λιπαντικά στοιχεία διατηρούνται χωρίς απώλειες (Σιδηράς 1997).

Η θερμοκρασία και το pH εμφανίζουν διακυμάνσεις ανάλογα με το στάδιο της κομποστοποίησης. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί προσαρμόζοντας στην κομπόστα μερικές σιδερένιες μπάρες. Βγάζοντας τις μπάρες και φέρνοντας το χέρι σε επαφή με αυτές μπορεί να συμβούν οι επόμενες τρεις περιπτώσεις:

1. Όταν η επαφή είναι ανεκτή, αυτό δείχνει ότι η πορεία της ζύμωσης βαίνει ομαλώς.
2. Αν η επαφή δεν είναι ανεκτή, αυτό σημαίνει υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας. Συνιστάται συμπίεση του υλικού αν αυτό είναι υγρό ή διαβροχή αν ο σωρός εμφανίζεται ξηρός.
3. Αν από την επαφή του χεριού με την μπάρα προκύπτει η αίσθηση ότι αυτή είναι ελαφρώς θερμή ή ψυχρή, η κατάσταση αυτή υποδηλώνει την ανάγκη της αναμόχλευσης ή ακόμη ότι η διαδικασία της κομποστοποίησης έφτασε στο τέλος της. Και αν μετά τον αερισμό η θερμοκρασία διατηρείται χαμηλή τότε η κομπόστα χρειάζεται μια χρονική περίοδο σταθεροποίησης και ο σωρός να μείνει αδιατάραχος

για να χρησιμοποιηθούν και τα τελευταία του φυτοτοξικά συστατικά από τους ψυχρόφιλους οργανισμούς.

Το τελικό ώριμο προϊόν θρυμματίζεται σε κατάσταση ξηρή και πλάθεται σε υγρή. Η ώριμη κομπόστα δεν ελκίζει μύγες ούτε και προσφέρει συνθήκες για την ανάπτυξη τους. Επίσης δεν εκπέμπει δυσοσμία.



2.3 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΩΡΟΥ

Η προετοιμασία της κομπόστας απαιτεί ένα κατάλληλο χώρο για την κατασκευή του σωρού. Ο χώρος αυτός είναι προτιμότερο να βρίσκεται κοντά στον τόπο χρησιμοποίησής του και κοντά σε κάποια βρύση. Είναι επίσης επιθυμητό η επιφάνεια του χώρου να είναι επίπεδη ή να εμφανίζει μια μικρή κλίση και να εξυπηρετεί τη μεταχείριση και τη φορτοεκφόρτωση του προς κομποστοποίηση υλικού. Προτιμάται δε σκιερό μέρος.

Για να εξασφαλιστούν κατάλληλες συνθήκες ζύμωσης της κομπόστας κατασκευάζονται διάφορες υποδοχείς ανάλογα με τις ανάγκες και το μέγεθος της καλλιέργειας, βιολογικής ή ολοκληρωμένης μορφής. Για μικρές μονάδες κατασκευάζονται σιλό από τούβλα, ξύλα, συρμάτινα πλέγματα κλπ. Για μεγαλύτερες μονάδες οι διαστάσεις του χώρου θα πρέπει να καταλαμβάνουν ένα πλάτος από 3 μέχρι 4 m , με ύψος από 1,5 μέχρι 1,8 m. το ανώτερο, ενώ το μήκος μπορεί να ποικίλει ανάλογα με την ποσότητα του υλικού και την διαθέσιμη έκταση. Κατά μήκος τοποθετούνται μικρά κλαριά για να δημιουργηθεί κανάλι αερισμού. Θα πρέπει να προβλεφθεί χώρος ικανός για την αναμόχλευση της κομπόστας, ο οποίος θα προστατεύεται από τις βροχές. Η κομποστοποίηση θα πρέπει να περιλαμβάνει σε αναλογία τρία μέρη από φυτικά υπολείμματα και ένα μέρος από ζωικά υπολείμματα.

Συγκεκριμένα, στην αρχή σκορπίζεται ομοιόμορφα μια στρώση από φυτικά υπολείμματα ύψους 15 μέχρι 25 cm. Αφού σχηματισθεί το στρώμα αυτό ακολουθεί βρέξιμο

και μετά πάτημα για να συμπιεσθεί. Επάνω σε αυτή τη στρώση σκορπίζεται μια στρώση από κοπριά ζώων. Στη συνέχεια σχηματίζεται η δεύτερη στρώση, όπως ακριβώς και η πρώτη και αυτό συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό τελικό ύψος του σωρού. Την τελευταία στρώση πρέπει να την αποτελούν τα φυτικά υπολείμματα. Αυτή δέχεται ένα κάλυμμα από άχυρα διαφόρων φυτικών ειδών για προστασία από τις βροχές και την εξάτμιση. Ο χρόνος διάρκειας της διαδικασίας της κομποστοποίησης ποικίλλει από οχτώ μέχρι δέκα εβδομάδες. Ο σωρός τελικά παίρνει τραπεζοειδή μορφή με ύψος 1,5-1,8 m.

Η περίπτωση σχηματισμού κομπόστας σε δεξαμενές ή βυτία τα οποία διαθέτουν μηχανισμούς για περιοδική ανακίνηση των υλικών, είναι μια άλλη δυνατότητα. Και στην περίπτωση αυτή ο όγκος των βυτίων εξαρτάται από την ποσότητα των φυτικών υπολειμμάτων. Η συστηματική αναμόγχευση των κομποστοποιημένων υλικών επιταχύνει την ωρίμανση (Σιδηράς 1997).

2.4 ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η διαδικασία της κομποστοποίησης για να ολοκληρωθεί περνά από τέσσερις φάσεις (Διαγρ. 2.1) (Φαντερσμίσεν 2000).

Η πρώτη φάση είναι η **φάση της αποδόμησης**. Δραστηριοποιούνται κυρίως τα βακτήρια και αρχίζουν οι αποδομήσεις των εύκολα διασπώμενων ουσιών (μονοσακχαρίτες, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες κλπ):

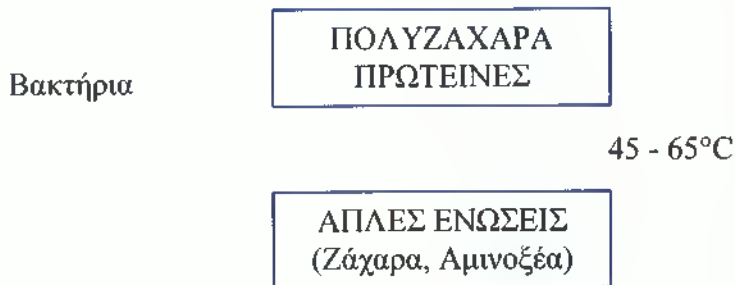
1. Πολυσακχαρίτες Ολιγοσακχαρίτες Απλά σάκχαρα ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)

2. Πρωτεΐνες Πεπτίδια Αμινοξέα

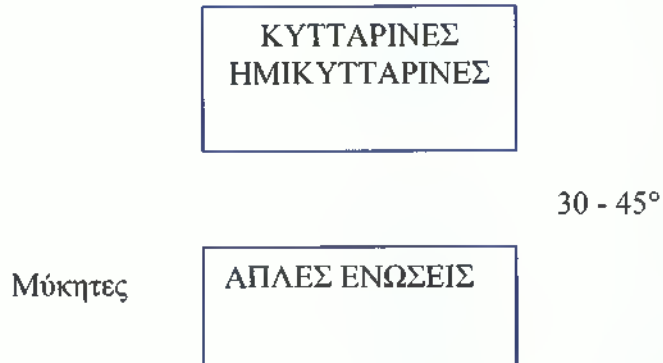
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1

ΦΑΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

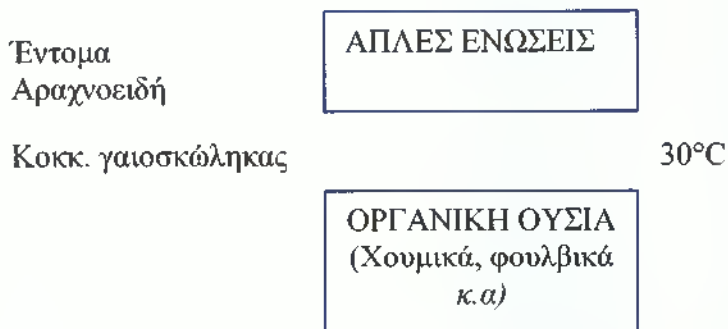
ΦΑΣΗ 1^η : Αποδόμησης



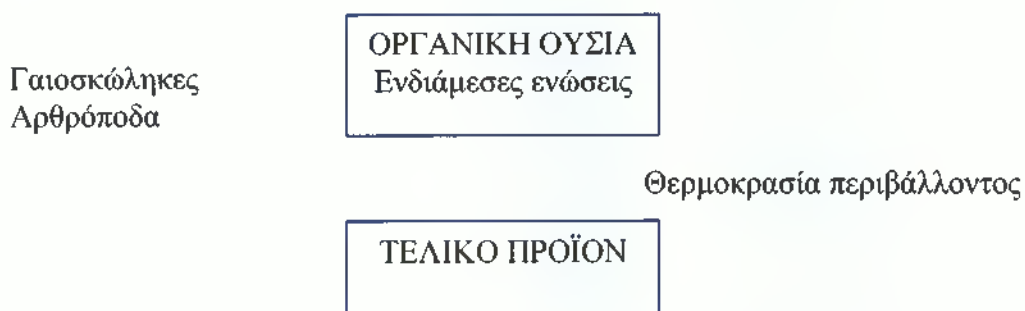
ΦΑΣΗ 2^η : Μετασχηματισμού



ΦΑΣΗ 3^η : Οικοδόμησης



ΦΑΣΗ 4^η : Σταθεροποίησης



Μέρος του παραγόμενου άνθρακα χρησιμοποιείται για την οικοδόμηση των μικροβιακών κυττάρων, ένα άλλο μέρος παραμένει σε ενώσεις μικρότερου μοριακού βάρους, που είναι προϊόντα διασπάσεων άλλων μεγαλύτερου Μ.Β. ενώσεων ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στην ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα.

Σ' αυτή τη φάση έχουμε μεγάλη 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 θερμοκρασίες κάτω από τους 40°C γιατί οδηγούν στην επιβράδυνση της διαδικασίας της κομποστοποίησης. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν στο σωρό υπάρχουν πολλά φυτικά υλικά (π.χ. από κήπους, καλλιέργειες λαχανικών κ.α.). Τότε για να επιτευχθεί άνοδος της θερμοκρασίας διαβρέχεται ο σωρός με σακχαρούχο διάλυμα 4% κατά βάρος. 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 δύο έως τρεις μήνες όταν η θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 30°C εισερχόμαστε στην **τρίτη φάση ή φάση της οικοδόμησης**. 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, η διαδικασία έχει 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.

Πίνακας 2.4 Περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων μερικών πρώτων υλών για την κομποστοποίηση

Υλικά	Νερό %	Οργανική ουσία	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Υπολείμματα κράμβης	16	79	0,70	0,26	1,00	2,00
Φυλλωσιά πατάτας	76	22	0,40	0,16	0,83	0,78
Φυλλωσιά καρότων	82	15	0,45	0,11	0,49	1,20
Άχυρα σίκαλης	14	77	0,60	0,55	0,25	0,36
Άχυρα κριθαριού	14	75	0,51	0,25	0,94	0,40
Σπάδικες καλαμποκιού	14	85	0,24	0,02	0,25	0,03
Φύλλα δέντρων	15	80	1,00	0,23	0,26	1,86
Ζιζάνια	88	10	0,40	0,14	0,29	0,47
Τέφρα κάρβουνου	5	5		0,60	0,70	16,00
Οικιακά υπολείμματα	15	21	0,35	0,30	0,35	3,20
Κοτίσια κοπριά	56	26	1,60	1,50	0,85	2,40
Απορρίμματα WC	77	19	1,30	1,16	0,40	1,60
Τύρφη (πλούσια σε στοιχεία)	85	14	0,40	0,04	0,01	0,60
Τύρφη (φτωχή σε στοιχεία)	85	13	0,20	0,01	0,01	0,05

Πηγή : Σιδηράς 1997

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

(composting)

3.1 ΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ Η ΚΟΜΠΟΣΤΑ (compost)

Πολλές ερευνητικές εργασίες έχουν σαν αντικείμενο μελέτης τον πληθυσμό και τα είδη των μικροοργανισμών που συμμετέχουν στην κομποστοποίηση. Οι **Walksman κ.ά. (1939)** σημειώνουν τη διαφοροποίηση της σύνθεσης του μικροβιακού πληθυσμού στις διάφορες φάσεις ζύμωσης της κοπριάς αλόγων σε σχέση με τη θερμοκρασία της ζύμωσης. Ο **Eastwood (1952)** για πρώτη φορά προσπάθησε να καθορίσει τη διαδοχή των διαφόρων 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 της ζύμωσης. Οι ίδιοι απέδωσαν τη σημαντική αυτή διαφορά σε σχέση με άλλες εργασίες στην προζύμωση των σκουπιδιών, η οποία σημειώνεται στα δοχεία απορριμμάτων στο θερμό κλίμα της Φλόριδας των Η.Π.Α., 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 κ.ά. (1970)** και τους **Hankin κ.ά. (1976)**. Επίσης οι **Adams και Dopley (1978)** σε εργασία τους πάνω στο ίδιο θέμα τονίζουν την περιορισμένη πληροφόρηση πάνω στα εξωκυτταρικά ένζυμα των θερμόφιλων μυκήτων.

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

3.2 Ο ΛΟΓΟΣ C:N

Ο λόγος (C:N) είναι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες για την συνολική ισορροπία των θρεπτικών στοιχείων. Ένα υλικό, για παράδειγμα, που έχει 30 φορές περισσότερο άνθρακα από ότι άζωτο, λέγεται ότι έχει λόγο (C:N)=30:1. Ο λόγος (C:N) έχει σημασία όχι μόνο για τον καθορισμό της δυνατότητας κομποστοποίησης ενός δεδομένου αποβλήτου αλλά επίσης της πρακτικότητας της κομποστοποίησης σαν μέσο διαχείρισης τέτοιων αποβλήτων. Επειδή ο διαθέσιμος άνθρακας είναι μια τεράστια ενεργειακή πηγή για τη μικροχλωρίδα και η αποτελεσματικότητα των μικροοργανισμών σε ό,τι αφορά την αξιοποίηση του άνθρακα είναι χαμηλότερη του 100%, οι ανάγκες σε άνθρακα είναι μεγαλύτερες από τις ανάγκες σε άζωτο. Παρά τις μεγάλες διαφορές μεταξύ των δυο απαιτήσεων το άζωτο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό, διότι είναι συστατικό του πρωτοπλάσματος και άλλων κυτταρικών συστατικών όπως και ενώσεων και οργανιδίων. Οι απαιτήσεις των μικροοργανισμών σε άνθρακα και άζωτο για τον μεταβολισμό τους είναι σε αναλογία (C:N)=10:1 (**Τσιτσιάς 1995**).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

4.1 ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

Με την επεξεργασία του ελαιοκάρπου παραλαμβάνεται ως κύριο προϊόν το ελαιόλαδο αλλά και υποπροϊόντα και απόβλητα. Τα υποπροϊόντα εκτός από το λάδι, περιλαμβάνουν και 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) ελαιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιόκαρπο, και

γ) μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα αποβλήτων, γνωστά ως κατσίγαρος, λιόζουμα, 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. Τα ποσοστά (%) του ελαιολάδου, των στερεών υπολειμμάτων και λιόζουμων που προκύπτουν από την επεξεργασία 100 kg ελαιοκάρπου δίδονται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1. Ποσοστά (%) του ελαιολάδου και των στερεών και υγρών υπολειμμάτων από την επεξεργασία 100 kg ελαιοκάρπου.

Προϊόντα και υπολείμματα	% του ελαιοκάρπου (μέσο ποσοστό)
Ελαιόλαδο	21
Ελαιόφυλλα	3-5
Ελαιοπυρήνας	35-45
Λιόζουμα	65-175*

*(Υπολογίζεται και το νερό που προστίθεται για την κατεργασία του ελαιοκάρπου)

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 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 πλούσια σε υπολείμματα ελαίου και χρησιμοποιούνταν ως πρόσθετο κτηνοτροφών και ως 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) μεταξύ διαφόρων ελαιοτριβείων για τον ίδιο ελαιόκαρπο εξαρτάται κυρίως από τις ποσότητες του νερού που χρησιμοποιούνται στις φάσεις επεξεργασίας, οι οποίες διαφέρουν στους διάφορους τύπους αλλά και μπορεί να ποικίλλουν 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.

4.2 ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑΣ

Παράγεται σε αναλογία 370 kg/τόνο καρπού. Αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του ελαιοκάρπου δηλαδή το εξωκάρπιο, μεσοκάρπιο, ξυλώδες ενδοκάρπιο. Περιέχει 3,5-12% υπολείμματα ελαίου και 20-30% νερό (FAO 1995). Ωστόσο, η σύνθεση του ποικίλει ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, την ποικιλία του ελαιόδενδρου, το χρόνο συγκομιδής και την μέθοδο επεξεργασίας. Γενικά η χαμηλή περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνη και η υψηλή σε λιγνίνη και κυτταρίνη μειώνει την κτηνοτροφική του αξία. Η χρήση του συνιστάται μόνο σε ιδιαίτερες περιπτώσεις οπότε και χρησιμοποιείται στα σιτηρέσια ζώων σε χαμηλά επίπεδα (<10%).

Μετά την παραλαβή, ο ελαιοπυρήνας υποβάλλεται σε διαδικασία εκχύλισης με οργανικούς διαλύτες στα πυρηνελαιουργεία, οπότε και παράγεται το πυρηνέλαιο. Ο εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας (olive press cake) ή αλλιώς πυρηνόξυλο είναι το τελικό παραπροϊόν. Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η μέση σύσταση του πυρηνόξυλου μετά την εξαγωγή του πυρηνελαίου.

Πίνακας 4.2 : Χημική σύσταση (%) του πυρηνόξυλου (Manios & Balis 1983)

Κατηγορία χημικής ένωσης	Περιεκτικότητα (%) Ξ.Β.
Λίπη & έλαια	2,53
Πρωτεΐνη	6,63
Σάκχαρα ολικά	2,23
Σάκχαρα αναγωγικά	1,51
Κυτταρίνη	37,58
Ολικό άζωτο	1,06
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	0,11
Κάλιο (K ₂ O)	0,83
Ημικυτταρίνες	13,07
Λιγνίνη	21,56
Τέφρα	2,95
Λοιπά	13,45
Υγρασία	16,09
Ολικός άνθρακας	56,0
Ασβέστιο (CaO)	0,82

Το πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμη ύλη ενώ σε μικρότερες ποσότητες για την παραγωγή ενεργού άνθρακα αλλά και μοριοπλακών (Γρηγορίου 1996). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως στερεό υπόστρωμα κατά τη διαδικασία θερμόφιλης χώνευσης (composting) (Papadimitriou *et al.* 1997). Δεδομένου της μικρής σχετικά περιεκτικότητας των ελληνικών εδαφών σε οργανική ουσία, η σημασία της παραγωγής υποστρωμάτων ως βελτιωτικά εδάφους γίνεται μεγαλύτερη. Σύμφωνα με τα πειράματα που έγιναν το πυρηνόξυλο μπορεί να αξιοποιηθεί ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια εδώδιμων ειδών βασιδιομυκήτων. Είδη του γένους *Pleurotus* έχουν καλλιεργηθεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά στην παραγωγή εδώδιμων καρποφοριών. Ταυτόχρονα εμπλουτίζουν το υπόστρωμα και το μετατρέπουν σε προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω ως ζωοτροφή αλλά και ως βελτιωτικό εδαφών (Zervakis *et al.* 1995), (Zervakis & Balis 1996).

4.3 ΤΑ ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (λιόζουμα, κατσίγαρος)

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 ελαίου. Τα όρια μέσα στα οποία κυμαίνονται οι τιμές των κυριότερων φυσικοχημικών του χαρακτηριστικών δίδονται στον παρακάτω (πίνακα 4.3).

Πίνακας 4.3 : Κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων (κατσίγαροι) των ελαιοτριβείων. (Μπαλής κ.ά. 1995)

Παράμετρος	Όρια τιμών
Νερό	83-94%
Οργανικά συστατικά	4-16%
Ανόργανα συστατικά	1-2%
Πυκνότητα	1,024 gr/cm ³
Αγωγιμότητα	8000-16000 μs/cm
pH	4,5-6,5
Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD ₅)	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 ως 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 ανασχετικούς παράγοντες

αυξήσεως των φυτών. Εδώ αξίζει να σημειωθεί, ότι πολλές από τις φαινολικές ουσίες που εμφανίζονται στον πιο κάτω πίνακα (πίνακα 4.4), όπως το φερουλικό, το π-κουμαρικό, το π-υδροξυβενζοϊκό και το βανιλλικό οξύ, είναι ευρέως διαδεδομένα στο έδαφος, αλλά σπάνια συσσωρεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

Πίνακας 4.4 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, Γλυκερινικό, 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 (Απεγινίνη, Λουτεολίνη, Κερσετίνη), Οξέα (Καφεϊκό, Κινναμικό, 2,6-διυδροξυβενζοϊκό,π-υδροξυβενζοϊκό, Συρινγικό, 3,4,5-τριμεθοξυβενζοϊκό, Βανιλλικό, Βερατρικό,Φερουλικό,π-Κουμαρικό, Πρωτοκατεχικό,Πυροκατεχικό) Φαινόλες (Υδροξυτυροσόλη, Τυροσόλη), Ελαιουρωπαΐνη, κ.α.
Άλατα	0,4-1,5	K,P,Na,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn,Cu,Cl,S

Πηγή: Coudounis et al. 1983 – Jimenez et al. 1986

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 κασίγαρο

ανεπιθύμητες φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες (χρώμα, φυτοτοξικότητα, εμμονή στο περιβάλλον).

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 θρεπτικών 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 υποστεί την αποικοδομητική 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 αραβινόζη. Από τις πολυαλκοόλες οι κυριότερες είναι η γλυκερίνη και η μανιτόλη. 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, μυρμηκικό 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 (Perez *et al.* 1987, Paredes *et al.* 1986, Rodriguez *et al.* 1988, Gonzales *et al.* 1990).

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 φυτών καθώς και έναντι πολλών ευαίσθητων υδροβίων ζωικών ειδών.
3. Βιοαποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες, αλλά σχετικά ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών (**Balis 1989**).

Από τα στοιχεία που παρατέθηκαν γίνεται φανερό ότι ο κατσίγαρος 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.

Στα θετικά του κατσίγαρου πρέπει να αναγνωρισθεί το γεγονός ότι είναι κατά κανόνα ελεύθερος ενώσεων υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου και δεν περιέχει, όπως άλλοι τύποι βιοχημικών αποβλήτων, βαρέα μέταλλα, αμίαντο ή μη βιοαποδομήσιμες συνθετικές οργανικές ενώσεις.

4.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΟΧΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

Ο όρος κομποστοποίηση (composting) αναφέρεται στη βιολογική οξειδωτική διαδικασία αποδόμησης και σταθεροποίησης οργανικών υλικών υπό συνθήκες που οδηγούν στην ανάπτυξη θερμοκρασιών άνω των 45°C. Το τελικό προϊόν πρέπει να είναι αρκετά σταθερό για αποθήκευση και εφαρμογή στο έδαφος, χωρίς να έχει οποιεσδήποτε ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κατά συνέπεια η κομποστοποίηση αποτελεί εξειδικευμένη μορφή σταθεροποίησης στερεών αποβλήτων κατά την οποία οι συνθήκες υγρασίας και αερισμού είναι τέτοιες που να εξασφαλίζουν την ταχεία ανάπτυξη υψηλών

θερμοκρασιών ευνοϊκών για την ανάπτυξη και επικράτηση θερμοφίλων μικροοργανισμών. Ο ορισμός αυτός προσδιορίζει σε τελευταία ανάλυση μια ελεγχόμενη βιο-οξειδωτική διαδικασία η οποία:

1. Αφορά ετερογενή οργανικά υλικά σε στερεή κατάσταση,
2. Περνάει από μια αρχική φάση αποδόμησης κατά την οποία αναπτύσσονται θερμοκρασίες της θερμοφίλης περιοχής (>45°C) και παράγονται πρόσκαιρα φυτοτοξικές ουσίες και
3. Οδηγεί το τελικό προϊόν της σε μια κατάσταση σταθεροποίησης, η οποία χαρακτηρίζεται ως ώριμη κομπόστα (De Bertoli, 1992).

Η θερμοφίλη χώνευση (κομποστοποίηση) αποτελεί εναλλακτική λύση στη διαχείριση, επεξεργασία και αξιοποίηση των αποβλήτων που προκύπτουν κατά τη διαδικασία παραλαβής του ελαιολάδου. Τόσο τα στερεά (εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας, φύλλα) όσο και τα υγρά απόβλητα (κατσίγαρος, λιόζουμο) μπορούν να αποδομηθούν σε ένα σύστημα συγκομποστοποίησης. Η πορεία του φαινομένου μπορεί να παρακολουθηθεί με τη μέθοδο της **θερμοβαθμικής αναπνευσιμετρίας (thermogradient respirometry) Balis. 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 ότι 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.

4.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ (COMPOST) ΑΠΟ

ΕΛΑΙΟΦΥΛΛΑ

Στο Ηράκλειο Κρήτης έγιναν προσπάθειες διερεύνησης της φυτοτοξικότητας της κομπόστας (compost) φύλλων ελιάς σε σχέση με το βαθμό χώνευσης και ωρίμανσής της (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,
- 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5.ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΜΑΝΙΤΑΡΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ

Τα υπολείμματα μανιταροκαλλιέργειας είναι κατά κύριο λόγο το χρησιμοποιημένο υπόστρωμα (κομπόστα) πάνω στο οποίο είχαν καλλιεργηθεί μανιτάρια.

Για τη δημιουργία της κομπόστας χρησιμοποιούνται διάφορα οργανικά υπολείμματα όπως κοπριά αλόγων, κοπριά πουλερικών, μελάσσα, βαμβακόπιτα, άχυρο σταριού, στελέχη καλαμποκιού, τύρφη, γύψος, κ.λ.π.

Το pH των χρησιμοποιημένων υποστρωμάτων μανιταροκαλλιέργειας κυμαίνεται σε ένα εύρος τιμών από 7 ως 8. Ενδεικτικές τιμές των κύριων θρεπτικών που περιέχουν τα υλικά αυτά δίνονται στον πίνακα 5.1

Πίνακας 5.1: Στοιχεία στη 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 φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εδαφών. Η εφαρμογή προσφάτως χρησιμοποιημένων υποστρωμάτων μανιταροκαλλιέργειας είναι δυνατόν να προκαλέσει τα προβλήματα που προκαλεί η εφαρμογή μη αποδομημένης οργανικής ουσίας όπως: αύξηση της αγωγιμότητας, απελευθέρωση αμμωνίας και πρόκληση φυτοτοξικότητας. Γι' αυτό το λόγο είναι χρήσιμο να υφίστανται περαιτέρω κομποστοποίηση.

Πάντως, ελάχιστοι σπόροι ζιζανίων, μικρός αριθμός εντόμων και μικρός πληθυσμός παθογόνων αναμένονται να βρίσκονται στο υλικό αυτό επειδή παστεριώνεται κατά τη διαδικασία της μανιταροκαλλιέργειας (Αναστασιάδης και Κάνταρος 1998).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

Οι δυνατότητες της βιοκαλλιέργειας κηπευτικών στην Ελλάδα εκτιμώνται ως σημαντικές, παρόλο που η σχετική κίνηση βρίσκεται στην αρχή. Είναι ένας δυναμικός, αλλά και ευαίσθητος κλάδος ο οποίος αποτέλεσε τον κύριο μοχλό ανάπτυξης της βιολογικής γεωργίας σε Ευρώπη και Αμερική, ενώ πολύ αργότερα εντάχθηκαν και προϊόντα άλλων κλάδων του αγροτικού τομέα.

Στην βιολογική καλλιέργεια κηπευτικών ακολουθείται συγκεκριμένη μεθοδολογία συμβατή με τις αρχές που ορίζουν οι σχετικοί κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Προωθείται η ετήσια εναλλαγή των καλλιεργειών (αμειψισπορά) για να είναι κατανεμημένη ισόρροπα η απομάκρυνση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους από τα φυτά της αμειψισποράς, και με την αλλαγή του φυτού-ξενιστή να προκαλείται πρόβλημα αναπαραγωγής στα παράσιτα και εχθρούς των φυτών.

Ένα μεγάλο πρόβλημα της βιοκαλλιέργειας κηπευτικών είναι αυτό της θρέψης. Κατά την παραγωγή κηπευτικών (και όχι μόνο) προϊόντων με βιολογικές μεθόδους οι εισροές είναι περιορισμένης έκτασης, ενώ δεν επιτρέπεται η εφαρμογή συνθετικώς παραγομένων αγροχημικών (ανόργανα λιπάσματα). Με δεδομένο αυτό, η κάλυψη των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία στηρίζεται σε άλλες πηγές. Αυτές οι πηγές είναι οι παρακάτω:

- α) η απόσπαση των θρεπτικών στοιχείων από το οργανικό και ανόργανο τμήμα του εδάφους,
- β) η ανοργανοποίηση (αποδόμηση) της φυτικής μάζας (ρίζες, βλαστοί και ότι άλλο παραχώνεται στο έδαφος), με τη διαδικασία που ονομάζεται «χλωρή λίπανση»,
- γ) η συμβιωτική δέσμευση στοιχείων και πρωτίστως του N_2 . Έχουμε το σχηματισμό φυματίων, δηλαδή μικροσκοπικών ογκιδίων στις ρίζες ψυχανθών (π.χ. κουκιά, βίκος, λούπινα

κ.λ.π.) που περιέχουν βακτήρια (είδη του γένους *Rhizobium*) και δεσμεύουν το άζωτο από την ατμόσφαιρα και το αποδίδουν στο έδαφος υποκαθιστώντας σημαντικά μέρος των αναγκών της καλλιέργειας σε αζωτούχο λίπανση,

δ) ενσωμάτωση στο έδαφος οργανικών ουσιών (Σιδηράς, 1997).

Γίνεται προσπάθεια για βελτίωση του εδάφους με επαναχρησιμοποίηση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων (κοπριές, στελέχη φυτών, φύλλα, φύκια, πριονίδια ξύλου κ.λ.π.). Έτσι βελτιώνεται η εδαφική γονιμότητα μέσω της αύξησης της οργανικής ουσίας, ενώ η παράλληλη βελτίωση της δομής του εδάφους προάγει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στο έδαφος. Οι τελευταίοι, με την σειρά τους, διευκολύνουν την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από την καλλιέργεια και εξασφαλίζεται έτσι μια σταθερή τροφοδοσία σε όλη την καλλιεργητική περίοδο (Αναστασιάδης και Κάνταρος 1998) .

Τέλος, με την καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών στοχεύεται η αποκατάσταση των οικολογικών ισορροπιών στην καλλιέργεια. Η βιολογική καταπολέμηση εχθρών και ο έλεγχος συγκεκριμένων επιβλαβών οργανισμών πραγματοποιείται με την χρήση ζωντανών ωφέλιμων οργανισμών. Μπορεί να επιλεγεί κάποιο αρπακτικό έντομο που εισέρχεται στο χώρο του θερμοκηπίου και προσβάλλει άλλα επιβλαβή έντομα ή ακάρεα. Για παράδειγμα το αρπακτικό άκαρι *Amblyseius cucumeris* χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του θρίπα.. Ακόμη μπορεί να επιλεγεί κάποιο παράσιτο, δηλαδή έντομο που διέρχεται μέρος του βιολογικού του κύκλου μέσα ή πάνω στο σώμα άλλων εντόμων και τρέφεται σε βάρος τους, π.χ. η παρασιτική σφίγγα *Encarsia formosa* για την καταπολέμηση του αλευρώδη. Τέλος ο οργανισμός που επιλέγεται, μπορεί να είναι κάποιος μύκητας ή βακτήριο που παρασιτεί έντομα (π.χ. *Bacillus thuringiensis*).

Επίσης χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα φυτικής ή ορυκτικής προέλευσης (βορδιγάλιος πολτός, θειάφι, πύρεθρο, κ.λπ.), μόνο όμως εκεί που κρίνεται απαραίτητο.

Ακόμη χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές παγίδευσης επιβλαβών εντόμων (παγίδες), οι οποίες διαθέτουν κατάλληλα υλικά για να τα προσελκύσουν στο εσωτερικό τους και να τα εξουδετερώσουν (προσελκυστικά φύλου π.χ. φερομόνες ή χρώματα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

7. ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ

7.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Ο αραβόσιτος (*Zea mays L.*) ανήκει στη φυλή Maydeae ή Tripsaceae της οικογένειας Gramineae και είναι το μοναδικό είδος του γένους *Zea*.

Σχετικά με την προέλευση του αραβόσιτου υπάρχουν πολλές θεωρίες. Οι περισσότερες στηρίζουν την αμερικάνικη προέλευση λόγω έλλειψης επαρκών στοιχείων για την αφρικανική και την ασιατική. Οι πρώτες του ενδείξεις προσδιορίζονται στην περιοχή μεταξύ του κεντρικού Μεξικού και της χερσονήσου Γιουκατάν (σημερινή Ονδούρα) όπου και έχουν βρεθεί από αρχαιολογικές έρευνες σε σπήλαια φυτικά υπολείμματα που καλύπτουν μια περίοδο από το 5200 π.Χ. μέχρι το 1536 μ.Χ. (Mangelsdorf *et al.*, 1964). Τα υπολείμματα αυτά ξεκινούν από τον άγριο αραβόσιτο (5200-3400 π.Χ.) και φθάνουν εξελικτικά μέχρι φυλές που ακόμα και σήμερα καλλιεργούνται στο Μεξικό. Η καλλιέργεια του αραβόσιτου διαδόθηκε από το Μεξικό έως στην κεντρική και νότια Αμερική όπου και στήριξε μεγάλους πολιτισμούς, όπως των Αζτέκων (Μεξικό), των Μάγιας (Γιουκατάν) και των Ίνκας (Περού, Βολιβία, Ισημερινό).

Ο Δυτικός πολιτισμός ήρθε σε πρώτη επαφή με τον αραβόσιτο μέσω του Κολόμβου στην Κούβα το 1492 και δείγματα από το νέο αυτό φυτικό είδος προσκομίσθηκαν στην Ευρώπη το 1492 ή 1494. Πιθανόν η έναρξη της καλλιέργειας του στην Ευρώπη πραγματοποιήθηκε στις αρχές του 16^{ου} αιώνα, εάν ληφθεί υπόψη ότι ήδη το 1532 καλλιεργούνταν στην Ιταλία, και στη συνέχεια εξαπλώθηκε ταχύτατα σε όλη την Ευρώπη, την Αφρική και τη Μέση Ανατολή για να φθάσει στην Κίνα και στις Φιλιππίνες μέχρι το 1575. Ο αραβόσιτος έφθασε στην Ελλάδα γύρω στα 1600, πιθανότατα μέσω της Β. Αφρικής, απ' όπου και έλαβε την ονομασία του: αραβόσιτος = αραβικός σίτος (Καραμάνος 1990).

7.2 ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

7.2.1 Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα του αραβοσίτου αποτελείται από 3 κατηγορίες ριζών.

1) **Εμβρυακές ρίζες.** Διακρίνονται στην πρωτογενή εμβρυακή ρίζα (radicle), που προέρχεται από την επιμήκυνση του ριζιδίου του εμβρύου, και στις δευτερογενείς εμβρυακές ρίζες (seminal roots) οι καταβολές των οποίων βρίσκονται στο μεσοκοτύλιο, κοντά στο σπόρο. Οι εμβρυακές ρίζες μπορούν να παραμείνουν ενεργές σε όλη τη ζωή του φυτού και να φθάσουν σε βάθος μέχρι 1,5m.

2) **Μόνιμες ρίζες** (adventitious ή crown roots) που αποτελούν την κύρια μάζα του ριζικού συστήματος του φυτού. Εκφύονται αμέσως κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, από το λαιμό του φυτού που αποτελείται από τα πολύ βραχέα μεσογονάτια των πρώτων 7-8 κόμβων, μεταξύ του μεσοκοτυλίου και της επιφάνειας του εδάφους

3) **Εναέριες ρίζες** (aerial ή brace roots). Εκφύονται από τους πρώτους 2-3 κόμβους πάνω από την επιφάνεια του εδάφους κατά τα τελευταία στάδια της βλαστικής ανάπτυξης του φυτού. Όταν (και εάν) φθάσουν στην επιφάνεια του εδάφους, εισδύουν μέσα σε αυτό και αποκτούν τη λειτουργικότητα φυσιολογικών ριζών.

Η μορφή του ριζικού συστήματος του αραβοσίτου στο σύνολο της είναι θυσανώδης με πτωχές διακλαδώσεις και καθορίζεται κυρίως από τη διάταξη των μόνιμων ριζών στην εδαφική μάζα. Χαρακτηριστικό του ριζικού συστήματος του αραβοσίτου είναι η συγκέντρωση μεγάλης μάζας ριζών στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Αυτό οφείλεται τόσο στη διάταξη των μόνιμων ριζών όσο και στην παρουσία των εναέριων. Από πλευράς υφής, η ριζόσφαιρα είναι ξυλώδης, πράγμα το οποίο δυσχεραίνει την κατεργασία του εδάφους για τα φυτά που θα ακολουθήσουν τον αραβόσιτο στην αμειψισπορά.

7.2.2 Βλαστός

Ο βλαστός του αραβόσιτου είναι συμπαγής καλαμοειδούς μορφής με κυλινδρική διατομή και πλάγια επιμήκη αύλακα. Συνήθως φέρει 8-21 μεσογονάτια από τα οποία αυτά που βρίσκονται κοντά στη βάση είναι βραχύτερα από εκείνα της κορυφής. Η δομή αυτή του στελέχους σε συνδυασμό με την εντεριώνη που περιέχεται εσωτερικά προσδίδει αντοχή στο πλάγιασμα. Έχοντας αυτές τις ιδιότητες ο αραβόσιτος δεν είναι τυχαίο ότι το ύψος ορισμένων γονότυπων μπορεί να ξεπεράσει τα 4m ενώ συνήθως φτάνει τα 2-2,5m. Οι συνθήκες μέσα στις οποίες αναπτύσσεται ο αραβόσιτος επηρεάζουν την υδατοπεριεκτικότητά του, η οποία με την σειρά της, επηρεάζει την ποσότητα των θρεπτικών ουσιών που μπορεί να αποθηκευθεί στο βλαστό του. Για παράδειγμα, σε αραβόσιτο που αναπτύσσεται σε ξηρό περιβάλλον η αποθηκευτική ικανότητα της εντεριώνης είναι σημαντικά μεγαλύτερη από ότι σε φυτά αναπτυσσόμενα υπό υγρές συνθήκες όπου το νερό καταλαμβάνει σημαντικό όγκο των κυττάρων.

7.2.3 Φύλλα

Τα φύλλα του αραβόσιτου αναπτύσσονται ανά ένα σε κάθε κόμβο. Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ποικίλλει από 8-48 (συνήθως 8-21) στους διάφορους βιότυπους του αραβόσιτου. Ο αριθμός των φύλλων που μπορεί να αναπτύξει ένα φυτό είναι συνάρτηση κυρίως του γονότυπού του και δευτερευόντως της θερμοκρασίας του μεριστώματος κατά την περίοδο του σχηματισμού των καταβολών (Duncan & Hesketh, 1968). Πάντως, έχει βρεθεί (Nozzolini, 1963) ότι ο αριθμός των φύλλων είναι ανάλογος προς τη διάρκεια αναπτύξεως του φυτού. Έτσι, οι πρώιμες ποικιλίες έχουν 9-10 φύλλα, οι μέσης πρωιμότητας 17-21, ενώ οι όψιμες περισσότερα από 40 φύλλα.

Το φύλλο του αραβοσίτου αποτελείται από έναν ισχυρό κολεό που περιβάλλει το μεσογονάτιο μέχρι τον αμέσως επόμενο κόμβο, ένα λογχοειδές έλασμα και τη γλωσσίδα. Ο κολεός παρεμποδίζει τη θραύση του στελέχους στο λιγότερο ισχυρό (ενδιάμεσο) τμήμα του μεσογονατίου

Το έλασμα, όπως σε όλα τα αγρωστώδη, είναι παραλληλόνευρο με πολύ ανεπτυγμένο κεντρικό νεύρο. Το πλάτος του κυμαίνεται μεταξύ 8-13cm. Ανατομικά, το έλασμα αποτελείται από την επάνω και την κάτω επιδερμίδα και το μεσόφυλλο. Στην άνω επιδερμίδα και κατά θέσεις παρατηρούνται τα μηχανικά ή κύτταρα συστροφής, τα οποία υποβοηθούν το έλασμα να διπλώνεται και να αναδιπλώνεται ανάλογα με τις μεταβολές στη σπαργή τους. Το δίπλωμα θεωρείται ότι σχετίζεται με την ελάττωση των απωλειών νερού μέσω διαπνοής. (Καραμάνος 1990).

7.2.4 Αναπαραγωγικά όργανα

Ο αραβόσιτος είναι φυτό μόνικο- δίκλινο του οποίου τα άνθη σχηματίζουν ταξιανθίες:

α) Αρσενική ταξιανθία

Η αρσενική ταξιανθία του αραβοσίτου είναι φόβη και ο κεντρικός της άξονας αναπτύσσεται σαν προέκταση του άκρου του βλαστού. Υπάρχουν επίσης και πλευρικοί κλώνοι οι οποίοι διατάσσονται ελικοειδώς γύρω από τον κεντρικό άξονα. Κατά μήκος τόσο των πλευρικών κλώνων όσο και του ανώτερου άκρου του κεντρικού άξονα εκφύονται τα σταχύδια, κυρίως κατά ζεύγη. Κάθε ζεύγος αποτελείται από ένα έμμισχο και ένα επιφυές (άμισχο) σταχύδιο. Κάθε σταχύδιο περιέχει δύο άνθη τα οποία περικλείονται από τα χνοώδη, ωοειδή λέπυρα του σταχυδίου. Κάθε άνθος περιβάλλεται από το χιτώνα και τη λεπίδα, τα άκρα των οποίων αλληλεπικαλύπτονται στα ανώριμα άνθη και περικλείουν στο εσωτερικό

τους 3 στήμονες, έναν ανανάπτυκτο ύπερο και δύο μικρές γλωχίνες, οι οποίες είναι κατάλοιπα του περιανθίου που πιθανότατα υπήρχε στους εξελικτικά ατελέστερους προγόνους του αραβοσίτου.

Κάθε ανθήρας περιέχει περίπου 2000-2500 γυρεόκοκκους αρκετά μεγάλου μεγέθους, δηλ. παράγονται περίπου 15000 γυρεόκοκκοι σε κάθε σταχύδιο. Η φόβη, που συνήθως έχει μήκος περί τα 30cm, είναι εξαιρετικά εύθραυστη στο σημείο συνενώσεως του ποδίσκου της με το άκρο του βλαστού.

β) Θηλυκή ταξιανθία (ear ή cob)

Ο αραβόσιτος αναπτύσσει μια ή περισσότερες θηλυκές ταξιανθίες, τους σπάδικες, πλευρικά επάνω σε βραχείες διακλαδώσεις του κεντρικού στελέχους που αναπτύσσονται στο μέσο του βλαστού. Ο σπάδικας είναι στάχης με παχυμένο τον κεντρικό άξονα (ράχη). Στην περιφέρεια του βρίσκονται διατεταγμένα κατά ζεύγη τα σταχύδια τα οποία, και τον διελαύνουν κατά μήκος από τη βάση μέχρι την κορυφή. Τα σταχύδια προσφύονται στον κεντρικό άξονα με πολύ βραχείς μίσχους. Κάθε σπάδικας φέρει 2-15 ή και περισσότερα ζεύγη σταχυδίων περιφερειακά, ανάλογα με την ποικιλία και τις εξωτερικές συνθήκες. Είναι επίσης δυνατό να υπάρχει διαφορετικός αριθμός ζευγών σταχυδίων και σε διαφορετικούς σπάδικες του ίδιου φυτού. Κατά μήκος του σπάδικα υπάρχουν περίπου 30-50 σταχύδια. Επομένως ο σπάδικας έχει τη δυνατότητα να παράγει 150-1500 σπόρους, αλλά συνήθως παράγονται 300-1000. Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από 2 σαρκώδη και βραχέα λέπυρα που δεν κλείουν τελείως και περιέχει δυο άνθη από τα οποία μόνο το ένα είναι γόνιμο.

7.2.5 Καρπός

Ο καρπός του αραβοσίτου είναι “καρύοψις”. Αποτελείται από 4 επί μέρους τμήματα: τον ποδίσκο, το περίβλημα, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο.

Ο ποδίσκος (tip cap) είναι η περιοχή προσφύσεως του καρπού με τον άξονα του σπάδικα. Προέρχεται από τους ιστούς του μητρικού φυτού και ειδικότερα από τους ιστούς που βρίσκονται κοντά στη χάλαζα της σπερματικής βλάστης.

Το περίβλημα ή περικάρπιο (pericarp) προστατεύει το εσωτερικό του σπόρου από προσβολές διαφόρων παθογόνων (μύκητες, βακτήρια, κ.λπ.). Προέρχεται από τους ιστούς της ωσθήκης του μητρικού φυτού και αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη και ημικυτταρίνες. Αποτελεί το 5-7% του βάρους του σπόρου. Εσωτερικά του περικαρπίου υπάρχουν τα υπολείμματα των χιτώνων και του κεντρικού ιστού της σπερματικής βλάστης, τα οποία σχηματίζουν μια λεπτή μεμβράνη (testa) χωρίς καμία λειτουργική σημασία, η οποία όμως συνιστά το πραγματικό περίβλημα του καρπού.

Το ενδοσπέρμιο (endosperm) παίζει το ρόλο της αποθήκης των θρεπτικών ουσιών που είναι απαραίτητες κατά τη διαδικασία φυτρώματος και για τη συντήρηση και ανάπτυξη των φυταρίων στα πρώτα στάδια μετά τη βλάστηση του σπόρου.

Η εξωτερική στρώση κυττάρων του ενδοσπερμίου είναι διαφοροποιημένη σε σχέση με το κυρίως ενδοσπέρμιο και καλείται αλευρώνη (aleurone). Γενικά, το ενδοσπέρμιο αποτελεί περίπου το 80% του σπόρου κατά βάρος και αποτελείται περίπου κατά 85% από άμυλο, 9,5% από πρωτεΐνες, ενώ παράλληλα περιέχει και μικρά ποσά ελαίου και ανόργανων αλάτων (Καραμάνος 1990).

Το έμβρυο (embryo ή germ) αποτελεί σε μικρογραφία το νεαρό φυτό και προέρχεται μετά από εξέλιξη του ζυγωτού κυττάρου. Αποτελείται από το βλαστικό ή εμβρυακό άξονα και το ασπίδιο. Ο βλαστικός άξονας χαρακτηρίζεται από δυο πόλους τοποθετημένους αντιδιαμετρικά, τον πόλο του βλαστού (πτερίδιο, plumule) και τον πόλο της ρίζας (ριζίδιο,

radicle). Στην πιο εξελιγμένη μορφή του εμβρύου, το πτερίδιο αποτελείται εξωτερικά από το κολεόπτλο το οποίο περιβάλλει τις καταβολές 5 εμβρυακών φύλλων. Στο ριζίδιο υπάρχουν οι καταβολές της πρωτογενούς εμβρυακής ρίζας και τριών δευτερογενών εμβρυακών ριζών.

7.3 ΠΟΙΚΙΛΟΜΟΡΦΙΑ ΚΑΙ ΟΜΑΔΕΣ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Λόγω των σταυρογονιμοποιήσεων, αλλά και της προσαρμοστικότητάς του σε μεγάλη ποικιλία κλιμάτων, ο αραβόσιτος παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία τόσο στα μορφολογικά χαρακτηριστικά όσο και στον τρόπο αύξησης και την ποιότητα της παραγωγής

Οι διάφορες ποικιλίες του αραβόσιτου μπορούν να ταξινομηθούν σε 7 ομάδες ή τύπους που μπορούν να αλληλογονιμοποιούνται. Οι ομάδες αυτές διακρίνονται κυρίως με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του κόκκου, τη δομή του αμύλου και τις φυσικοχημικές ιδιότητες.

1. *Zea mays indentata* (οδοντοειδής αραβόσιτος – dent ή horse -tooth corn) : Χαρακτηριστικό του κόκκου του οδοντοειδούς αραβόσιτου είναι η συσσώρευση του υαλώδους αμύλου στις παρειές του ενδοσπερμίου και ο περιορισμός του αλευρώδους στο κέντρο και την κορυφή του κόκκου.

2. *Zea mays indurata* (σκληρόκοκκος αραβόσιτος – flint corn) : Οι κόκκοι στην ομάδα αυτή έχουν σχήμα που πλησιάζει το σφαιρικό ή ωοειδές και δεν σχηματίζουν κοιλότητα στην κορυφή τους .

3. *Zea mays amylacea* (αμυλώδης αραβόσιτος – soft ή floury corn) : Το ενδοσπέρμιο των κόκκων αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από αλευρώδες άμυλο.

4. *Zea mays everta* (μικρόκοκκος αραβόσιτος – pop corn) : Το ενδοσπέρμιο των κόκκων αποτελείται αποκλειστικά από υαλώδες άμυλο.

5. *Zea mays saccharata* (σακχαρώδης αραβόσιτος – sweet corn) : Το ενδοσπέρμιο των κόκκων είναι ημιδιαφανές, υαλώδης υφής και χαρακτηρίζεται από μεγάλη αναλογία διαλυτών σακχάρων (δεξτρίνες) προς άμυλο.

6. *Zea mays ceratina* (κηρώδης αραβόσιτος – waxy corn) : Το ενδοσπέρμιο έχει κηρώδη υφή και αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από αμυλοπηκτίνη.

7. *Zea mays tunicata* (επενδεδυμένος αραβόσιτος – rod corn) : Στην ομάδα αυτή τα λέπυρα δεν παραμένουν ατροφικά αλλά αναπτύσσονται και περιβάλλουν τον κάθε κόκκο ο οποίος δεν διαφέρει μορφολογικά από εκείνους των άλλων ομάδων.

7.4 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ – ΛΙΠΑΝΣΗ

Το καλαμπόκι είναι φυτό πολύ απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία και κυρίως σε άζωτο. Επειδή τα στοιχεία αυτά συνήθως δεν βρίσκονται σε επαρκείς ποσότητες στο έδαφος, είναι απαραίτητη η χορήγηση συμπληρωματικών ποσοτήτων με λίπανση για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Για τον καθορισμό της ενδεδειγμένης λίπανσης πρέπει να ληφθούν υπόψη η γονιμότητα του εδάφους, το είδος της προηγούμενης καλλιέργειας και το ύψος των βροχοπτώσεων της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου.

Οι υψηλές απαιτήσεις του καλαμποκιού σε άζωτο καλύπτονται από τα φυτικά υπολείμματα των καλλιεργειών που προηγήθηκαν και από τα λιπάσματα που χορηγούνται, στα οποία το άζωτο είναι σε αμμωνιακή μορφή. Για να χρησιμοποιηθεί όμως από τα φυτά είναι απαραίτητη η νιτροποίησή του, δηλαδή η μετατροπή του σε αφομοιώσιμη νιτρική μορφή, πράγμα που ευνοείται από υγρό, θερμό έδαφος με καλό αερισμό και pH γύρω στο 7.

Η νιτρική μορφή του αζώτου δεσμεύεται σε μεγάλο ποσοστό από τους μικροοργανισμούς που αποσυνθέτουν τα φυτικά υπολείμματα. Για την αποφυγή των δυσάρεστων αυτών συνεπειών επιβάλλεται η προσθήκη αζώτου σε αμμωνιακή μορφή κατά

την σπορά και καλή στράγγιση του εδάφους. Η χορήγηση των απαιτούμενων ποσοτήτων αζώτου επιδρά θετικά στις αποδόσεις, αυξάνει την περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη, τον αριθμό και το μέγεθος των σπαδικών, καθώς και τη σχέση μεταξύ καρπού και άχυρου

Η ποσότητα του φωσφόρου που απορροφάται από το καλαμπόκι είναι μικρή συγκριτικά με το άζωτο, εξίσου όμως σημαντική για την ανάπτυξη του κόκκου και την καρπόδεση και περισσότερο απαραίτητη στις αρχές της καλλιεργητικής περιόδου. Στην περίπτωση του φωσφόρου δεν υπάρχουν απώλειες, παρά μόνο δέσμευσή του από τα κολλοειδή του εδάφους με συνέπεια μόνο ένα μικρό ποσοστό του φωσφορούχου λιπάσματος να χρησιμοποιείται αμέσως από την καλλιέργεια, το δε υπόλοιπο παραμένει με μορφή ωφέλιμου αποθέματος για επόμενα χρόνια.

Το κάλιο είναι στοιχείο απαραίτητο για την ομαλή ανάπτυξη του καλαμποκιού παίρνοντας μέρος σε πολλές φυσιολογικές διεργασίες του φυτού, απορροφάται δε σε μεγάλες ποσότητες, και ο ρυθμός πρόσληψης του αυξάνει στο μέγιστο 3 εβδομάδες περίπου πριν από την άνθηση της φόβης.

Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία, η απορρόφηση τους γίνεται σε μικρές ποσότητες και μολονότι δεν έχουν παρατηρηθεί τροφοπενίες στα στοιχεία αυτά, είναι πιθανό να προκύψουν μελλοντικά εάν πρόκειται για καλλιέργεια καλαμποκιού επαναλαμβανόμενη στο ίδιο έδαφος.

7.5 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

7.5.1 Νεαρά φυτά

A. Εχθροί

1. Σιδηροσκώληκες (*Agriotes* spp. και *Melanotus* spp.- κολεόπτερα της οικ. Elateridae).
2. Αγροτίδες (*Agrotis* spp.- λεπιδόπτερα της οικ. Noctuidae).
3. *Calendra maidis* (κολεόπτερα της οικ. Curculionidae).
4. *Hylemya cilicrura* (δίπτερα της οικ. Anthomyiidae).

B. Ασθένειες

Τήξεις των νεαρών φυτών λόγω της προσβολής τους από τους μύκητες του γένους *Pythium*, *Diplodia zeae*, *Gibberella zeae*, *G. fujikuroi*, *Nigrospora oryzae*, *Penicillium* spp. και *Aspergillus* spp.

7.5.2 Ριζικό σύστημα

A. Εχθροί

1. *Diabrotica* (*D. longicornis*, *D. undecimpunctata*- κολεόπτερα της οικ. Chrysomelidae).
2. Αφίδα των ριζών (*Anuraphis maidi - radiceis* – ημίπτερα της οικ. Aphididae).

B. Ασθένειες

Σηψιρριζίες προκαλούνται λόγω προσβολής από τους μύκητες του γένους *Pythium* καθώς επίσης και από τους *Diplodia zeae*, *Gibberella zeae* και *G. fujikuroi*.

7.5.3 Στελέχος και αναπαραγωγικά όργανα

A. Εχθροί

1. Πράσινο σκουλήκι (*Heliothis armigera* – λεπιδόπτερο της οικ. Noctuidae).
2. Πυραλίδα του αραβοσίτου (*Pyrausta nubilalis* – λεπιδόπτερο της οικ. Pyraustidae).
3. *Sesamia cretica* (λεπιδόπτερο της οικ. Noctuidae).

B. Ασθένειες

1. Σήψεις στελέχους και σπαδικών από τους μύκητες *Diplodia zeae* (αδηλομύκητας της οικ. Sphaeropsidaceae) και *Gibberella zeae* (Ascomycetes, οικ. Hypocreaceae).
2. Μαύρη σήψη του στελέχους από το μύκητα *Macrophomina phaseoli* (αδηλομύκητας της οικ. Sphaeropsidaceae).
3. Βακτηριακή σήψη του στελέχους από το βακτήριο *Erwinia dissolvens* της οικ. Enterobacteriaceae.
4. Σήψη των κόκκων από το μύκητα *Gibberella fujikuroi* (αγενής μορφή: *Fusarium moniliforme* – ασκομύκητας της οικ. Hypocreaceae).
5. Σήψη του άξονα του σπάδικα από το μύκητα *Nigrospora oryzae* (αδηλομύκητας της οικ. Dematiaceae).
6. Κοινός άνθρακας του αραβοσίτου από το μύκητα *Ustilago maydis* (βασιδιομύκητας της οικ. Ustilaginaceae).

7.5.4 Φύλλα

A. Εχθροί

1. *Blissus leucopterus* (ημίπτερο της οικ. Lygaeidae).

2. Αφίδα των φύλλων του αραβοσίτου (*Rhopalosiphum* (=Aphis) *maydi* – ημίπτερο της οικ. Aphididae).
3. *Spodoptera* (=Larhygma) *exigua* (λεπιδόπτερο της οικ. Noctuidae).
4. Ακρίδες (*Doclostaurus maroccanus*, *Calliptamus italicus*, *Orthacanthacris aegyptia*, *Schistocerca gregaria*, κ.α.)

B. Ασθένειες

1. Ελμινθοσποριώσεις από τους μύκητες *Helminthosporium turcicum*, *H maydis* και *H. carborium* (αδηλόμυκτης της οικ. Dematiaceae).
2. Σκωρίαση από το μύκητα *Puccinia sorghi* (βασιδιομύκτης της οικ. Pucciniaceae)
3. Βακτηριακή κηλίδωση των φύλλων (ή αδροβακτηρίωση του αραβοσίτου) από το *Xanthomonas stewartii* της οικ. Pseudomonadaceae.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. ΣΤΟΧΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Ο στόχος του πειράματος της βιολογικής καλλιέργειας καλαμποκιού με την χρήση διαφορετικών οργανικών υποστρωμάτων ήταν ο εξής :

Αξιολόγηση οργανικών υποστρωμάτων σε πείραμα θρέψης με φυτά αραβοσίτου, ως προς τις αποδόσεις σε παραγωγή βιομάζας, καρπού και ξηράς ουσίας και η σύγκριση με τις αποδόσεις φυτών που καλλιεργήθηκαν με συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας (ανόργανη λίπανση). Η αξιολόγηση έγινε με βάση τις μετρήσεις που κατέγραψαν το μέγιστο μήκος και πλάτος των φύλλων, τα ύψη των φυτών καθώς επίσης και το ξηρό βάρος φυτού με σπάδικες, ξηρό βάρος φυτού χωρίς σπάδικες, ξηρό και νωπό βάρος σπαδικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1.1 Περιγραφή φυτικού υλικού

Για την πραγματοποίηση του πειράματος στο χώρο του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών, χρησιμοποιήθηκε ο αραβόσιτος (*Zea mays L.*) και μάλιστα φυτά του υβριδίου Forte F1 που ανήκει στην ομάδα *Zea mays saccharata* (γλυκός αραβόσιτος). Κατά τους Neuffer *et al.* (1968) η ομάδα αυτή διαφέρει από τον οδοντοειδή αραβόσιτο μόνο κατά ένα επικαλυπτόμενο γόνο ο οποίος παρεμποδίζει τη μετατροπή της σακχαρόζης σε άμυλο. Κατά την ωρίμανση, το ενδοσπέρμιο αφυδατώνεται έντονα με αποτέλεσμα ο κόκκος να έχει επιφάνεια ρυτιδωμένη. Επειδή οι κόκκοι χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για ανθρώπινη κατανάλωση λόγω της γλυκιάς τους γεύσεως, η συγκομιδή πραγματοποιείται πριν από την φυσιολογική ωρίμανση, όταν οι σπόροι δεν έχουν ακόμη συρρικνωθεί.

Τα φυτά φτάνουν σε ύψος 1,5-2,5m και έχουν μεγάλη τάση να αδελφώνουν. Επίσης, δεν είναι ασυνήθιστο φαινόμενο η παραγωγή περισσότερων του ενός σπαδικών ανά φυτό.

2.1.2 Μείγματα κομπόστας (compost) και συστατικά ανόργανης λίπανσης

Κομποστοποιήθηκαν τα ακόλουθα γεωργικά υπολείμματα – απόβλητα:

- α. Μίγμα στέμφυλων και πυρηνόξυλου: **GMW+OPC** (1:1 κ.β. επί ξ.β.)
- β. Μίγμα λιόζουμου και λιόφυλλων: **OLV+OMW** (1:1 κ.ο.)
- γ. Εξαντλημένο υπόστρωμα από καλλιέργειαμανιταριών *Agaricus*: **SMC**

Χαρακτηριστικά των υπολειμμάτων-αποβλήτων κατά την έναρξη της κομποστοποίησης:

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

Η αερόβια κομποστοποίηση πραγματοποιήθηκε σε ειδικό θάλαμο (τούνελ), διαστάσεων 2,85m x 6,12m x 2,82m 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 4,37m² και γεμίστηκε σε ύψος 100-120cm. Στα 3 από τα 4 αυτά τμήματα τοποθετήθηκαν τα υποστρώματα προς κομποστοποίηση.

Η αερόβια κομποστοποίηση έγινε με υποδαπέδια παροχή αέρα που κυμαινόταν μεταξύ 150-200m³/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 κομπόστ στο τούνελ καθώς και διαβροχή όπου αυτό κρινόταν αναγκαίο.

2.1.3 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 composts 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.

2.1.4 Στοιχεία ανόργανης λίπανσης

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 30gr/6lit μείγματος ή 30gr/ γλάστρα.

Για την λίπανση με άζωτο (N) χρησιμοποιήθηκε λίπασμα 21-0-0 υπό την μορφή θεικής αμμωνίας $[(NH_4)_2SO_4]$ και σε ποσότητα 2,61gr/lit μείγματος και αναλογικά 15,71 gr/6 lit μείγματος ή 15,71gr/ γλάστρα.

Η λίπανση με φώσφορο (P) πραγματοποιήθηκε με λίπασμα 0-20-0 απλού υπερφωσφορικού και σε ποσότητα 3,75gr/lit μείγματος και αναγωγικά 22,5gr/6 lit μείγματος ή 22,5gr / γλάστρα.

Η λίπανση με κάλιο (K) έγινε με λίπασμα 0-0-50 υπό την μορφή θεικού καλίου (K_2SO_4) και σε ποσότητα 1,5gr/lit μείγματος και αναλογικά 9gr/6 lit μείγματος ή 9gr/ γλάστρα.

Χρησιμοποιήθηκαν δοσολογίες που ακολουθούνται στην κοινή γεωργική πρακτική σε σχέση με την χρήση ανόργανων λιπασμάτων.

Οι 14 επεμβάσεις με τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής των 'composts' των ανόργανων στοιχείων και του χώματος:

1. Στέμφυλα και πυρηνόξυλο 300cc 5% v/v (300cc + χώμα 5700cc)	C1-5
2. Στέμφυλα και πυρηνόξυλο 600cc 10% v/v (600cc + χώμα 5400cc)	C2-10
3. Στέμφυλα και πυρηνόξυλο 1200cc 20% v/v (1200cc + χώμα 4800cc)	C3-20
4. Ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 300cc 5% v/v (300cc + χώμα 5700cc)	C2-5
5. Ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 600cc 10% v/v (600cc + χώμα 5400cc)	C2-10
6. Ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 1200cc 20% v/v (1200cc + χώμα 4800cc)	C2-20
7. Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 300cc 5% v/v (300cc + χώμα 5700cc)	C3-5
8. Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 600cc 10% v/v (600cc + χώμα 5400cc)	C3-10
9. Εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 1200cc 20% v/v (1200cc + χώμα 4800cc)	C3-20
10. Μάρτυρας (σκέτο χώμα)	M
11. Πλήρης λίπανση με άζωτο, φώσφορο, κάλιο (N-P-K)	M-NPK
12. Λίπανση αζώτου (N)	M-N
13. Λίπανση φωσφόρου (P)	M-P
14. Λίπανση καλίου (K)	M-K

2.1.5 Βοηθητικά υλικά

1. Μικρό φτυάρι (σέσουλα).
2. Φτυάρι
3. Πηλοαμμώδες χώμα
4. Ηλεκτρικός αναμεικτης
5. Ογκομετρικά δοχεία των 300ml, 600ml, 1200ml, 5700ml, 5300ml, 4800ml.
6. Αρδευτικοί σωλήνες PVC Φ32, Φ16, Φ6 και σταλάκτες παροχής 10lit/h.
7. Παροχή νερού από πηγάδι για άρδευση με υποβρύχια αντλία 4HP.
8. Πλαστικές γλάστρες.

9. Πλαστικοί δίσκοι 55 θέσεων πυραμιδοειδούς χωρητικότητας 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

2.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στις εγκαταστάσεις του αγροκτήματος του Ινστιτούτου Ελαιάς την **25 Ιουνίου 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 στοιχεία. 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 στοιχείων που

τοποθετήθηκαν στις γλάστρες η ανάμειξη τους με το χώμα έγινε για κάθε γλάστρα ξεχωριστά.

Στις 9 Ιουλίου πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση των γραμμών φύτευσης. Ο σχεδιασμός των γραμμών φύτευσης έγινε βάση πειραματικού σχεδίου τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 14 μεταχειρίσεις (ή επεμβάσεις) των 5 επαναλήψεων (blocks ή ομάδες) και με 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο.

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

Στις 14 Ιουλίου φυτεύτηκαν οι σπόροι του υβριδίου του καλαμποκιού σε πλαστικούς δίσκους 55 θέσεων πυραμιδοειδούς χωρητικότητας στο χώρο του προβλαστηρίου. Η κάθε θέση ήταν χωρητικότητας 50 cm³ και χρησιμοποιήθηκε σαν υποστρωματικό υλικό έτοιμη τύρφη εμπορίου.

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 καλαμποκιού.

Στις 25 Ιουλίου πραγματοποιήθηκε η μεταφύτευση των νεαρών φυταρίων του καλαμποκιού από τους πλαστικούς δίσκους στο χώρο του προβλαστηρίου στις γλάστρες. Τα νεαρά φυτά είχαν αναπτύξει τότε βλαστό ύψους από 20 έως 25 cm και είχαν εκπτύξει 3 πραγματικά φύλλα.

Στις 4 Αυγούστου παρατηρήθηκε ότι 10 ημέρες μετά την μεταφύτευση των νεαρών φυτών στις γλάστρες η ομάδα με την πλήρη λίπανση (N,P,K) δηλαδή η επέμβαση με το

νούμερο 11 ή M-NPK παρουσιάζει μακροσκοπικώς εμφανή διαφορά στη ανάπτυξη των φυτών σε σχέση με τα φυτά των υπόλοιπων ομάδων.

Στις **22 Αυγούστου** πραγματοποιήθηκε φωτογράφιση των πιο αντιπροσωπευτικών φυτών από όλες τις ομάδες του υποστρωματικού υλικού του πειράματος.

Στις **25 Αυγούστου** έγινε η πρώτη μέτρηση και καταγραφή του ύψους των φυτών, του μέγιστου πλάτους καθώς και του μήκους του μεγαλύτερου φύλλου. Ο αριθμός των φύλλων ήταν σταθερός για όλα τα φυτά όλων των γλαστρών και ήταν 8. Η διαφορά του ύψους ανάμεσα στα φυτά οφειλόταν στο διαφορετικό μέγεθος των μεσογονατίων διαστημάτων. Η μέτρηση του ύψους γίνονταν από την βάση του λαιμού του φυτού έως το γόνατο του τελευταίου φύλλου. Το μέγιστο πλάτος καταμετρήθηκε στα φύλλα που είχαν και το μέγιστο μήκος.

Στις **10 Σεπτεμβρίου** πραγματοποιήθηκε η δεύτερη μέτρηση και καταγραφή του ύψους των φυτών, του μήκους του μεγαλύτερου φύλλου καθώς και του μέγιστου πλάτους. Όπως και στην πρώτη μέτρηση ο αριθμός των φύλλων για κάθε φυτό ήταν και πάλι σταθερός δηλαδή 8, ανεξάρτητα από την επέμβαση.

Στις **17 Σεπτεμβρίου** έγινε η τρίτη μέτρηση και καταγραφή του ύψους των φυτών, του μέγιστου πλάτους καθώς και του μήκους του μεγαλύτερου φύλλου. Μετά από μελέτη των μετρήσεων διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξε κάποια μεταβολή στα μεγέθη σε σύγκριση με τις τιμές που καταγράφηκαν κατά την δεύτερη μέτρηση.

Στις **24 Σεπτεμβρίου** πραγματοποιήθηκε η τέταρτη και τελευταία μέτρηση. Πάλι δεν παρατηρήθηκε κάποια μεταβολή στα μεγέθη σε σύγκριση με τις τιμές που καταγράφηκαν κατά την δεύτερη μέτρηση.

Στις **26 Σεπτεμβρίου** έγινε η αποκοπή των φυτών του καλαμποκιού από τις γλάστρες. Η αποκοπή πραγματοποιήθηκε με κλαδευτήρι και στο ύψος της βάσης του λαιμού. Τα φυτά μετά την αποκοπή τους τοποθετήθηκαν μέσα σε πλαστικές σακούλες ενώ ταυτόχρονα

γίνονταν και ο τεμαχισμός τους. Επίσης είχαμε την αποκοπή των σπαδικών από τον βλαστό του φυτού και την τοποθέτηση τους μέσα σε μικρά σακουλάκια.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η καταγραφή του βάρους των σπαδικών καθώς και του μήκους τους. Η μέτρηση του βάρους των σπαδικών έγινε αφού πραγματοποιήθηκε πρώτα η αφαίρεση των βρακτίων και των ποδίσκων. Το βάρος των βρακτίων και των μίσχων συμπεριλήφθη στο βάρος του φυτού χωρίς σπάδικες. Μέτρηση νεπού βάρους φυτών δεν έγινε λόγω της ξήρανσης μεγάλου ποσοστού των φύλλων κατά τη συγκομιδή. Στη συνέχεια έγινε η τοποθέτηση του ενός τρίτου $1/3$ του συνόλου των φυτών μαζί με τους σπάδικες τους στο ξηραντήριο ενώ τα υπόλοιπα $2/3$ τοποθετήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο. Τα φυτά στο ξηραντήριο τοποθετήθηκαν στους 80°C και για 48 ώρες. Στον ψυκτικό θάλαμο η θερμοκρασία ήταν σταθερή στους 5°C .

Μέτρηση και καταγραφή του ριζικού συστήματος δεν πραγματοποιήθηκε καθότι οι ρίζες είχαν καταλάβει ολόκληρο τον χώρο της γλάστρας και δεν ήταν δυνατόν ο διαχωρισμός με αποτέλεσμα την μη αξιόπιστη μέτρηση της ριζών.

Επίσης παρατηρήθηκε ότι σπάδικες με πλήρεις σχηματισμένους σπόρους είχαμε μόνο από την επέμβαση με το νούμερο 11 δηλαδή την ομάδα με την πλήρη λίπανση (N,P,K). Στις επεμβάσεις 9,8,7 παρατηρήθηκε ότι οι σπόροι δεν είχαν σχηματιστεί πλήρως λόγω του όψιμου σχηματισμού των σπαδικών τους, ενώ σε κάποιες άλλες επεμβάσεις δεν σχηματίστηκαν καθόλου σπάδικες

Στις **28 Σεπτεμβρίου** βγάλαμε την πρώτη ομάδα φυτών από το ξηραντήριο και αμέσως μετρήθηκε και καταγράφηκε το ξηρό βάρος των φυτών και των σπαδικών. Τα ξηρά βάρη των φυτών και των σπαδικών καταγράφηκαν και μαζί και ξεχωριστά για το καθένα. Οι σπάδικες από την επέμβαση με το νούμερο 11 παρέμειναν επιπλέον 24 ώρες για καλύτερη ξήρανση. Η μέτρηση του ξηρού βάρους γίνεται αμέσως με την έξοδο των φυτών από το

ξηραντήριο λόγω ότι αν υπήρχε καθυστέρηση θα είχαμε πρόσληψη υγρασίας από το περιβάλλον οπότε θα υπήρχε αλλοίωση αποτελέσματος.

Επίσης έγινε η είσοδος της επομένης ομάδας από τα φυτά στο ξηραντήριο, δηλαδή άλλο ένα τρίτο 1/3 τα οποία είχαν τοποθετηθεί στον ψυκτικό θάλαμο.

Στις **30 Σεπτεμβρίου** βγήκε από το ξηραντήριο η δεύτερη ομάδα των φυτών και αμέσως πραγματοποιήθηκε η μέτρηση και καταγραφή του ξηρού βάρους των φυτών και των σπαδικών. Τοποθετήθηκε η τρίτη και τελευταία ομάδα των φυτών και των σπαδικών στο ξηραντήριο.

Στις **2 Οκτωβρίου** αφαιρέθηκε από το ξηραντήριο η τρίτη και τελευταία ομάδα των φυτών με έναρξη αμέσως της μέτρησης και καταγραφής του ξηρού βάρους των φυτών και των σπαδικών.

2.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, όπως είδη ελέχθη. Οι επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν ήταν (14) με (5) επαναλήψεις ανά επέμβαση, μια σε κάθε συγκρότημα πειραματικών τεμαχίων (block) και (4) φυτά ανά επανάληψη.

Στο χώρο διεξαγωγής του πειράματος εγκαταστάθηκαν συνολικά 280 φυτάρια καλαμποκιού μέσα σε γλάστρες. Το συνολικό μήκος των 5 επαναλήψεων ήταν 13,9 m ενώ το πλάτος τους ήταν 8,56 m. Το μήκος κάθε 'block' ήταν 2,16 m. Κάθε 'block' περιελάμβανε 14 πειραματικά τεμάχια (επαναλήψεις επεμβάσεων). Η απόσταση ανάμεσα στα πειραματικά τεμάχια ήταν 0,64 m, ενώ η απόσταση μεταξύ των γλαστρών σ' ένα πειραματικό τεμάχιο ήταν 0,40 m. Ακόμα η απόσταση ανάμεσα στα 'blocks' δηλαδή το πλάτος των διαδρόμων ήταν 0,8 m. (βλ.παράρτημα)

2.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι καλλιεργητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στον πειραματικό χώρο ήταν άρδευση και βοτάνισμα και έγιναν στις ακόλουθες ημερομηνίες

Ημερομηνία και ημέρα	Είδος εργασίας	Ποσότητα νερού κατά τη άρδευση
25/7/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml
26/7/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml
27/7/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml
28/7/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml
29/7/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml
30/7/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml
31/7/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml
01/8/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml
02/8/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml
03/8/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml
04/8/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml
05/8/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml
06/8/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml
07/8/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml
08/8/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml
09/8/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml
10/8/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml
11/8/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml
12/8/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml
13/8/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml
14/8/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml
15/8/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml
16/8/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml
17/8/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml
18/8/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml
19/8/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml
20/8/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml

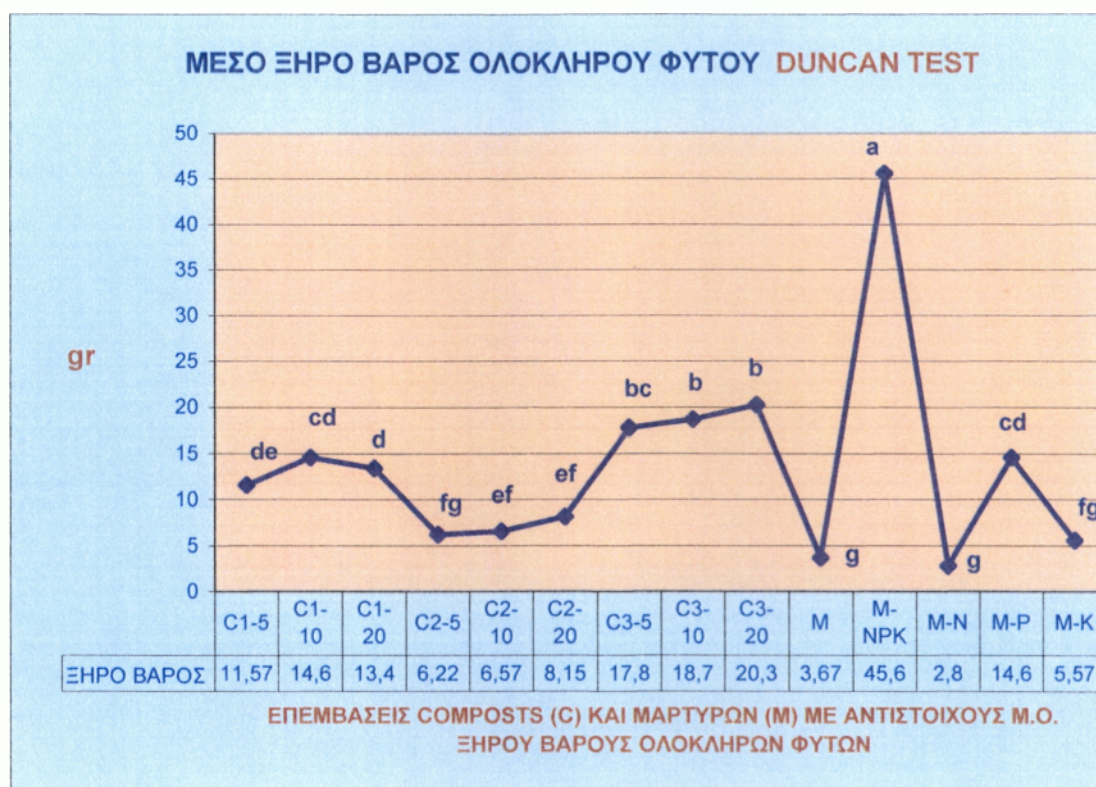
21/8/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
22/8/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml
23/8/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
24/8/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml
25/8/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
26/8/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml
27/8/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
28/8/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml
29/8/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
30/8/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml
31/8/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
01/9/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml
02/9/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
03/9/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml
04/9/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
05/9/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml
06/9/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11 επέμβαση
07/9/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml
08/9/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
09/9/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml
10/9/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
11/9/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml
12/9/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση

13/9/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml
14/9/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
15/9/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml
16/9/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
17/9/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml
18/9/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
19/9/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml
20/9/2003 ΣΑ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
21/9/2003 ΚΥ	Πότισμα	300 ml
22/9/2003 ΔΕ	Πότισμα και Βοτάνισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
23/9/2003 ΤΡ	Πότισμα	300 ml
24/9/2003 ΤΕ	Πότισμα	300 ml και επιπλέον 600 ml στην Νο11, Νο9, Νο8, Νο7 επέμβαση
25/9/2003 ΠΕ	Πότισμα	300 ml
26/9/2003 ΠΑ	Πότισμα	300 ml

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

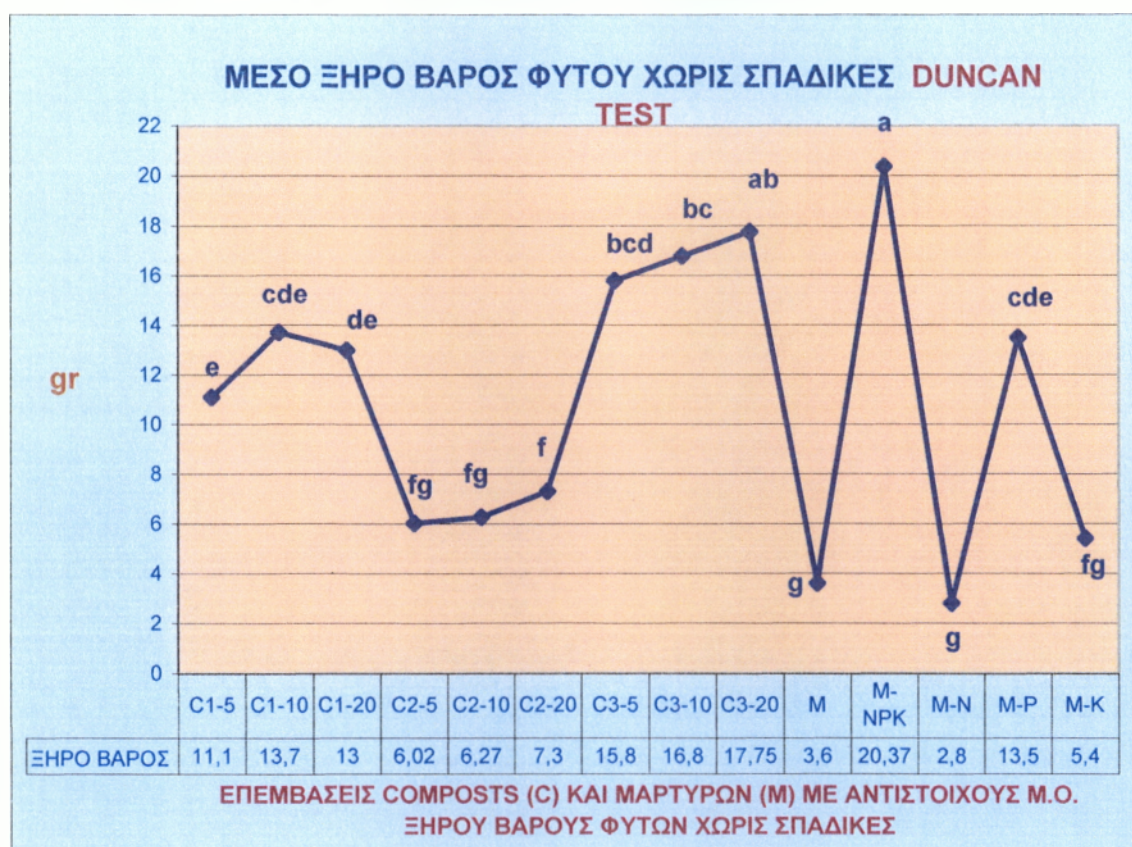
Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή της F κατανομής και οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων εντοπίστηκαν με τη νέα πολλαπλού εύρους δοκιμή του Duncan, σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$. Τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα :



Σχήμα 1. Μέσος όρος ξηρού βάρους ανά φυτό στις επεμβάσεις **C1-5**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5% v/v), **C1-10**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% v/v), **C1-20**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 20% v/v), **C2-5**(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 5% v/v), **C2-10**(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 10% v/v), **C2-20**(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 20% v/v), **C3-5**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5% v/v), **C3-10**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10% v/v), **C3-20**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20% v/v), **M-NPK**(πλήρης λίπανση με N-P-K), **M-N**(λίπανση N), **M-P**(λίπανση P), **M-K**(λίπανση K), **M**(μάρτυρας: σκέτο χώμα)

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από το σχήμα 1. με βάση την στατιστική ανάλυση με τη δοκιμή του Duncan, μπορούμε να κατατάξουμε τις επεμβάσεις σε 9 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε

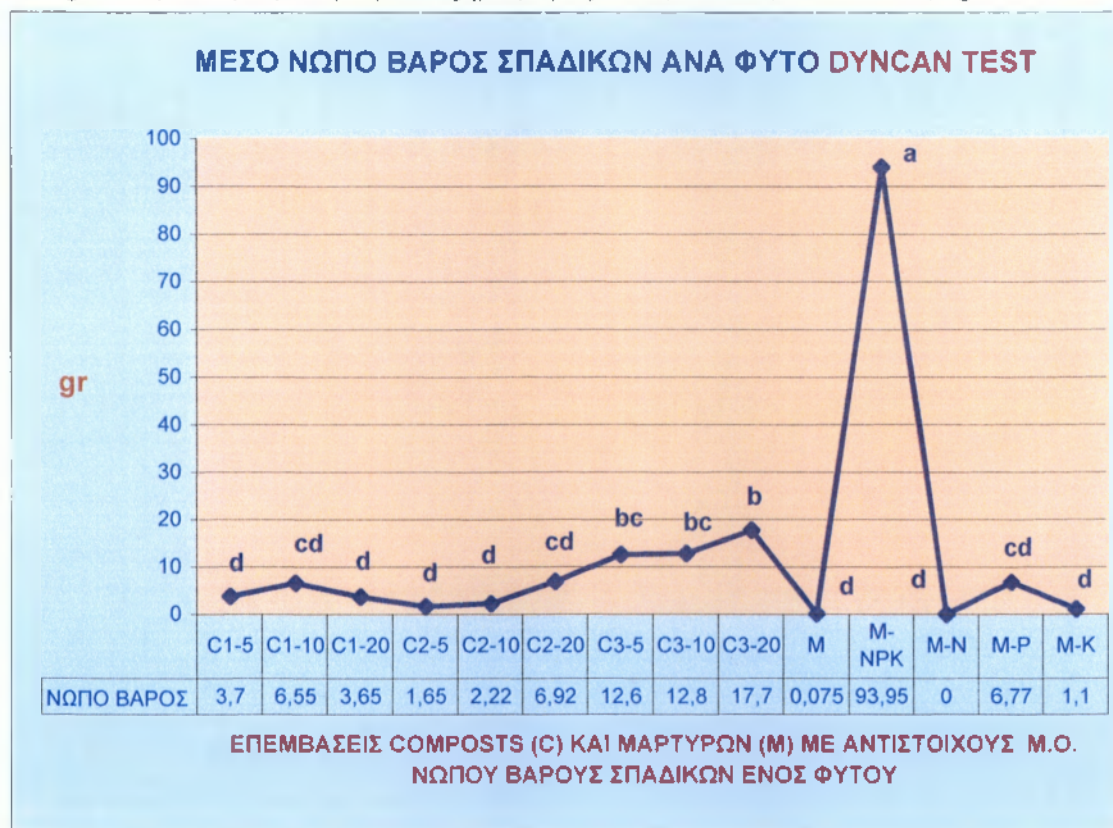
μέσο ξηρό βάρος ανά ολόκληρο φυτό έδωσε η επέμβαση (M-NPK), που σημαίνεται με το γράμμα 'a' στο παραπάνω σχήμα, αμέσως μετά ακολούθησαν οι επεμβάσεις (C3-10 και C3-20) που σημαίνονται με το γράμμα 'b', ακολουθεί η επέμβαση (C3-5) 'bc', οι (C1-10 και M-P) 'cd', η (C1-20) 'd', η (C1-5) 'de', οι (C2-10 και C2-20) 'ef', οι (C2-5 και M-K) 'fg', και με το μικρότερο μέσο ξηρό βάρος ανά ολόκληρο φυτό οι (M και M-N) 'g'.



Σχήμα 2. Μέσος όρος ξηρού βάρους ανά φυτό χωρίς σπάδικες στις επεμβάσεις C1-5(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5% v/v), C1-10(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% v/v), C1-20(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 20% v/v), C2-5(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 5% v/v), C2-10(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 10% v/v), C2-20(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 20% v/v), C3-5(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5% v/v), C3-10(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10% v/v), C3-20(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20% v/v), M-NPK(πλήρης λίπανση με N-P-K), M-N(λίπανση N), M-P(λίπανση P), M-K(λίπανση K), M(μάρτυρας: σκέτο χώμα)

Όπως φαίνεται από το σχήμα 2. με βάση την στατιστική ανάλυση με τη δοκιμή του Duncan, μπορούμε να κατατάξουμε τις επεμβάσεις σε 10 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε μέσο ξηρό βάρος ανά φυτό χωρίς σπάδικες έδωσε η επέμβαση (M-NPK), που σημαίνεται με το γράμμα 'a' στο παραπάνω σχήμα. αμέσως μετά ακολούθησε η επέμβαση (C3-20) που σημαίνονται με το γράμμα 'ab', ακολουθεί η επέμβαση (C3-10) 'bc', οι (C3-5) 'bcd', οι (C1-10

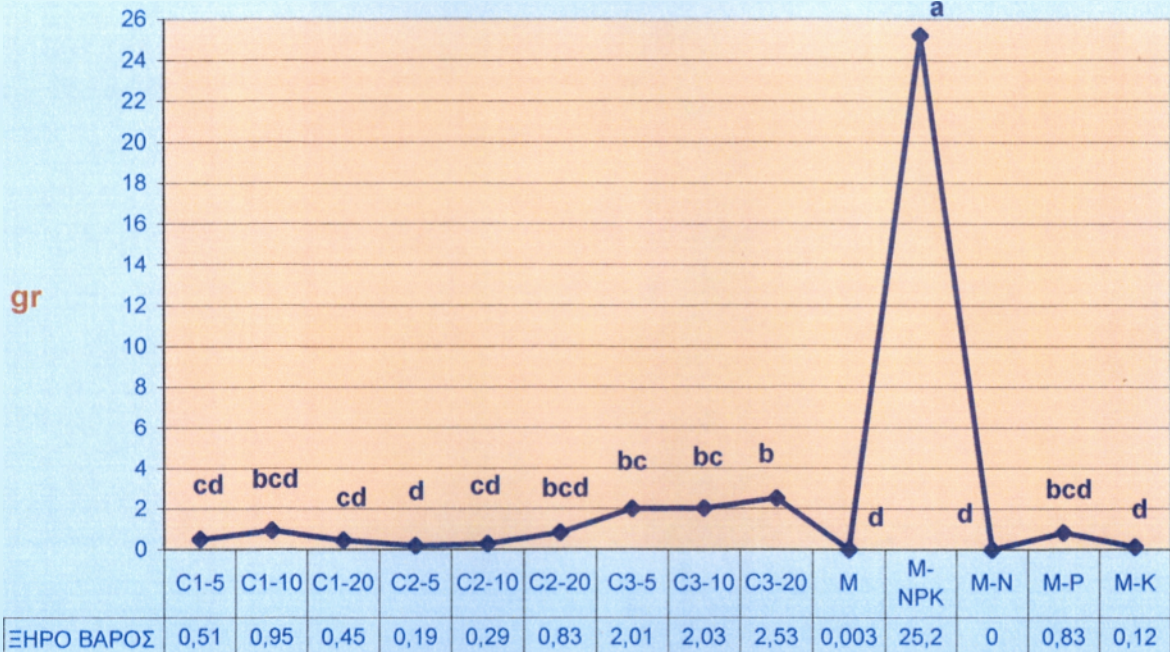
και **M-P** 'cde', η (**C1-20**) 'de', η (**C1-5**) 'e', η (**C2-20**) 'f', οι (**C2-5, C2-10 και M-K**) 'fg', και με το μικρότερο μέσο ξηρό βάρος ανά φυτό οι (**M και M-N**) 'g'.



Σχήμα 3. Μέσος όρος νωπού βάρους σπαδικών στις επεμβάσεις **C1-5**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5% v/v), **C1-10**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% v/v), **C1-20**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 20% v/v), **C2-5**(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 5% v/v), **C2-10**(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 10% v/v), **C2-20**(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 20% v/v), **C3-5**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5% v/v), **C3-10**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10% v/v), **C3-20**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20% v/v), **M-NPK**(πλήρης λίπανση με N-P-K), **M-N**(λίπανση N), **M-P**(λίπανση P), **M-K**(λίπανση K), **M**(μάρτυρας: σκέτο χώμα)

Στο σχήμα 3. παρατηρούμε ότι με βάση την στατιστική ανάλυση με τη δοκιμή του Duncan, μπορούμε να κατατάξουμε τις επεμβάσεις σε 5 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε μέσο νωπό βάρος σπαδικών έδωσε η επέμβαση (**M-NPK**), που σημαίνεται με το γράμμα 'a' στο παραπάνω σχήμα, αμέσως μετά ακολούθησε η επέμβαση (**C3-20**) που σημαίνονται με το γράμμα 'b', ακολουθούν οι επεμβάσεις (**C3-5 και C3-10**) 'bc', οι (**C1-10, C2-20 και M-P**) 'cd', και με το μικρότερο μέσο νωπό βάρος σπαδικών οι (**C1-5, C1-20, C2-5, C2-10, M-N, M-K και M**) 'd'.

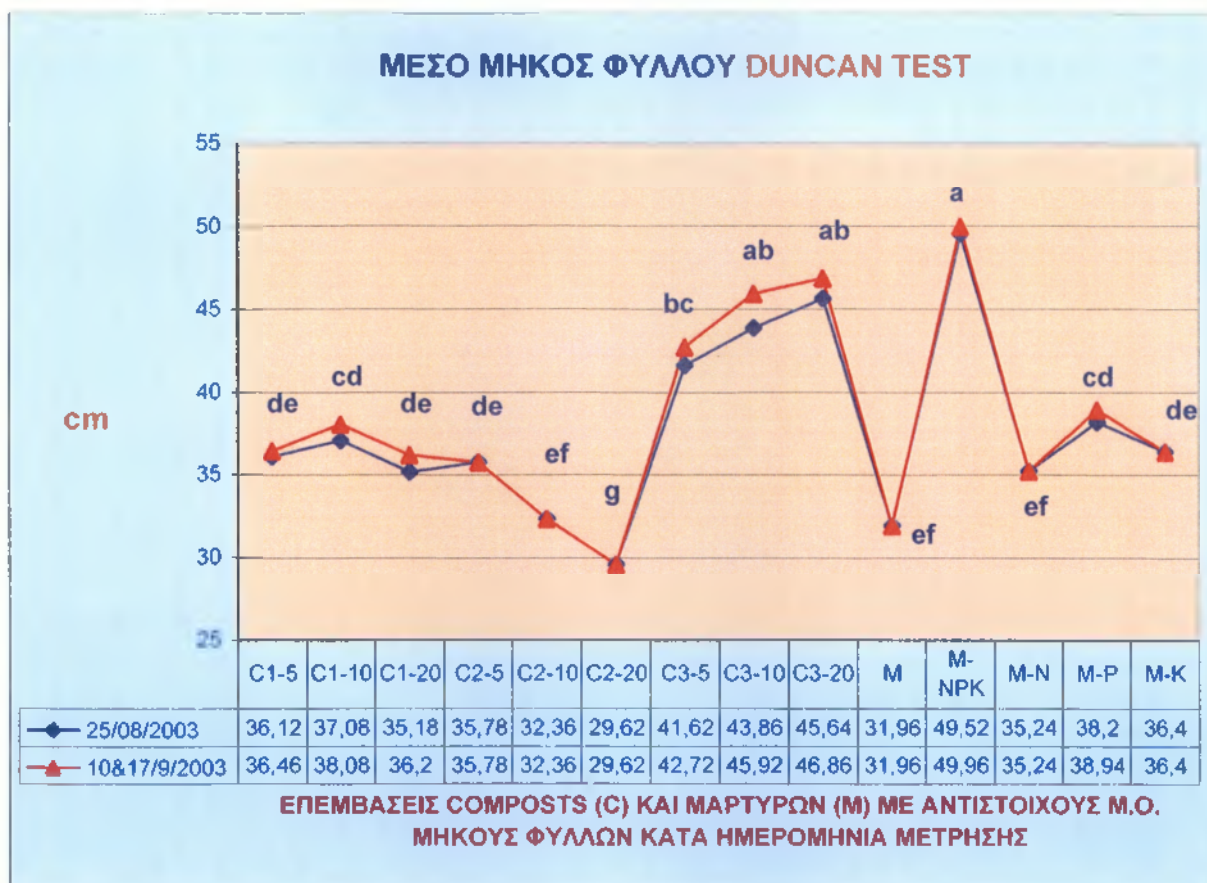
ΜΕΣΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΣΠΑΔΙΚΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ DUNCAN TEST



ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ COMPOSTS (C) ΚΑΙ ΜΑΡΤΥΡΩΝ (M) ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΣ Μ.Ο. ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΠΑΔΙΚΩΝ

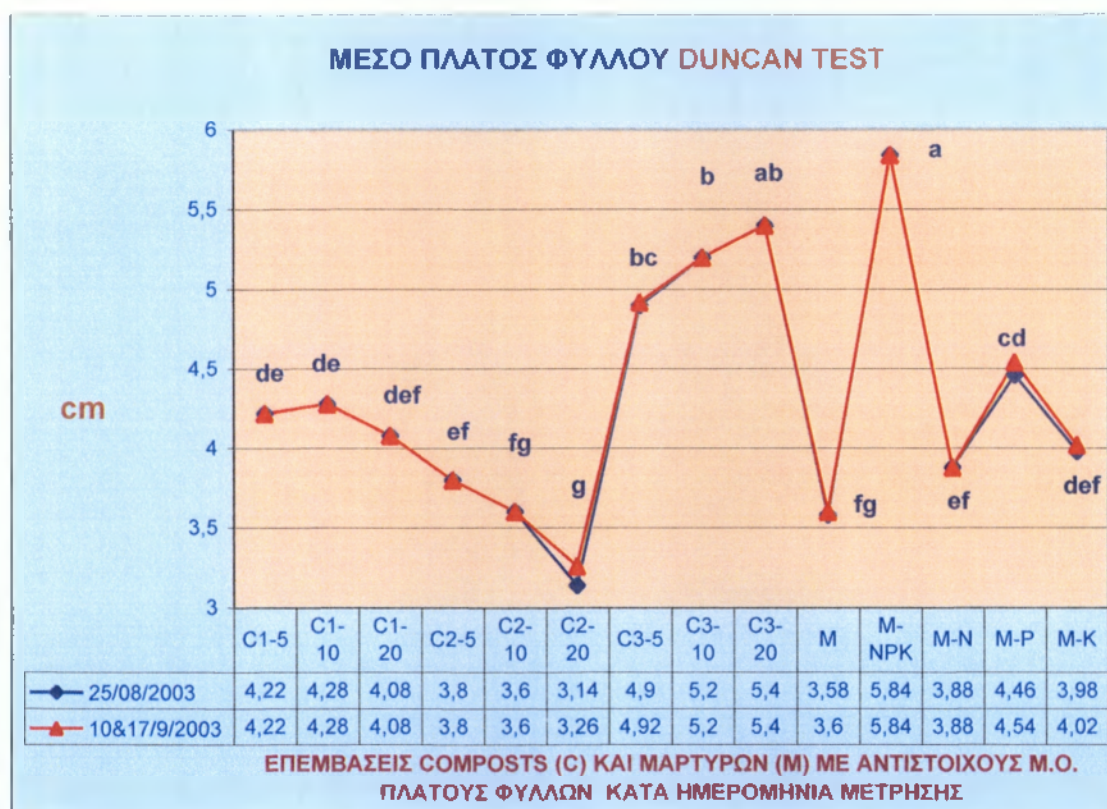
Σχήμα 4. Μέσος όρος ξηρού βάρους σπαδικών στις επεμβάσεις C1-5(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5% v/v), C1-10(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% v/v), C1-20(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 20% v/v), C2-5(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 5% v/v), C2-10(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 10% v/v), C2-20(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 20% v/v), C3-5(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5% v/v), C3-10(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10% v/v), C3-20(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20% v/v), M-NPK(πλήρης λίπανση με N-P-K), M-N(λίπανση αζώτου N), M-P(λίπανση P), M-K(λίπανση K), M(μάρτυρας: σκέτο χώμα)

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από το σχήμα 4. με βάση την στατιστική ανάλυση με τη δοκιμή του Duncan, μπορούμε να κατατάξουμε τις επεμβάσεις σε 6 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε μέσο ξηρό βάρος σπαδικών ανά φυτό έδωσε η επέμβαση (M-NPK), που σημαίνεται με το γράμμα 'a' στο παραπάνω σχήμα, αμέσως μετά ακολούθησε η επέμβαση (C3-20) που σημαίνονται με το γράμμα 'b', ακολουθούν οι επεμβάσεις (C3-5 και C3-10) 'bc', οι (C1-10, C2-20 και M-P) 'bcd', οι (C1-5, C1-20 και C2-10) 'cd', και με το μικρότερο μέσο ξηρό βάρος σπαδικών οι επεμβάσεις (C2-5, M-N, M-K και M) 'd'.



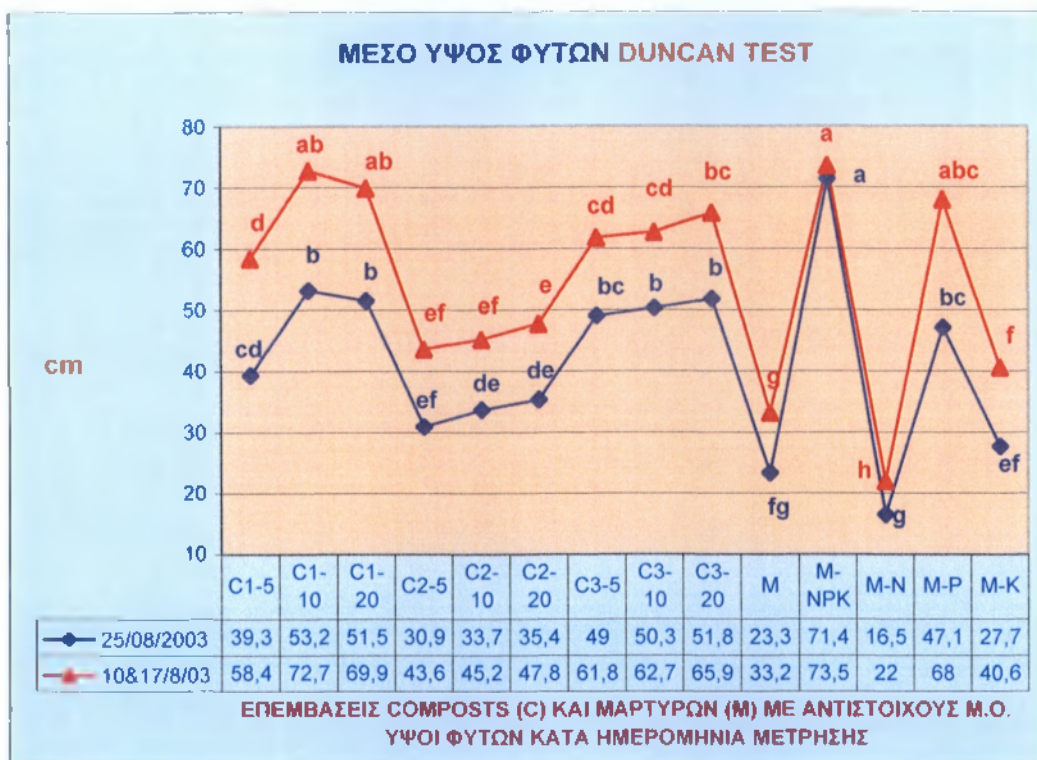
Σχήμα 5. Μέσος όρος μήκους φύλλων σε τρεις μετρήσεις που έγιναν στις επεμβάσεις C1-5(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5% v/v), C1-10(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% v/v), C1-20(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 20% v/v), C2-5(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 5% v/v), C2-10(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 10% v/v), C2-20(ελαιόφυλλα και κατσίγαρος 20% v/v), C3-5(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5% v/v), C3-10(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10% v/v), C3-20(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20% v/v), M-NPK(πλήρης λίπανση με N-P-K), M-N(λίπανση N), M-P(λίπανση P), M-K(λίπανση K), M(μάρτυρας: σκέτο χώμα)

Όπως φαίνεται από το σχήμα 5. με βάση την στατιστική ανάλυση με τη δοκιμή του Duncan που έγινε και στις τρεις μετρήσεις (25/8/2003) και (10/9/2003&17/9/2003) μπορούμε να κατατάξουμε τις επεμβάσεις σε 7 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε μέσο μήκος φύλλων έδωσε η επέμβαση (M-NPK), που σημαίνεται με το γράμμα 'a' στο παραπάνω σχήμα, αμέσως μετά ακολούθησε η επέμβαση (C3-10 και C3-20) που σημαίνονται με το γράμμα 'ab', ακολουθούν οι επεμβάσεις (C3-5) 'bc', οι (C1-10, και M-P) 'cd', οι (C1-5, C1-20, C2-5 και M-K) 'de', οι (C2-10, M-N και M) 'ef', και με το μικρότερο μέσο μήκος φύλλων η επέμβαση (C2-20) 'g'.



Σχήμα 6. Μέσος όρος πλάτους φύλλων σε τρεις μετρήσεις που έγιναν στις επεμβάσεις **C1-5**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5% v/v), **C1-10**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% v/v), **C1-20**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 20% v/v), **C2-5**(ελαιόφυλλα και κατσιγάρος 5% v/v), **C2-10**(ελαιόφυλλα και κατσιγάρος 10% v/v), **C2-20**(ελαιόφυλλα και κατσιγάρος 20% v/v), **C3-5**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5% v/v), **C3-10**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10% v/v), **C3-20**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20% v/v), **M-NPK**(πλήρης λίπανση με N-P-K), **M-N**(λίπανση N), **M-P**(λίπανση P), **M-K**(λίπανση K), **M**(μάρτυρας: σκέτο χώμα)

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από το σχήμα 6. με βάση την στατιστική ανάλυση με τη δοκιμή του Duncan που έγινε και στις τρεις μετρήσεις (25/8/2003) και (10/9/2003 & 17/9/2003) μπορούμε να κατατάξουμε τις επεμβάσεις σε 10 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε μέσο πλάτος φύλλων έδωσε η επέμβαση (**M-NPK**), που σημαίνεται με το γράμμα 'a' στο παραπάνω σχήμα, αμέσως μετά ακολούθησε η επέμβαση (**C3-20**) που σημαίνονται με το γράμμα 'ab', ακολουθεί η επέμβαση (**C3-10**) 'b', η (**C3-5**) 'bc', η (**M-P**) 'cd', οι (**C1-5** και **C1-10**) 'de', οι (**C1-20** και **M-K**) 'def', οι (**C2-5** και **M-N**) 'ef', οι (**C2-10** και **M**) 'fg', και με το μικρότερο μέσο πλάτος φύλλων η επέμβαση (**C2-20**) 'g'.



Σχήμα 7. Μέσος όρος ύψους φυτών σε τρεις μετρήσεις που έγιναν στις επεμβάσεις **C1-5**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5% v/v), **C1-10**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% v/v), **C1-20**(στέμφυλα και πυρηνόξυλο 20% v/v), **C2-5**(ελαιόφυλλα και κατσιγάρος 5% v/v), **C2-10**(ελαιόφυλλα και κατσιγάρος 10% v/v), **C2-20**(ελαιόφυλλα και κατσιγάρος 20% v/v), **C3-5**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5% v/v), **C3-10**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10% v/v), **C3-20**(εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20% v/v), **M-NPK**(πλήρης λίπανση με N-P-K), **M-N**(λίπανση N), **M-P**(λίπανση P), **M-K**(λίπανση K), **M**(μάρτυρας: σκέτο χώμα)

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από το σχήμα 7. με βάση την στατιστική ανάλυση με τη δοκιμή του Duncan μπορούμε να κατατάξουμε στην πρώτη μέτρηση τις επεμβάσεις σε 11 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε μέσο ύψος φυτών έδωσε η επέμβαση (**M-NPK**), που σημαίνεται με το γράμμα 'α' στο παραπάνω σχήμα, αμέσως μετά ακολούθησαν οι επεμβάσεις (**C1-10** και **C1-20**) που σημαίνονται με το γράμμα 'ab', ακολουθεί η επέμβαση (**M-P**) 'abc', η (**C3-20**) 'bc', οι (**C3-5** και **C3-10**) 'cd', η (**C1-5**) 'd', η (**C2-20**) 'e', οι (**C2-5** και **C2-10**) 'ef', η (**M-K**) 'f', η (**M**) 'g', και με το μικρότερο μέσο ύψος φυτών η επέμβαση (**M-N**) 'h'.

Κατά την δεύτερη και τρίτη μέτρηση μπορούμε να κατατάξουμε τις επεμβάσεις σε 8 κατηγορίες, που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και σημαίνονται με διαφορετικά γράμματα. Με βάση λοιπόν την στατιστική ανάλυση την μεγαλύτερη απόδοση σε μέσο ύψος φυτών έδωσε η επέμβαση (**M-NPK**), που σημαίνεται με το γράμμα 'α' στο παραπάνω σχήμα, αμέσως μετά ακολούθησαν οι επεμβάσεις (**C1-10**, **C1-20**, **C3-10** και **C3-20**) 'b', οι (**C3-5** και **M-P**) 'bc', η (**C1-5**) 'cd', οι (**C2-10** και **C2-20**) 'de', οι (**C2-5** και **M-K**) 'ef', η (**M**) 'fg', και με το μικρότερο μέσο ύψος φυτών η επέμβαση (**M-N**) 'g'.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις μετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν στο μέγιστο μήκος και πλάτος των φύλλων, το ύψος των φυτών καθώς επίσης και ξηρό βάρος φυτού με σπάδικες, το ξηρό βάρος φυτού χωρίς σπάδικες, το ξηρό και το νωπό βάρος σπαδικών προέκυψαν τα εξής συνοπτικά αποτελέσματα:

Ως προς το τελικό ύψος μόνο οι επεμβάσεις C1-10 και C1-20 (στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10% και 20%) καθώς και ο μάρτυρας με φώσφορο (M-P) προσέγγισαν, χωρίς σημαντική διαφορά, το ύψος φυτού της πλήρους λίπανσης (M-NPK) (Σχ.7). Οι τρεις επεμβάσεις C3 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5,10 και 20%) καθώς και η C1-5 (στέμφυλα και πυρηνόξυλο 5%) υπερτερούσαν έναντι των υπολοίπων (Σχ.7)

Ως προς το τελικό μήκος μεγαλύτερου φύλλου μόνο οι επεμβάσεις C3-10 και C3-20 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 10 και 20%) δεν υστερούσαν σημαντικά έναντι της πλήρους χημικής λίπανσης (M-NPK). Ακολουθούσε η C3-5 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5%) η οποία διέφερε σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις εκτός των C1-10 (στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10%) και του μάρτυρα με φώσφορο (M-P) (Σχ.5). Παρεμφερή, με ελαφρές αποκλίσεις, ήταν τα αποτελέσματα που αφορούσαν το τελικό πλάτος μεγαλύτερου φύλλου (Σχ.6).

Το ξηρό βάρος σπαδικών όλων των επεμβάσεων ήταν σημαντικά μικρότερο έναντι του μάρτυρα πλήρους χημικής λίπανσης (M-NPK). Η επέμβαση C3-20 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 20%) υπερτερούσε σημαντικά έναντι των υπολοίπων επεμβάσεων εκτός των C3-5 και C3-10 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5 και 10%), C2-20 (ελαιοφύλλα και κατσιγάρος 20%), C1-10 (στέμφυλα και πυρηνόξυλο 10%) και M-P (μάρτυρα με φώσφορο) (Σχ.4).

Παρόμοια, με ελαφρές αποκλίσεις, ήταν και τα αποτελέσματα που αφορούσαν το νωπό βάρος σπαδικών (Σχ.3).

Ο μάρτυρας με πλήρη χημική λίπανση (M-NPK) υπερείχε σημαντικά, στο ξηρό βάρος φυτού χωρίς σπάδικες, έναντι όλων των επεμβάσεων εκτός της C3-20 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών) η οποία υπερείχε σημαντικά έναντι των υπολοίπων επεμβάσεων, εκτός των C3-5 και C3-10 (εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών 5 και 10%). Όλα τα επίπεδα της C2 κομπόστας (ελαιοφύλλα και κατσίγαρος) υστερούσαν σημαντικά έναντι των επιπέδων των δύο άλλων κομποστών (Σχ.2). Σε ότι αφορά το ξηρό βάρος ολόκληρου του φυτού (συμπεριλαμβανομένων και των σπαδικών) (Σχ.1) τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια με κάποιες υποκλίσεις κυρίως στο ότι ο μάρτυρας με πλήρη χημική λίπανση (M-NPK) υπερείχε σημαντικά έναντι όλων των επεμβάσεων και σε απόλυτες τιμές πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες του ξηρού βάρους φυτού χωρίς σπάδικες.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι μόνο οι επεμβάσεις με το εξαντλημένο υπόστρωμα μανιταριών και ιδιαίτερα η επέμβαση C3-20 κατάφερε να πλησιάσει κάπως σε ορισμένες παραμέτρους την πλήρη χημική λίπανση (M-NPK). Είναι όμως πιθανό σε μεγαλύτερη αναλογία και με βάση τις ενδείξεις που προέρχονται από το πείραμά μας να παρατηρούσαμε αρκετά καλύτερα αποτελέσματα από την χρήση του στην καλλιέργεια αραβοσίτου στον αγρό.

Συγκρίνοντας τα στοιχεία που παρουσιάζονται στα διαγράμματα των σχημάτων 3, 4 και 7 μπορούν να συναχθούν τα παρακάτω χρήσιμα συμπεράσματα:

1. Οι επεμβάσεις της κομπόστας που προήλθε από στέμφυλα και πυρηνόξυλο ανταποκρίθηκαν καλύτερα στην κάλυψη των αναγκών των φυτών για την ανάπτυξη τους (Σχ.7).
2. Οι ίδιες ως άνω επεμβάσεις, όπως και οι υπόλοιπες τόσο των διαφόρων ειδών κομπόστας, όσο και των απλών λιπασμάτων, ελάχιστα ανταποκρίθηκαν στην

ανάπτυξη ικανοποιητικού μεγέθους και βάρους σπαδικών (Σχ.3 και Σχ.4). Φαίνεται ότι τα αποθέματα των υποστρωμάτων στα κύρια θρεπτικά στοιχεία N, P, K είτε εξαντλήθηκαν κατά τα στάδια ανάπτυξης των φυτών σε ύψος, οπότε δεν υπήρχαν αρκετές ποσότητες τους για την έκπτυξη και ανάπτυξη των σπαδικών είτε εξαντλήθηκαν τα αποθέματα ενός ή περισσότερων στοιχείων με αποτέλεσμα τη διατάραξη της ισορροπίας στις σχέσεις μεταξύ τους, γεγονός που είχε πολύ αρνητική επίδραση στην έκπτυξη και την ανάπτυξη των σπαδικών. Τη δεύτερη υπόθεση μπορούμε να την στηρίξουμε στο γεγονός ότι και στις επεμβάσεις με μόνα τα απλά λιπάσματα (επεμβάσεις M-N, M-P, M-K, M), στις οποίες υπήρχε ανισορροπία στις σχέσεις των στοιχείων μεταξύ τους παρατηρήθηκε το φαινόμενο της ελάχιστης ανάπτυξης των σπαδικών. Το τι από τα δύο συμβαίνει (ίσως να συμβαίνουν και οι δύο παραπάνω υποθέσεις) μπορεί να διασαφηνιστεί με τον προσδιορισμό των ποσοτήτων των κύριων θρεπτικών στοιχείων που απέμειναν στα υποστρώματα μετά την συγκομιδή των φυτών. Αυτό όμως ίσως αποτελέσει το αντικείμενο ενός επόμενου πειράματος. Ο προσδιορισμός των ελλείψεων μιας κομπόστας σε κάποιο ή κάποια θρεπτικά στοιχεία θα μπορούσε να μας βοηθήσει να επιλέξουμε είδη φυτικών ή άλλων οργανικών υπολειμμάτων τέτοιων που να είναι πλούσια στο ή στα ελλείποντα στοιχεία ώστε η κομπόστα που θα προκύψει μετά τη βιο-αποδομή να είναι κατάλληλη για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια.

3. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι για να έχουμε αποδόσεις κοντά σε αυτές της χημικής λίπανσης ίσως ήταν σκόπιμο να χρησιμοποιήσουμε μεγάλες ποσότητες κομπόστας ανά φυτό που σε γενικές γραμμές θα μπορούσαν να δικαιολογήσουν την χρήση τους μόνο σε βιολογικές καλλιέργειες λόγω του υψηλού τους κόστους.
4. Η χαμηλή απόδοση των φυτών σε σπάδικες θα μπορούσε επίσης να οφείλεται και στην πλήρη αποδόμηση του υποστρώματος, λόγω του μικρού όγκου του ο οποίος δεν

αρκούσε να αντισταθεί στις υπέρτερες δυνάμεις του ριζικού συστήματος ενός δυναμικού φυτού όπως είναι ο αραβόσιτος. Στην περίπτωση αυτή μεγαλύτερου όγκου φυτοδοχεία στο πείραμα θα έδιδαν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, συγκρίσιμα με αποτελέσματα αντίστοιχου πειράματος στον αγρό.

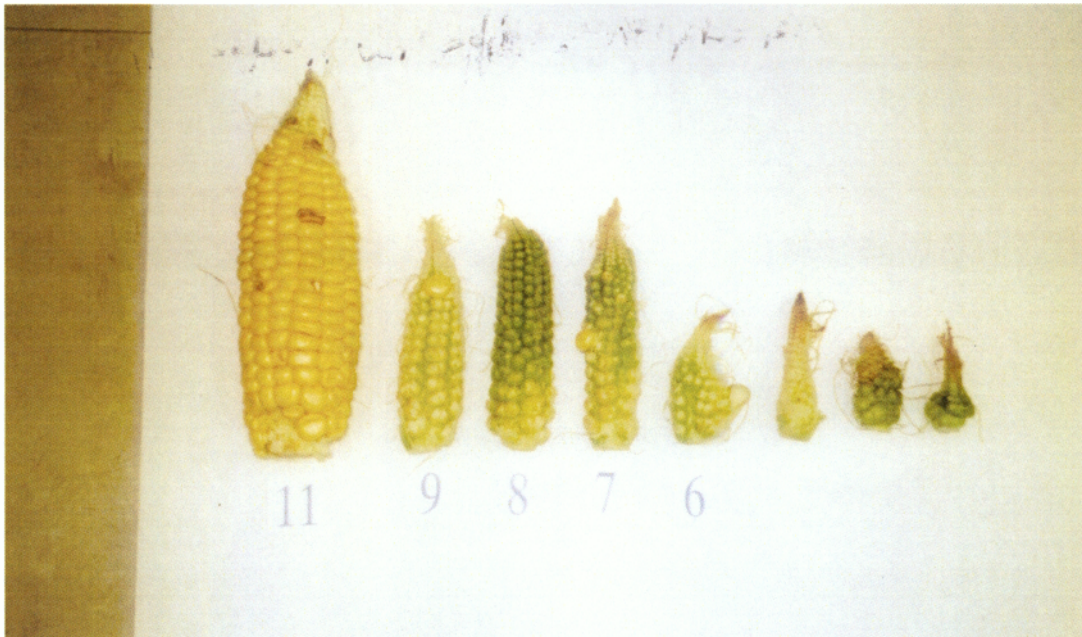
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αναστασιάδης Μ. και Κάνταρος Η. (1998). Λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους. Περιοδικό Δ.Η.Ω. 8 σελ. 20-37.
2. Adams, P.R. and Deploey, J.J. (1978). Enzymes produced by thermophilic fungi. *Mycologia*, 70:906-910.
3. Balis, C. (1989). The dynamics of the aerobic valorization of olive oil mills wasterwaters. (In Greek). In: Management of olive mills wastes. Proceedings of Scientific Conference. Irakleion. Crete, March 1989 Geotechnical chamber of Greece.
4. Balis C. & al. (1995) Thermogradient respirometry as a method for assessing compost stabilisation and co-composting potential. Proceedings of the 1st International Symposium on "Biological waste treatment" A wasted chance? 4-6 April 1995 Bochum Germany, Univ. of Essen 542pp. 1-8.
5. Γρηγορίου, Α. (1996). Αξιοποίηση των λιγνοκυτταρικής φύσεως υπολειμμάτων των πυρηνοελαιουργείων στην παραγωγή μοριοπλακών. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 7,27-37.
6. Chang, Y. and Hudson, H.J. (1967). The fungi of wheat straw compost. *Trans, Br. mycol. Soc.*, 50 (4):649-666.
7. Coudounis, M. Katsaboxakis, K., & Papanikolaou, D. (1983). Progress in the extraction and purification of anthocyanin pigments form the effluents of olive oil extracting plants. *LWT* 7. 567-572.
8. De Bertoli M. (1992). The Control of the Composting Process and Quality of end Products. Composting and compost quality assurance criteria. pp 85-94. Commision of the European Communities (ed. Jackson D.V., Merillot J-M., L'Hermite P.)
9. Duncun, W.G. & Hesketh, J.D. (1968). Net photosynthetic rates and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperatures. *Crop Sci.*8, 670-74
10. Eastwood, D.J. (1952). The fungus flora of composts. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 35:215-220.
11. Gonzales, M.D., Moreno, E., Quevedo - Sarmiento, J. & Ramos ~ Gormenzana, A. (1990). Studies on antibacterial activity of wastes waters from olive oil mills (alpechin): Inhibitory activity of phenolic and fatty acids. *Chemosphere* 20, 423-432.
12. Hankin L., Poincelot R.P. Anagnostakis S.L. (1976a) Micro-organisms from Composting Leaves: Ability to Produce Extracellular Degradative Enzymes. *Microbial Ecology*. 2:296-308.
13. Καραμάνος, Α.Ι., (1990). Αραβόσιτος (βοτανική – οικολογία – καλλιέργεια).
14. Κάτσαρης Π.Δ., (2003). Σημειώσεις για το μάθημα και το Εργαστήριο Διαχείρισης Γεωργικών Παραπροϊόντων. Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.

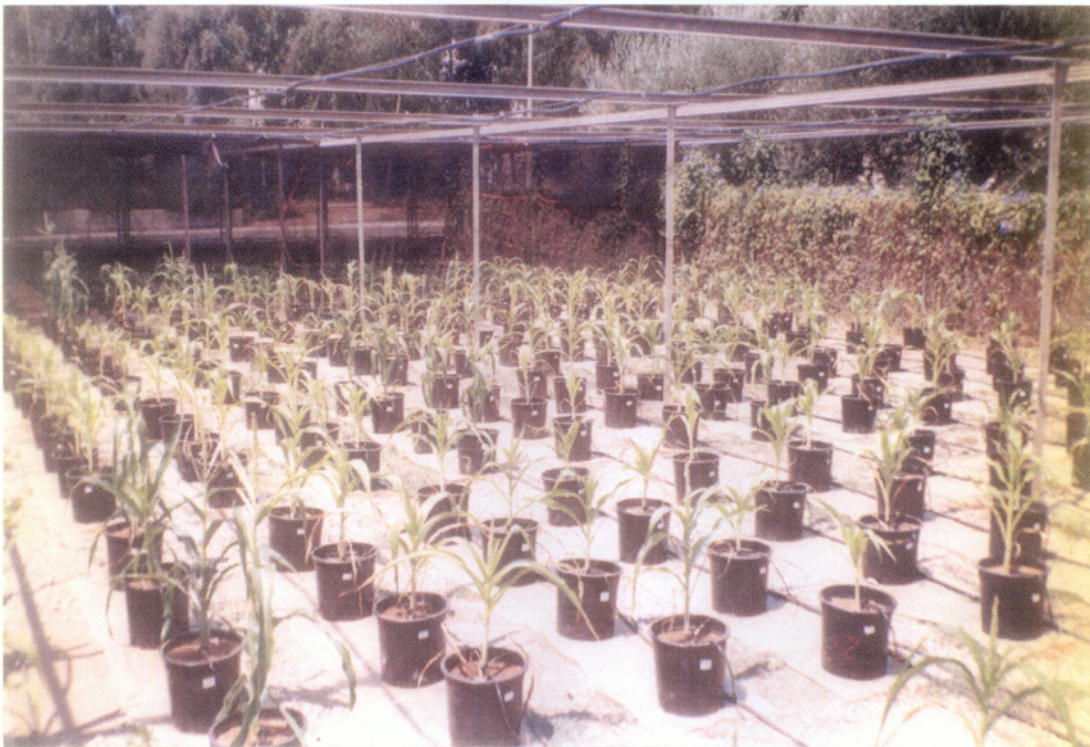
15. Kane, B.E. and Mullins, J.T. (1973). Thermophilic fungi in a municipal waste of compost system. *Mycologia* 65:1087-1100.
16. Konzen, E.A., (1983). Manejo e utilizacao dos dejetos de suinos. Concordia, SC. EMBRAPA/CNPISA, 32 p. (Circular Technica,6).
17. Loehr,R.C., (1974). Agricultural wastes management problems, processes and approaches. New York, Academic Press, p. 335-52.
18. Μανιός, Β.Ι. (1979). Διεύρυνση δυνατότητας παρασκευής φυτοχώματος από την εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα. Διδακτορική διατριβή. Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών.
19. Μανιός, Β.Ι. και Ι. Καριτωτάκης. 1982. Αξιολόγηση οργανικών υπολειμμάτων (φυτικά υπολείμματα, σκουπίδια πόλης), περιοχή Κρήτης, για την Παρασκευή οργανοχημικών υλικών. Πρακτικά 2^{ης} Επιστημονικής Συνάντησης για τα Κηπευτικά και τα Άνθη υπό Κάλυψη.
20. Mangelsdorf, P.C., McNeish, R.S. & Galinat, W.C. (1964). Domestication of corn. *Science* 143, 538-45.
21. Manios V. , and Balis C. (1983) Respirometry to Determine Optimum Conditions for the Biodegradation of Extracted Olive Press-Cake. *Soil Biol. Biochem.* V. 15(1)pp. 75-83.
22. Μπαλής, Κ. Χατζηπαυλίδης, Ι., Φλουρή, & Αντωνάκου, Μ. (1995). Απόβλητα ελαιοτριβείων. Η βιοεπεξεργασία και η χρήση τους ως βιολίπασμα. Διημερίδα Διαχείρισης Απόβλητων, Οκτώβρης 1995, Θεσσαλονίκη.
23. Neuffer, M.G., Jones, L. & Zuber , M.S. (1968). The Mutants of Maize . *Crop Sci. Soc. America*, Madison, Wisconsin.
24. Nozzolini, V. (1963). Il numero delle foglie quale indice della lunghezza del periode vegetative nel mais. *Genet. Agr.* 16, 39-72.
25. Papadimitriou. E.K., Chatzipavlidis I. & Balis, C. (1997). Application of composting to olive mill wastewater treatment. *Environmental Technology* 18,101-107.
30. Paredes, M.J., Monteoliva – Sanches, M. Moreno, E. Perez, J., Ramos – Cormenzana, A. & Martinez, J. (1986). Effect of waste waters from olive oil extraction plants on the bacterial population of soil. *Chemosphere* 15, 659-664.
26. Perez, J., Hernadez, M. T., Ramos – Cormenzana, A. & Martinez, J. (1987). Caracterizacion de fenoles del pigmento del alpenchin y transformacion por *Phanerochaete chrysosporium*. *Grasas y Aceites* 6, 367-371.
27. Rodriguez, M.M., Perez, J., Ramos – Cormenzana, A. & Martinez, J. (1988). Effect of extracts obtained from olive oil mill waste waters on *Bacillus megaterium* ATCC 33085. *Journal of Applied Bacteriology* 64, 219-226.

28. Saiz – Jimenez, C. Gomez – Alarcon, G. & De Leenus, J.W. (1986). Effects of vegetation water on fungal microflora. In : International Symposium on Olive By – Products Valorization, pp. 61-76 Sevilla.
29. Σιδηράς, Ν. (1997). Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. Εκδόσεις ΔΗΩ.
30. Stutzenberger, F.J. Kaufman, A.J. and Lossin, R.D. (1970). Cellulolytic activity in municipal solid waste composting. *Can. J. Microbiol.* **16**:553-560.
31. Taiganides, E.P., (1974). Composting of fedlot wastes. In: Taiganides, E.P. Animal wastes. Essex, England Applied Science, p. 241-51.
32. Τσιτσιάς Κ.Κ., (1995). Εδαφολογία. Οργανισμός εκδόσεων διδακτικών βιβλίων. Αθήνα 1995.
33. Φαντερσμίσσην, Ν. (2000). Κομπόστ – Φυσικό λίπασμα. Περιοδικό ΔΗΩ 13 σελ.39-41.
34. Waksman, S.A. and Starkey, R.L. (1931). The soil and the Microbe. John Wiley, New York.
35. Waksman, S.A. and Gordon, T.C. (1939). Thermophilic decomposition of plant residues in composts by pure and mixed cultures of microorganisms. *Soil Sci.* **47**:217-225.
36. Waksman, S.A., Umbreit, W.W. and Cordon, T.C. (1939a). Thermophilic actinomyces and fungi in soils and in composts. *Soil Sci* **47**:37-61.
37. Waksman, S.A., Gordon, T.C. and Hulpoi, N. (1939b). Influence of Temperature upon the microbiological population and decomposition processes in composts of stable manure. *Soil Sci.* **47**:83-113.
38. Weber, P., (1974). Verwertung höher Müllklärschlammkompost-, Müllkompost-, Klärschlamm- und Torfgaden bei der Rekultivierung von Lössrohböden im Rheinischen Braunkohlerevier. Dissertation Universität Bonn.
39. Zervakis, G., Yiatras, P., & Balis, C. (1995). Edible Mushrooms from Olive Mill Wastes. *International Biodeterioration & Biodegradation* **38**,237-243.
40. Zervakis, G., & Balis, C. (1996). A pluralistic approach in the study of *Pleurotus* species with emphasis on compatibility and physiology of the European morphotaxa. *Mycological Research*.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Χαρακτηριστικό δείγμα σπαδικών



Πειραματικός χώρος

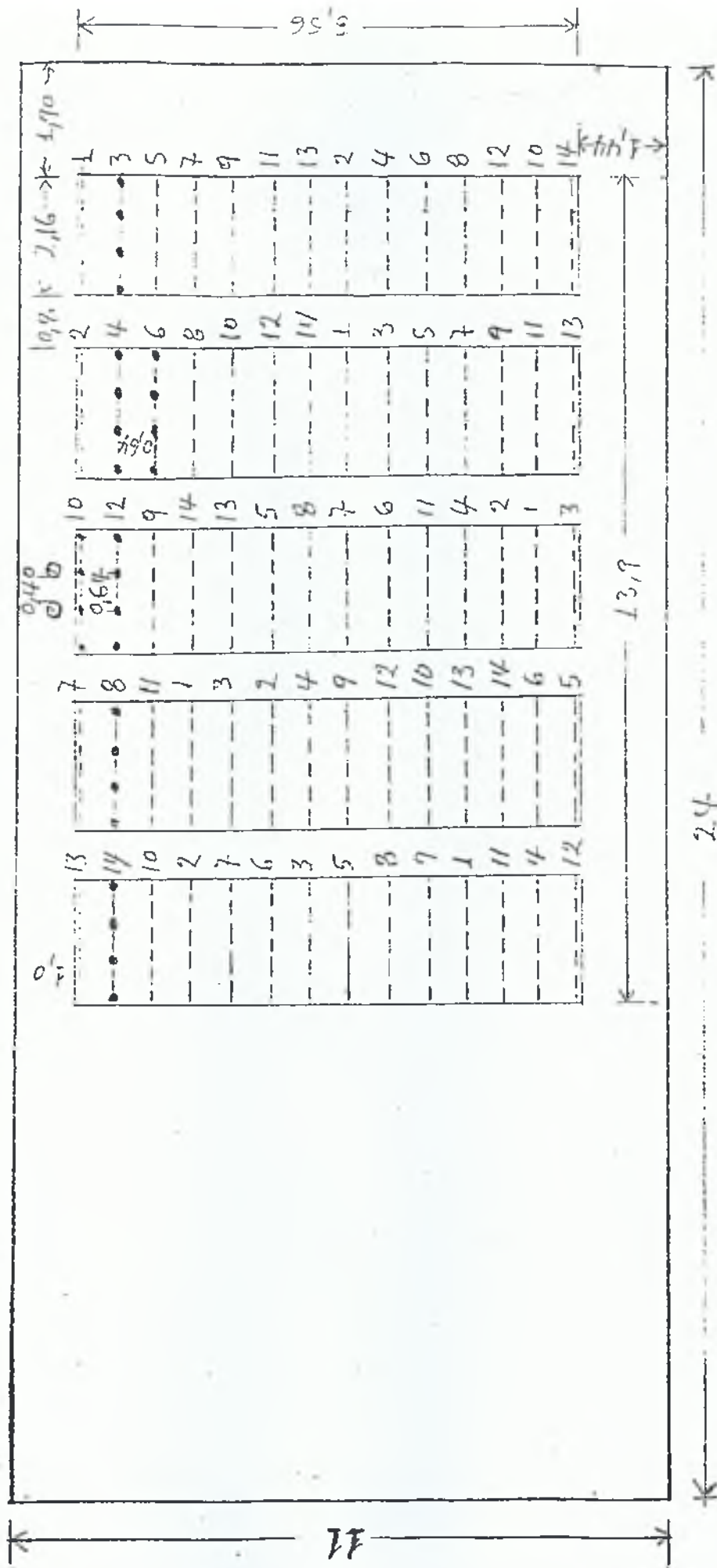


Χαρακτηριστικό δείγμα των 14 επεμβάσεων



Πειραματικός χώρος

↑B



Σχεδιάγραμμα πειραματικού χώρου