



Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα

Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας

Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας « Η επίδραση της χρήσης στην γεωργία των συνθετικών μειγμάτων στην δραστηριότητα των εδαφικών μικροοργανισμών ωφέλιμων και παθογόνων μυκήτων εδάφους»



Σπουδάστρια : Μπαρώνου Αρετή.

Επιβλέποντες Καθηγητές : Δρ. Πασχαλίδης Χρήστος

Δρ. Παπαδοπούλου Μαρία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΟΜΠΟΣΤ.....	7
1.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΚΟΜΠΟΣΤ.....	7
1. 2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.....	7
1. 3. ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.....	9
1. 4. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ - ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	11
1.4.1. ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (COMPOSTING).	12
1. 4. 2. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΑΜΕΣΑ ΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	13
1. 4. 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΕΜΜΕΣΑ ΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	17
1. 5. ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΑ ΑΓΡΟ-ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	25
2. 1. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ.....	25
2. 2. ΤΟ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	26
2.3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΕΛΑΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ.....	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....33

3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ.....31

3.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.37

3.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.....39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ..... 42

4. 1. ΚΑΤΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ..... 42

4. 2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ..... 44

4. 3. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ. 45

4. 4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ..... 48

4. 5. Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ..... 50

4. 6. ΟΙ ΠΟΙΟ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ... 50

4. 7. Ο ΒΟΤΡΥΤΗΣ (*BOTRYTIS CINEREA*) ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ.....53

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ *BOTRYTIS CINEREA* P. ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ..... 58

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ :ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	60
5.1.1ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ.....	60
5.2 . ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	60
5.2.1. Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (ΜΕΘΟΔΟΣ WALKLEY -BLACK)	61
5.2.2. Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ KJELDAHL.....	63
5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	67
5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (COLONY FORMING UNIT - CFU).....	68
5.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.....	70
5.6. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	73
5.7 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ.....	75
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	91
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	95

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση αλλά περισσότερο η κατάχρηση ανόργανων λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας οδήγησε στην υποβάθμιση τόσο της δομής όσο και της θρεπτικής αξίας του εδάφους. Η μέχρι πρόσφατα διαχείριση του εδάφους κατά την γεωργική χρήση αγνόησε τους παράγοντες που αφορούν την δομή του εδάφους, την οικολογία των εδαφικών μικροοργανισμών, των ρόλο της οργανικής ουσίας και των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων, για τα φυτά. Με την πάροδο του χρόνου οι επιβλαβείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτής της υποβάθμισης γίνανε πολλή αισθητές. Αρκεί να αναφερθεί η μείωση του ποσοστού της οργανικής ουσίας με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της σταθερότητας της δομής του εδάφους. Σήμερα, σε μεγάλο βαθμό η περασμένες διαχειρίσεις στην γεωργία αντικαθίστανται με εναλλακτικά συστήματα και ήπιες και φιλικές προς το περιβάλλον μορφές διαχείρισης του εδάφους, και κυρίως με την Βιολογική Γεωργία. Η προσπάθειες αυτές αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας και στη διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους μέσω της χρήσης αμειψισπορών, οργανικών λιπασμάτων, μειωμένης κατεργασίας του εδάφους και βιολογικής καταπολέμησης εχτρών και ασθενειών. Στο οικοσύστημα έδαφος – φυτό της Βιολογικής Γεωργίας όπου επιδιώκεται ο συνδυασμός υψηλής ποιότητας και ικανοποιητικής ποσότητας, σπουδαίο ρόλο έχει η οργανική λίπανση που μπορεί να είναι το κομποστ.

Τα συστατικά του κομποστ παίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της δομής, του πορώδους, της υδατοικανότητας, της αγωγιμότητας, της ρυθμιστικής ικανότητας του pH κ.α. Επιπλέον το έδαφος εμπλουτίζεται με μικροοργανισμούς, οι οποίοι αφενός βοηθούν στην αποδόμηση της οργανικής ουσίας και μετατροπής της σε άμεσα αφομοιώσιμες μορφές τροφής για το φυτό, αφετέρου δημιουργούν συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των μικροοργανισμών, τόσο των παθογόνων όσο και άλλων.

Το γεγονός ότι τα κομποστοποιημένα υλικά (compost) ελαιοτριβείων μπορεί να είναι μια πηγή παροχής οργανικών και θρεπτικών στοιχείων στα φυτά, και τρόπος αντιμετώπισης φυτοπαθογόνων μυκήτων, αφενός ενθαρρύνει την εφαρμογή τους στα καλλιεργούμενα εδάφη, αφετέρου είναι μια καλή λύση των οικολογικών προβλημάτων διαχείρισης των αποβλήτων ελαιοτριβείων. Ωστόσο η επίδρασή του compost (άμεση ή έμμεση) στην εδαφική μικροχλωρίδα έχει ελάχιστα διερευνηθεί. Αυτό αφορά τα ωφέλιμα, τα φυτοπαθογόνα είδη μυκήτων εδάφους, και το μύκητα *Botrytis cinerea Pers.*, - το παθογόνο αίτιο της τεφράς σήψης πολλών ανθοκηπευτικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΟΜΠΟΣΤ.

1.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΚΟΜΠΟΣΤ.

Τα compost είναι φυτοχώματα οργανικής προελεύσεως , τα οποία έχουν υποστεί μια αυτογενή ή ετερογενή διαδικασία αποδόμησης των μητρικών υλικών. Είναι υποστρώματα υψηλής θρεπτικής αξίας, πλούσια σε μικροοργανισμούς και βιοχημικούς ενεργοποιητές και πολλά βελτιωτικά κολλοειδή που χαρακτηρίζουν την ποιότητα της δομής (Hoitongk 1986). Η μικροβιακή αποσύνθεση διαφόρων ουσιών συντελεί στην δημιουργία λιπάσματος γνωστού ως **COMPOST**.

1.2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ

Τα ιστορικά στοιχεία δείχνουν ότι η λίπανση ασκήθηκε από τους αρχαίους χρόνους. Οι Ισραηλίτες, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν άμεσα τα οργανικά απόβλητα ή τα κομποστοποιούσαν (Martin και Gershuny 1992).

Οι πρώτοι πολιτισμοί της Νότιας Αμερικής, της Κίνας, της Ιαπωνίας και της Ινδίας άσκησαν την εντατική γεωργία και χρησιμοποίησαν τα ζωικά και ανθρώπινα απόβλητα ως λιπάσματα (Howard 1943). Πολλά από αυτά τα οργανικά απόβλητα συσσωρευόνταν και σάπιζαν για μεγάλες χρονικές περιόδους παράγοντας λίπασμα.

Η έννοια της μεγάλης κλίμακας κομποστοποίησης με συστηματικό τρόπο αποδίδεται στον Albert Howard (1924-1931) στην Κεντρική Ινδία. Αρχικά η διαδικασία ήταν αναερόβια και τροποποιήθηκε αργότερα σε αερόβια. Η βασική ιδέα ήταν να χρησιμοποιηθούν τα φυτικά, τα ζωικά απόβλητα αλλά και τα ανθρώπινα περιττώματα, αναμιγνύοντας τα με ένα αλκαλικό υλικό για την εξουδετέρωση της οξύτητας.

Ο Van Vuren (1949) δημοσίευσε αποτελέσματα της κομποστοποίησης των αστικών απορριμμάτων το 1939 στη Νότια Αφρική βασισμένα στις αρχές του Howard. Μελέτησε την κομποστοποίηση των αστικών αποβλήτων ως

μέθοδο επαναφοράς του εδαφικού χούμου. Ένα από τα πιο πρόωρα συστήματα κομποστοποίησης κατοχυρώθηκε με το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από τον Beccari το 1922 (Beccari 1922).

Το πρώτο ολοκληρωμένο σύστημα κομποστοποίησης απορριμμάτων καθιερώθηκε στις Κάτω Χώρες το 1932. Η διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Van Maanen, η οποία ήταν μια τροποποίηση της μεθόδου που χρησιμοποίησε ο Howard.

Μετά από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο η κομποστοποίηση αναπτύχθηκε στην Ευρώπη, σε αντίθεση με τις Ηνωμένες Πολιτείες. Στις Κάτω Χώρες δύο μεγάλες εγκαταστάσεις κομποστοποίησης κατασκευάστηκαν η Mierlo και η Wijster (με τη μέθοδο VAM). Υπολογίστηκε ότι σχεδόν το ένα τρίτο των ολλανδικών απορριμμάτων κομποστοποιήθηκε σε αυτές τις δύο εγκαταστάσεις. Συγκεκριμένα τρένα μετέφεραν τα απόβλητα επάνω σε μια ανυψωμένη κεκλιμένη ράμπα και τα άφηναν διαμορφώνοντας τους μεγάλους σωρούς. Υπερυψωμένοι ή κινητοί γερανοί κινούσαν και ανακάτευαν τα απόβλητα για αρκετούς μήνες . Έτσι παράγονταν διάφοροι τύποι κομπόστ για την γεωργία και την δενδροκομία. Το 1976 αρχίζουν οι επισκέψεις και η μελέτες των εγκαταστάσεων που κατασκευαστήκαν με την μέθοδο VAM. Αυτή η μέθοδος φάνηκε να ταιριάζει καλά στις αναπτυσσόμενες χώρες για το λόγω ότι ήταν μια σχετικά χαμηλή τεχνολογία που χρησιμοποιεί εύκολα διαθέσιμο εξοπλισμό.

Η μόνη σημαντική έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την κομποστοποίηση στη δεκαετία του '50 και τη δεκαετία του '60 πραγματοποιήθηκε στο σταθμοί του Richmond του πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας κάτω από την ηγεσία των Δρ Gottas και Goulke.

Το 1973 η γεωργική υπηρεσία των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και το κέντρο γεωργικών ερευνών άρχισαν μια σημαντική ερευνητική προσπάθεια στη λίπανση με απορρίμματα . Σήμερα τα σημαντικότερα ιδρύματα που αναλαμβάνουν έρευνες πολλαπλών σταδίων είναι το USDA,

το πανεπιστήμιο του Οχάιου και της Φλώριδας στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

1. 3. ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.

Η παρασκευή κομποστ προϋποθέτει ορισμένες γνώσεις καθώς η ποιότητα του εξαρτάται κυρίως από το είδος και την ποιότητα των πρώτων υλών, αλλά και των συνθηκών που επικρατούν κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης.

Τα βασικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την προπαρασκευή της κομπόστας είναι κοπριά ζώων, τύρφη, σούρα ζώων, κοπριά πτηνών και υπολείμματα του λιναριού και καναβιού, φύλλα στελέχη ηλίανθου, στελέχη αραβόσιτου, αχρησιμοποίητες κτηνοτροφές, διάφορα σκουπίδια από πόλεις, κοπρώδεις ουσίες, ιζήματα αποχετεύσεων και απορρίμματα δέρματος, φυτών και σφαγείων.

Κοινή τύποι κομπόστας είναι : τύρφη-κοπριά (η σχέση των συστατικών είναι $1 : 0.25 - 1$), τύρφη-υγρή κοπριά και τύρφη-κοπρώδεις ουσίες ($1 : 0,5 - 1$), κοπριά - έδαφος (ως 30%) και κοπριά-φωσφορίτης ($1 - 2\%$ χονδράλευρο φωσφορίτης).

Οι κομπόστες χρησιμοποιούνται για όλες τις καλλιέργειες περίπου στην ίδια με την κοπριά δόση ($15-40$ τόνοι / εκτάριο). Εφαρμόζονται σε αγραναπαυόμενο χωράφι πριν το φθινόπωρο ή με το δεύτερο όργωμα και στις οπές φύτευσης όταν γίνεται φύτευση σπορόφυτων. Από πλευράς ιδιοτήτων λίπανσης εξίσου καλά λιπάσματα με την κοπριά είναι και οι κομπόστες και μερικοί τύποι, όπως οι κομπόστα τύρφης με χονδράλευρο φωσφορίτη. Την διαδικασία με την οποία παράγεται κομπόστ την ονομάζουμε κομποστοποίηση (composting).

Οργανικά υπολείμματα φυτικής και ζωικής προέλευσης περιέχουν αξιοποιήσιμες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών. Τα οργανικά υλικά που συγκεντρώνονται τεμαχισμένα σε κατάλληλα διαμορφωμένους σωρούς, που περιέχουν τους απαραίτητους

πληθυσμούς μικροοργανισμών, για την έναρξη της διαδικασίας αποσύνθεσης, η οποία κάτω από φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος απαιτεί μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Πίνακας 1. Υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υπόστρωμα προς την κομποστοποίηση.

ΠΗΓΕΣ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΥΛΙΚΑ
Παραγωγή ξύλου	Φλοιός δέντρων, ροκανίδια
Παραγωγή τροφίμων	Υπολείμματα από φρούτα, καφέ τσάι, κλπ.
Παραγωγή καπνού	Σκόνη καπνού , νεύρα φύλλων καπνού
Καλλιέργεια μανιταριών	Χρησιμοποιημένο κομπόστ από μανιτάρια
Επεξεργασία ελαιοκάρπου	Ελαιόφυλλα, πυρήνα προ εκχυλίσεως και μετά
Επεξεργασία σταφυλιών	Στέμφυλα από την διαδικασία οινοποίησης
Κτηνοτροφικές μονάδες	Κοπριά από πουλερικά ,χοίρους
Απόβλητα πόλεων	Υπολείμματα από κήπους, πάρκα, σκουπίδια, αστικά λύματα
Γεωργικές μονάδες Βιομηχανίες χαρτιού	Φλοιός, λάσπη βιολογικού καθαρισμού
Φυσικές πηγές	Οργανικά αποθέματα

Υλικά ακατάλληλα για κομποστοποίηση:

- Ανόργανα υλικά (πέτρες, μεταλλικά αντικείμενα, πλαστικά, γυαλί).
- Τυπωμένο χαρτί (εν μέρει).
- Υπολείμματα φαγητών που περιέχουν κρέας, λίπη, κόκαλα, λάδια
- Υλικά καθαρισμού, απορρυπαντικά κλπ.
- Τα υπολείμματα της καλλιέργειας της ντομάτας (στις ρίζες υπάρχουν

συχνά νηματώδεις) και τα φυτικά υπολείμματα που έχουν προσβληθεί από μύκητες (π.χ. περονόσπορο, ιώδιο κλπ), γιατί μεταφέρουν τα σπόρια των ασθενειών.

➤ Οι φλούδες των εσπεριδοειδών σε μεγάλες ποσότητες (αυξάνουν την οξύτητα και εμποδίζουν μερικούς οργανισμούς της χώνεψης, όπως τους γαιοσκώληκες).

➤ Φύλλα συκιάς, τούγιας και πευκοβελόνες και γενικά υλικά από πευκοειδή σε μεγάλες ποσότητες. Τα κωνοφόρα να χρησιμοποιούνται σε ποσοστό όχι >10% στην συνολική ποσότητα της κομπόστας (όξυνση του pH).

➤ Ζωικά και φυτικά λίπη, σάλτσες (εμποδίζουν τον καλό αερισμό).

1. 4. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ - ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.

Είναι η βιολογική, αερόβια, θερμοφιλή και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποσύνθεσης των οργανικών αποβλήτων που οδηγεί στην παραγωγή κομπόστ, δηλ. ενός οργανικού εδαφοβελτιωτικού, που προσομοιάζει στο χούμους του εδάφους και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών.

Η κομποστοποίηση είναι μια φαινομενικά απλή διεργασία, αν και η εντύπωση της απλότητας αυτή είναι μάλλον απατηλή, καθώς οδηγεί συχνά σε ακριβά λάθη αν αγνοηθούν οι βασικές αρχές και παράμετροι της διεργασίας. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι η αποτυχία ακόμη και ακριβών συστημάτων κομποστοποίησης οφείλεται συνήθως στην παράβλεψη βασικών λειτουργικών, τροφικών, και περιβαλλοντικών παραγόντων.

Μια πληθώρα οργανικών αποβλήτων μπορούν με την κατάλληλη επεξεργασία να μετατραπούν σε ένα πλούσιο φυτόχωμα, το κομπόστ, το οποίο μπορεί να βρει πολλές εφαρμογές στη γεωργία, στα πάρκα, και στην ανάπλαση και αναδάσωση προβληματικών εκτάσεων (εγκαταλειμμένα λατομεία, πρανή δρόμων κλπ). Η κομποστοποίηση μιμείται και επιταχύνει

τις διεργασίες αποδόμησης των οργανικών που συμβαίνουν αυθόρμητα στη φύση.

Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν φυσιολογικά στα οργανικά απόβλητα, χρησιμοποιούν τα οργανικά συστατικά των απόβλητων ως τροφή για την ανάπτυξή τους. Η διαδικασία αυτή είναι αερόβια (δηλ. χρειάζεται την παρουσία οξυγόνου) και εξώθερμη (δηλ. απελευθερώνει θερμότητα). Καθώς οι μικροοργανισμοί «τρώνε» τα απόβλητα, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται, το pH αλλάζει, η θερμοκρασία του σωρού των αποβλήτων αυξάνει, και τα απόβλητα μετασχηματίζονται σε πιο πολύπλοκες και σταθερές οργανικές ενώσεις, που μοιάζουν με το φυσικό χούμους των εδαφών.

1.4.1. ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (COMPOSTING).

Στην διαδικασία του composting οι μικροοργανισμοί αποδομούν τα οργανικά υλικά και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) νερό (H_2O), θερμότητα και χούμο, το σχετικά σταθερό τελικό οργανικό προϊόν. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες η κομποστοποίηση περνάει 3 φάσεις.

- την φάση με τις χαμηλές θερμοκρασίες που διαρκεί μερικές μέρες
- την φάση με τις υψηλές θερμοκρασίες η οποία διαρκεί από μερικές μέρες έως και κάποιους μήνες.
- την φάση ωρίμανσης που διαρκεί κάποιους μήνες και η θερμοκρασία διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα

Διαφορετικές κοινωνίες μικροοργανισμών επικρατούν στην διάρκεια των διαφόρων φάσεων του composting. Η αρχική αποσύνθεση πραγματοποιείται από τους μεσόφιλους μικροοργανισμούς, οι οποίοι ταχύτατα αποσαθρώνουν τις ευδιάλυτες, εύκολα υποβιβάσιμες ενώσεις. Η θερμοκρασία, που παράγουν, προκαλεί ταχύτατη αύξηση της θερμοκρασίας στο composting.

Καθώς η θερμοκρασία ανεβαίνει περίπου στους 40 βαθμούς C οι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί γίνονται λιγότερο ανταγωνιστικοί και

αντικαθίστανται από άλλους, οι οποίοι είναι θερμοφιλικοί. Σε θερμοκρασίες 55°C και πάνω πολύ μικροοργανισμοί που αποτελούν παθογόνα για τον άνθρωπο ή για τα φυτά καταστρέφονται. Επειδή θερμοκρασίες πάνω από 65°C σκοτώνουν πολλά είδη μικροβίων και περιορίζουν την διαδικασία της αποσύνθεσης γίνεται ανακάτωμα ώστε να κρατηθεί η θερμοκρασία σ' αυτά τα επίπεδα. Κατά την διάρκεια αυτής της φάσης υψηλές θερμοκρασίες επιταχύνουν την αποσάθρωση των πρωτεϊνών και των περίπλοκων υδρογονανθράκων HC όπως κυτταρίνης και ημικυτταρινών των βασικών δομικών μορίων στα φυτά. Κατόπιν η θερμοκρασία του κομπόστ σταδιακά ελλατώνεται και η μεσοφιλικοί μικροοργανισμοί εμφανίζονται ξανά και παίρνουν μέρος στην τελική φάση της ωρίμανσης.

1. 4. 2. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΑΜΕΣΑ ΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Στην κομποστοποίηση οι μικροοργανισμοί «τρώνε» τα οργανικά απόβλητα και έτσι πολλαπλασιάζονται και αναπτύσσονται και επιταχύνεται η διεργασία. Πρέπει λοιπόν η «τροφή» τους να είναι ισορροπημένη, και όλα τα απαραίτητα για τους μικροοργανισμούς θρεπτικά συστατικά να βρίσκονται στα οργανικά απόβλητα στην κατάλληλη αναλογία.

Άνθρακας C

Ο άνθρακας δίνει την απαραίτητη ενέργεια στους μικροοργανισμούς, μέσω της οξειδωσης του κατά το μεταβολισμό, και είναι το σημαντικότερο συστατικό στη σύνθεση των τοιχωμάτων του κυττάρου και των άλλων κυτταρικών δομών. Στην οξειδωση του άνθρακα σε CO_2 οφείλεται το μεγαλύτερο μέρος της απώλειας μάζας κατά την κομποστοποίηση και η χαρακτηριστική έκλυση θερμότητας.

Εκτός από το ποσοστό του άνθρακα στα απόβλητα, σημασία για την κομποστοποίηση έχει και η χημική του μορφή. Αυτή καθορίζει τη

διαθεσιμότητα του άνθρακα, δηλ. τη δυνατότητα των μικροοργανισμών να τον αφομοιώσουν. Κάποια φυσικά υλικά είναι πιο ανθεκτικά στη μικροβιακή αποσύνθεση (πολύπλοκες μορφές κυτταρίνης, λιγνίνη) και χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να διασπαστούν σε σχέση με απλούστερες οργανικές ενώσεις (σάκχαρα, πρωτεΐνες, τα περισσότερα λίπη). Ο άνθρακας π.χ. στα ξυλώδη υλικά δεν αποδομείται εύκολα, σε αντίθεση με τις κοπριές. Από πρακτική σκοπιά, η διαθεσιμότητα του άνθρακα καθορίζει

- την καταλληλότητα των αποβλήτων ως πηγή άνθρακα για την κομποστοποίηση,
- το ρυθμό με τον οποίο μπορούν να διασπαστούν τα απόβλητα - και συνεπώς τον απαιτούμενο χρόνο παραμονής τους στο σύστημα, και
- το ανώτατο όριο του λόγου του άνθρακα προς άζωτο (C/N) που δεν επιβραδύνει τη διεργασία.

Άζωτο N

Σημαντικότερος είναι και ο ρόλος του αζώτου για τους μικροοργανισμούς. Το άζωτο είναι βασικά συστατικό του πρωτοπλάσματος και χωρίς αυτό οι μικροοργανισμοί δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν. Ωστόσο, η μικροβιακή δραστηριότητα (π.χ. σύνθεση οργανικών οξέων) είναι εφικτή και απουσία αζώτου.

Το άζωτο βρίσκεται σε ικανοποιητικό ποσοστό και σε διαθέσιμες μορφές στα υπολείμματα φαγητού, στα απόβλητα κήπων και πάρκων (ιδίως όταν έχουν γρασίδι), στη λάσπη βιολογικών καθαρισμών και στις διάφορες κοπριές. Αντίθετα έλλειμμα παρουσιάζεται στα ξυλώδη απορρίμματα, το χαρτί και διάφορα βιομηχανικά οργανικά απόβλητα. Η ανάμιξη με απόβλητα πλούσια σε άζωτο είναι η ενδεικνυόμενη λύση για την κομποστοποίηση φτωχών σε άζωτο αποβλήτων. Εναλλακτικά, μπορεί να προστεθεί άζωτο σε ανόργανη μορφή, π.χ. ως αζωτούχο λίπασμα.

Σχέση C/N

Καθοριστικός παράγοντας της επιτυχούς κομποστοποίησης είναι η εξισορρόπηση του άνθρακα με το άζωτο που πρέπει να κυμαίνεται γύρω από την τιμή $C/N=15$.

Στην πράξη έχει αποδειχτεί ότι όταν έχουμε τιμή $C/N=15$, η χώνευση αρχίζει άμεσα όταν $C/N > 30$ τότε αργεί και όταν έχουμε < 15 έχουμε ταχύτερη ζύμωση και απώλειες N (Clift, 1986).

Οι μικροοργανισμοί χρειάζονται το άζωτο για την βιοσύνθεση των πρωτεϊνών. Τα βακτηρίδια περιέχουν 7%-11% σε άζωτο ξηρού βάρους, οι μύκητες 4%-6% (Anderson, 1956). Η ποσότητα του αζώτου στα απόβλητα ποικίλει ανάλογα με το είδος των αποβλήτων.

Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τον O και το N σε μια αναλογία στις 30:1. Χαμηλή αναλογία C/N σε πρώτες ύλες έχουν ως αποτέλεσμα, την εξάτμιση του αζώτου σε μορφή αμμωνίας. Η δυσαναλογία του C/N επεξηγείται από ορισμένες δραστηριότητες όπως μεγάλοι όγκοι χλόης το καλοκαίρι, χωρίς να υπάρχει καμιά πηγή άνθρακα που να αντισταθμίζει την χαμηλή αυτή αναλογία. Η απώλεια του N μειώνει την αξία του κομπόστ ως λίπασμα.

Στις αναλογίες C/N 50:1 επιβραδύνεται η διαδικασία κομποστοποίησης, λόγω της γρήγορης ανάπτυξης των κυττάρων και μείωση του διαθέσιμου N. Η αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C/N) είναι μια από τις σημαντικότερες τροφικές παραμέτρους. Η βέλτιστη αναλογία για την κομποστοποίηση κυμαίνεται από 20 έως 30 μέρη διαθέσιμου άνθρακα προς 1 μέρος διαθέσιμου αζώτου.

Όσον αφορά τον άνθρακα C μας ενδιαφέρει ο διαθέσιμος στους μικροοργανισμούς άνθρακας και όχι ο συνολικός. Ο άνθρακας C αποδίδεται στην μικροβιακή κοινότητα από την αποσύνθεση φυτών και απορριμμάτων από ζώα και ανθρώπους, ενώ χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των κυττάρων τους. Κάποια μικροβιακή βιομάζα επιστρέφει τον άνθρακα στον κύκλο. Κατά την διάρκεια της μικροβιακής δραστηριότητας, μια ποσότητα άνθρακα, αποδίδεται στο περιβάλλον μέσω αναπνοής (CO_2).

Αρχικά χρησιμοποιείται ο διαθέσιμος άνθρακας. Καθώς συνεχίζεται η διαδικασία του composting ο ρυθμός εξέλιξης μειώνεται ως αποτέλεσμα της μειωμένης μεταβολικής δραστηριότητας και της μείωσης του διαθέσιμου άνθρακα.

Εκτός από άνθρακα οι μικροοργανισμοί χρειάζονται Ν άζωτο για την σύνθεση των πρωτεϊνών τους. Το ποσό του αζώτου διαφέρει από υλικό σε υλικό. Έτσι για παράδειγμα τα υπολείμματα από τροφές και τα βιολύματα έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ν άζωτο από ότι τα υπολείμματα καλλιεργειών.

Οι μικροοργανισμοί κατά τη αποδόμηση των οργανικών ενώσεων αφομοιώνουν το 1/3 περίπου του μεταβολισμένου C άνθρακα και τον υπόλοιπο των ελευθερώνουν ως διοξείδιο (CO₂). Η περιεκτικότητα κατά μέσο όρο του μικροβιακού κυττάρου σε άνθρακα και άζωτο C-N είναι 50 % και 5 % αντίστοιχα, που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο η σχέση άνθρακα προς αζώτου C/N στον μικροβιακό κύτταρο είναι 10/1. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι η άριστη τιμή της σχέσης C / N στο προς χώνευση υλικό είναι εκείνη του 30/1 .

Χαμηλή αναλογία C/N στα υλικά έχει ως αποτέλεσμα την μετατροπή του αζώτου σε αμμωνία. Πρακτικά αυτό γίνεται σε αλκαλικές συνθήκες.

Αναερόβιες ή μερικά αερόβιες συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν απελευθέρωση αμμωνίας προς την ατμόσφαιρα. Η απώλεια Ν αζώτου μειώνει, Οι μικροοργανισμοί κατά τη αποδόμηση των οργανικών ενώσεων αφομοιώνουν το 1/3 περίπου του μεταβολισμένου C άνθρακα και τον υπόλοιπο των ελευθερώνουν ως διοξείδιο (CO₂). Η περιεκτικότητα κατά μέσο όρο του μικροβιακού κυττάρου σε άνθρακα και άζωτο C-N είναι 50 % και 5 % αντίστοιχα, που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο η σχέση άνθρακα προς αζώτου C/N στον μικροβιακό κύτταρο είναι 10/1. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι η άριστη τιμή της σχέσης C / N στο προς χώνευση υλικό είναι εκείνη του 30/1 .

Χαμηλή αναλογία C/N στα υλικά έχει ως αποτέλεσμα την μετατροπή του αζώτου σε αμμωνία. Πρακτικά αυτό γίνεται σε αλκαλικές συνθήκες. Αναερόβιες ή μερικά αερόβιες συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν απελευθέρωση αμμωνίας προς την ατμόσφαιρα. Η απώλεια N αζώτου μειώνει, όπως είναι φυσιολογικό, την αξία του κομπόστ ως λίπασμα. Σε υψηλή αναλογία C / N όπως 50 / 1 η διαδικασία του κομπόστιγκ καθυστερεί εξαιτίας της γρήγορης ανάπτυξης των κυττάρων και εξάντλησης του διαθέσιμου αζώτου N, οδηγώντας σε μείωση της κυτταρικής αύξησης. Καθώς τα κύτταρα πεθαίνουν το αποθηκευμένο σε αυτά άζωτο N διατίθεται στα ζωντανά κύτταρα.

Άλλα θρεπτικά συστατικά.

Ανάμεσα στα μακρο- (άνθρακας, άζωτο) και τα μικρό-θρεπτικά στοιχεία (ιχνοστοιχεία), βρίσκονται στοιχεία όπως ο φώσφορος, το κάλιο και το ασβέστιο. Συνήθως αυτά τα στοιχεία υπάρχουν σε ικανοποιητικές, ή τουλάχιστον επαρκείς μορφές στα περισσότερα οργανικά απόβλητα ζωικής και γεωργικής προέλευσης. Το κάλιο ωστόσο μπορεί να έχει χαμηλή συγκέντρωση στη λάσπη βιολογικών καθαρισμών, αν και σπάνια αποβαίνει περιοριστικός παράγοντας. Ελλείψεις σε μικροστοιχεία παρατηρούνται σπάνια.

1. 4. 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΕΜΜΕΣΑ ΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.

Οι τρεις παράμετροι-κλειδιά για την κομποστοποίηση είναι ο αερισμός (για οξυγόνωση και απαγωγή θερμότητας), το ποσοστό υγρασίας και η θερμοκρασία. Η κατανόηση των μεταξύ τους σχέσεων και της επίδρασής τους στη διεργασία, και η κατάλληλη ρύθμισή τους είναι απαραίτητες για τη γρήγορη και σωστή κομποστοποίηση και την παραγωγή καλής ποιότητας κομπόστ. Οι τρεις αυτές παράμετροι συνδέονται άμεσα μεταξύ τους, και η μεταβολή οποιασδήποτε από τις τρεις μεταβάλλει αντίστοιχα και τις υπόλοιπες.

Αερισμός και Οξυγόνο O₂

Η κομποστοποίηση είναι μια αερόβια διαδικασία και ως τέτοια χρειάζεται παροχή αέρα για αναπλήρωση του οξυγόνου μέσα στη μάζα των αποβλήτων που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς. Για να είναι αποτελεσματικός ο αερισμός πρέπει τα απόβλητα να έχουν «δομή» ώστε να υπάρχουν κενά ανάμεσα στα σωματίδια της μάζας που κομποστοποιείται, όπου να μπορεί να εισχωρήσει εύκολα ο φρέσκος αέρας. Για το σκοπό αυτό συχνά προστίθενται διογκωτικά υλικά (άχυρο, τεμάχια ξύλου κ.α.), ιδίως όταν τα απόβλητα δεν έχουν από μόνα τους μια δομή (π.χ. λάσπη βιολογικών καθαρισμών, κομμένο γρασίδι). Ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης της διαδικασίας του κομπόστιγκ, έχουμε τρεις μεθόδους να επιτυγχάνουμε αερισμό:

1. Αναποδογύρισμα του σωρού (Physical turning off the mass)
2. Το μεταφερόμενο ρεύμα αέρα (Connective Air Flow) και
3. Μηχανικός αερισμός.

Πολλές μελέτες έδειξαν ότι στους μη αεριζόμενους σωρούς το Οξυγόνο O₂ εξαντλείται στα χαμηλότερα σημεία σε πολύ λιγότερο χρόνο από ότι στα υψηλότερα μετά το αναποδογύρισμα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, έλλειψη οξυγόνου οδηγεί σε αναερόβιες συνθήκες κάτω από τις οποίες έχουμε αποσύνθεση υλικών και ανάδυση δυσάρεστων οσμών κατά το αναποδογύρισμα.

Ο Caballero έδειξε ότι η απαίτηση οξυγόνου είναι διπλάσια αμέσως μετά την αναστροφή του σωρού. Αυτό αποδίδεται στην αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας σαν αποτέλεσμα του τεμαχίσματος των σωματιδίων και την δημιουργία μεγαλύτερης επιφάνειας είτε την μείωση της υγρασίας με ταυτόχρονη αύξηση των κενών περιοχών. Το ίδιο καταγράφηκε και σε στατικούς σωρούς με ενεργητικό αερισμό το οξυγόνο έφτασε σε πολύ χαμηλά επίπεδα 20 λεπτά που έκλεισαν οι ανεμιστήρες (σε τέτοια συστήματα οι ανεμιστήρες ρυθμίζονται σε σχέση με την θερμοκρασία και

τον χρόνο και το ενδιάμεσο διάστημα μεταξύ ανοίγματος κλεισίματος είναι περίπου 15 λεπτά).

Σε μια άλλη μελέτη composting σκουπιδιών οι Jeris & Regan κατέγραψαν ότι το οξυγόνο αυξανόταν με την θερμοκρασία από τους 30 στους 66⁰ C όταν το υλικό του composting είχε υγρασία 45%. Σε υψηλότερη υγρασία το μέγιστο σημειώθηκε στους 45⁰ C. Ο Kaibuchi (1961) κατέγραψε ότι οι μέγιστες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του composting σκουπιδιών σε δοχείο με δυναμικό αερισμό εξασφαλίστηκαν με ένα ρυθμό αερισμού 4,3 mgr O₂ / hr/gr. Τελικά ο Viel et al (1987) έδειξε ότι ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου για 3 διαφορετικά υποστρώματα αυξάνονταν την πρώτη μέρα και μετά μειωνόταν για τους επόμενους 9 ημέρες.

Είναι προφανές από αυτές τις μελέτες ότι η κατανάλωση οξυγόνου και ο ρυθμός αερισμού διαφέρει πολύ με τα υποστρώματα και την μέθοδο επεξεργασίας.

Η απορρόφηση του οξυγόνου επηρεάζεται από την υγρασία εξαιτίας της επίδρασης στην μικροβιακή δραστηριότητα. Οι Jeris & Regan (1970) βρήκαν ότι η μεγαλύτερη απορρόφηση οξυγόνου ήταν σε υγρασία 56% από ότι στο 85%. Η υψηλότερη απαίτηση σε οξυγόνο στη χαμηλότερη περιεκτικότητα υγρασίας είναι πιθανόν το αποτέλεσμα της υψηλότερης μικροβιακής δραστηριότητας λόγω του ότι μεγαλύτερη περιοχή ελεύθερου αέρα (free air space, FAS) στη χαμηλότερη υγρασία είναι ευνοϊκή για το composting. Ο όρος περιοχή ελεύθερου αέρα (FAS) προτάθηκε από τον Schultz βασισμένος στις έννοιες του αερισμού του εδάφους της περιοχής του ελεύθερου πορώδους.

Το πορώδες επιτρέπει στον αέρα να διαχέεται στο υλικό και να προμηθεύει οξυγόνο τους μικροοργανισμούς. Επειδή τα διάφορα υλικά έχουν διαφορετική πυκνότητα και μέγεθος τεμαχιδίων η σχέση μεταξύ υγρασίας και FAS διαφέρει. Η άριστη υγρασία κυμαίνεται από 53 – 65 % και η αντίστοιχη FAS από 32 – 36 %. Η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου,

συμβαίνει σε 65% υγρασία και πορώδες 30 %. Αυτή η υγρασία είναι υψηλότερη από αυτή που βρέθηκε ότι είναι η άριστη σε πειράματα αγρού. Γενικά όσο εξελίσσεται το composting η κατανάλωση οξυγόνου μειώνεται. Για βιολύματα η άριστη υγρασία είναι κοντά στο 55 % και δεν πρέπει να ξεπεράσει το 60%, όμως αυτό εξαρτάται κάθε φορά, από το προς κομποστοποίηση υλικό και από το σύστημα composting που χρησιμοποιείται.

Υγρασία

Όπως προαναφέρθηκε, η αλληλεξάρτηση ανάμεσα στην υγρασία και τον αερισμό προκύπτει από το γεγονός ότι ο αποτελεσματικός αερισμός της μάζας του κομπόστ στο σωρό, εξαρτάται από τα διάκενα (πόρους), ανάμεσα στα σωματίδια του κομπόστ. Καθώς αυξάνεται η υγρασία οι πόροι γεμίζουν νερό, τα διάκενα όπου μπορεί να κυκλοφορήσει ο αέρας μειώνονται και αρχίζουν να επικρατούν αναερόβιες συνθήκες σε τμήματα του σωρού.

Η βέλτιστη υγρασία εξαρτάται εν μέρει από τη σύνθεση και τη φυσική δομή των υλικών προς κομποστοποίηση. Το επίπεδο υγρασίας είναι διαφορετικό για κάθε κατηγορία υλικού και συνδέεται άμεσα με της υδατικές του ιδιότητες. Αν λάβουμε υπόψη μας ότι το 30 % των πόρων μεταξύ των τεμαχιδίων πρέπει να καταλαμβάνεται από αέρα για την διατήρηση των αερόβιων συνθηκών γίνεται αντιληπτό ότι η περιεκτικότητα του υλικού σε νερό δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 70% του νερού που απαιτείται για τον κορεσμό του. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία για τα περισσότερα οργανικά υλικά η άριστη υγρασία κυμαίνεται από 45 % (λεπτόκοκκα υλικά) μέχρι και 60 % (χονδρόκοκκα υλικά) σε υγρή βάση (Schulze, 1965, Μανιός και Balis, 1983).

Μια συνέπεια της έλλειψης νερού είναι ότι, καθώς εμποδίζεται η μικροβιακή δραστηριότητα, το υλικό δίνει μια ψευδή εικόνα σταθεροποίησης. Έτσι μπορεί να διατεθεί ως έτοιμο κομπόστ στην

αγορά. Όταν όμως ξαναβραχεί, στο χωράφι ή τον κήπο, η μικροβιακή δραστηριότητα επανακάμπει και μπορεί να «κάψει» τα φυτά ή να απελευθερώσει δυσάρεστες οσμές.

Θερμοκρασία

Η διαδικασία του Composting συχνά απεικονίζεται σε στάδια σχέσης χρόνου-θερμοκρασίας. Καθώς οι μικροοργανισμοί αποδομούν τα οργανικά συστατικά στα απορρίμματα παράγεται θερμότητα η οποία εγκλωβίζεται στη μάζα του σωρού και ανεβάζει τη θερμοκρασία. Αρχικά η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών, οι οποίοι παράγουν περισσότερη θερμότητα και αυξάνουν και άλλο τη θερμοκρασία, σε έναν αλληλο-ενισχυόμενο κύκλο.

Πιθανά η πλέον σπουδαία επίδραση της θερμοκρασίας είναι στην μικροβιακή κοινότητα. Επιπλέον άλλες ζωτικές αντιδράσεις και στοιχεία της διαδικασίας του Composting επηρεάζονται και αλλάζουν με την θερμοκρασία. Επίσης επηρεάζει την υγρασία που με την σειρά της επηρεάζει την μικροβιακή δραστηριότητα. Η αλληλεπίδραση της θερμοκρασίας με διάφορες παραμέτρους συχνά κάνει δύσκολο τον διαχωρισμό αιτίας και αποτελέσματος.

Αμέσως μετά την διαμόρφωση του σωρού με το προετοιμασμένο υλικό αρχίζει η μικροβιακή δράση που έχει σαν αποτέλεσμα, με την ελευθέρωση ενέργειας την άνοδο της θερμοκρασίας του σωρού, αφού τα εξωτερικά στρώματά του επενεργούν θερμομονωτικά στα εσωτερικά. Η θερμοκρασία, σε κάθε σύστημα, σπάνια είναι ομοιόμορφη σε όλο τον σωρό. Το κέντρο του σωρού τείνει να είναι θερμότερο και το εξωτερικό ψυχρότερο. Μεγαλύτερη επιφάνεια έχει ως συνέπεια μεγαλύτερη απώλεια θερμοκρασίας.

Στα πρώτα δυο ή τρία 24ωρα η θερμοκρασία, ανάλογα με το προς κομποστοποίηση υλικό, μπορεί να υπερβεί και τους 70°C και να

διατηρηθεί σε αυτό το επίπεδο για αρκετές ημέρες. Συνήθως όμως μετά από την πάροδο 10 περίπου ημερών η θερμοκρασία αρχίζει να πέφτει εξαιτίας της εξάντλησης του διαθέσιμου οξυγόνου (O_2). Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητη η επέμβαση οξυγόνωσης του υλικού. Ως άριστη θερμοκρασία για την μικροβιακή δραστηριότητα στους σωρούς του Composting έχει βρεθεί, μετά από επανειλημμένα πειράματα και θεωρείται εκείνη μεταξύ των 50 και 65 °C.

Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες από τις επιθυμητές, η δραστηριότητα των μικροοργανισμών αρχίζει να ελαττώνεται και πάνω από τους 75 °C πρακτικά μηδενίζεται. Έτσι για να πετύχουμε το μέγιστο ρυθμό βιο-αποδόμησης των οργανικών υλικών, πρέπει να διατηρήσουμε τη θερμοκρασία σε ευνοϊκά, για τους μικροοργανισμούς, επίπεδα.

Ο άλλος σπουδαίος ρόλος της θερμοκρασίας στην κομποστοποίηση είναι ότι η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες για κάποιο χρονικό διάστημα καταστρέφει πιθανούς παθογόνους οργανισμούς για τον άνθρωπο, τα ζώα και τα φυτά. Πρέπει λοιπόν να ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία σε τέτοια επίπεδα ώστε αφ' ενός να μην παρεμποδίζεται η δραστηριότητα των ωφέλιμων μικροοργανισμών και αφ' ετέρου να καταστρέφονται αποτελεσματικά οι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Μία θερμοκρασία γύρω στους 55 °C που θα διατηρηθεί για τουλάχιστον 3 ημέρες σε όλη τη μάζα του σωρού θεωρείται αρκετή για την καταστροφή των παθογόνων.

Το pH.

Εξίσου σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει έμμεσα την αποδόμηση του υλικού είναι το pH του, δεδομένου ότι αυτό ασκεί καθοριστικό ρόλο στο φάσμα των αναπτυσσόμενων μικροοργανισμών. Ως άριστο pH για το composting θεωρείται εκείνο της ελαφρώς αλκαλικής περιοχής, δεδομένου ότι ευνοεί την δραστηριότητα των βακτηρίων χωρίς να περιορίζει σημαντικά εκείνη των μυκήτων. Δεν είναι όμως απαραίτητη η διόρθωση

του pH του υλικού πριν από την έναρξη εφαρμογής του composting δεδομένου ότι με την έναρξη της χώνευσης το pH ανεβαίνει στην ελαφρώς αλκαλική περιοχή εξαιτίας κυρίως της ελευθέρωσης αμμωνίας NH_3 .

1. 5. ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤ.

Πρέπει να σημειωθεί ότι με τη χρήση του κομποστ

- Αξιοποιούμε πολύτιμη οργανική ύλη για την μακροπρόθεσμη αύξηση
- Βελτιώνουμε την γονιμότητα των εδαφών .
- Επειδή αποφεύγεται η καύση των υπολειμμάτων, μειώνεται ο κίνδυνος των πυρκαγιών που στη χώρα μας ως γνωστόν είναι μεγάλος. Για τον ίδιο λόγο συντελούμε στον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Αποδεσμεύεται το κλάδεμα των δέντρων από την επικίνδυνη περίοδο για τις πυρκαγιές (απαγόρευση καύσης από Μάιο μέχρι Οκτώβριο).
- Εξοικονομούμε ενέργεια, χρήμα και εργασία (ενεργειακές εισροές), γιατί με τη σωστή εφαρμογή του κομποστ διευκολύνονται ή περιορίζονται ορισμένες καλλιεργητικές επεμβάσεις όπως βοτανίσματα, σκαλίσματα, άρδευση.
- Εξοικονομούμε πολύτιμο νερό.
- Συντελούμε στην προστασία των υπόγειων νερών, των υδάτινων αποδεκτών και της θάλασσας από τον ευτροφισμό.
- Συντελούμε στην εξυγίανση της φύσης μέσα από την προστασία των εδαφών (αναδημιουργία χούμου/φυσικής οργανικής ουσίας) και τις λιγότερες αρρώστιες στις καλλιέργειες.
- Συντελούμε στον περιορισμό του προβλήματος της διάθεσης των οργανικών απορριμμάτων από τις μονάδες ζωικής παραγωγής, επειδή η κομποστοποίηση συνιστά τον βέλτιστο τρόπο αξιοποίησής τους (περιορίζεται η διαφυγή των θρεπτικών σε έδαφος και ατμόσφαιρα).

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του κομποστ είναι τα εξής:

1) Υπάρχουν πολλά υπολείμματα που μπορούν να κομποστοποιηθούν.

Οπότε υπάρχει δυνατότητα κομποστοποίησης των αστικών και βιομηχανικών οργανικών απορριμμάτων, των αποβλήτων ναυπηγείων, απορριμμάτων τροφίμων κλπ.

2) Οι εγκαταστάσεις κομποστοποίησης μπορεί να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι μυρωδιές και τα αέρια που εκλύονται κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης μπορούν να ελεγχθούν.

3) Η λίπανση με κομπόστ μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των απορριμμάτων και στην ανακύκλωση των υλικών. Η χρήση του κομπόστ ως λίπασμα επιδρά ευεργετικά στην εδαφική μικροχλωρίδα και με αυτό τον τρόπο συμβάλλει στην βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους.

4) Η κομποστοποίηση μπορεί να αποσυνθέσει πολλά οργανικά υλικά.

Παράγει χρήσιμα προϊόντα

5) Το κομπόστ θέτει το περιβάλλον σε μικρότερο κίνδυνο, λόγω του ότι είναι απαλλαγμένο από βαριά μέταλλα ή επικίνδυνα οργανικά υλικά.

Αποδεικνύεται η δυνατότητα της χρήσης του κομπόστ στην φυτοπροστασία, στην καταπολέμηση των παθογόνων μικροοργανισμών.

Τα μειονεκτήματα της κομποστοποίησης.

Η κομποστοποίηση καταλαμβάνει περισσότερο χρόνο σε σχέση με άλλες τεχνολογίες διαχείρισης λημμάτων. Το διάστημα αυτό οφείλεται συχνά στη ζήτηση και τις απαιτήσεις της αγοράς.

Απαιτεί μεγάλη προσοχή στον έλεγχο του αζώτου, του φωσφόρου και των ιχνοστοιχείων.

Η καλύτερη αξιοποίηση της κομπόστ απαιτεί καλλιεργητές περισσότερο εκπαιδευμένους και εξειδικευμένους στις ελάχιστες απαιτήσεις των τεχνικών καλλιέργειας πάνω σε τέτοια υποστρώματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΑ ΑΓΡΟ-ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.

2. 1. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.

Τα συστατικά του κομποστ παίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της δομής, του πορώδους, της υδατοικανότητας, της αγωγιμότητας, της ρυθμιστικής ικανότητας του pH κ.α. Επιπλέον το έδαφος εμπλουτίζεται με μικροοργανισμούς οι οποίοι αφενός βοηθούν στην αποδόμηση της οργανικής ουσίας και μετατροπής της σε άμεσα αφομοιώσιμες μορφές τροφής για το φυτό, αφετέρου δημιουργούν συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των μικροοργανισμών, τόσο των παθογόνων όσο και άλλων. Το έδαφος είναι ένα δυναμικό σύστημα που αποτελείται από ανόργανα τεμαχίδια διαφορετικού μέγεθος, σχήματος και χημικών χαρακτηριστικών, από υλικό οργανικής προέλευσης σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης και από ένα πληθυσμό ζωντανό οργανισμών (έντομα, γαιοσκώληκες, ακάρεα) και μικροοργανισμών (ιοί, βακτήρια, μύκητες). Η εγκατάσταση των φυτών και η δυνατότητα αύξησης τους είναι δυνατή μετά από την δημιουργία εδαφικών συσσωματωμάτων, δηλαδή συμπλοκών μεταξύ της αργίλου (τα ανόργανα εδαφικά τεμαχίδια) και της οργανικής ουσίας. Τα συσσωματώματα αυτά έχουν συγκεκριμένη δομή, μέγεθος, σχήμα και διάταξη στο χώρο. Μέσα στα συσσωματώματα όσο και μεταξύ τους δημιουργούνται πόροι. Λοιπόν, για την καλή λειτουργία του εδάφους, αυτή η δομή και η διάταξη των συσσωματωμάτων πρέπει να παραμένει σταθερή και να μη υποβαθμίζεται από την επίδραση διαφόρων φυσικών δυνάμεων όπως ο αέρας, το νερό. Από την δομή του εδάφους εξαρτώνται ιδιότητες όπως η κίνηση του νερού και του αέρα, η διηθητικότητα, υδατοικανότητα, και η ευκολία διείσδυσης και ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών. Στην σταθερότητα και την αντοχή των συσσωματωμάτων συμβάλουν οι δεσμοί που αναπτύσσονται μεταξύ της

αργίλου και άλλων εδαφικών συστατικών όπως τα πολυσθενή κατιόντα, τα οξειδία του Fe και του Al και, οπωσδήποτε, η οργανική ουσία του εδάφους.. Σύμφωνα με τα παραπάνω η οργανική ουσία είναι από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες δημιουργίας και σταθεροποίησης συσσωματωμάτων (Κωστοπούλου 200).

2. 2. ΤΟ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.

Ως γνωστών, τα σημαντικά θρεπτικά για την ανάπτυξη των φυτών στοιχεία βρίσκονται στο έδαφος. Η παραγωγικότητα ενός εδάφους όμως δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από τρεις αλληλένδετους παράγοντες όπως η δομή του εδάφους, η θρεπτική του αξία και η βιολογική δραστηριότητα ιδίως της εδαφικής μικροχλωρίδας. Πολλές φορές η διαχείριση του εδάφους π. χ η εντατικοποίηση της γεωργίας για την μεγιστοποίηση της παραγωγής οδηγεί στην υποβάθμιση τόσο της δομής όσο και της θρεπτικής του ικανότητας.

Στην Βιολογική διαχείριση του εδάφους, για την διατήρηση ισορροπίας θρεπτικών στοιχείων κατά την διάρκεια των αμειψισπορών συνήθως γίνεται χρήση οργανικής ουσίας υπό μορφή χλωρής λίπανσης, κοπριάς, ή ιλύος βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων, ή βεβαίως κομπόστας. Η πλέον συνήθης λύση είναι η χρήση των συνθετικών μειγμάτων (κομποστ). Η εφαρμογή του κομποστ αυξάνει στην οργανική μάζα την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία (N P K), διαθέσιμα στα φυτά, καθιστά αβλαβή την παθογόνο μικροπανίδα και τα αυγά των έλμινθων, που περιλαμβάνονται στο λίπασμα, μειώνει την ποσότητα της κυτταρίνης, ημικυτταρίνης και πυκτινικών ουσιών, οι οποίες αλλάζουν τις διαλυτές μορφές του αζώτου N και φωσφόρου P στο έδαφος σε λιγότερο αφομοιώσιμες οργανικές μορφές και κάνει πιο χαλαρό το λίπασμα, διευκολύνοντας έτσι την εφαρμογή του στο έδαφος.

2.3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΕΔΑΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ.

Η μελέτη των εδαφικών μικροβιακών κοινοτήτων είναι σημαντική από την άποψη ότι έχουν άμεση σχέση με την γονιμότητα του εδάφους, καθώς λαμβάνουν μέρος σε διάφορες φυσικές διεργασίες, όπως στη δέσμευση του αζώτου, στη νιτροποίηση, στην απονιτροποίηση, στον κύκλο του άνθρακα, συμμετέχουν στην δέσμευση του οργανικού άνθρακα, στην απελευθέρωση του CO₂ και πολλά άλλα. Ενδεχομένως στο εδαφικό περιβάλλον υπάρχει τεράστια βιοποικιλότητα μικροοργανισμών. Μια μεγάλη ομάδα οργανισμών που κατοικούν στο έδαφος είναι μυξομύκητες, και οι μύκητες (Ωομύκητες, Ασκομύκητες, Ζυγομύκητες, Δευτερομύκητες, Βασιδιομύκητες κ.τ.λ.) ευκαρυωτικοί, αερόβιοι, ετερότροφοι μικροοργανισμοί οι οποίοι χρησιμοποιούν οργανικές ενώσεις ως πηγή άνθρακα και ενέργειας. Άλλοι μικροοργανισμοί του εδάφους που είναι εξίσου πολυπληθή και από την μορφολογικοί και από την ταξινομική άποψη, είναι τα βακτήρια (Αρθροβακτήρια, Κυανοβακτήρια, Στρεπτομύκητες, Ακτινομύκητες, και πολλά άλλα), αυτά παίζουν σπουδαίο ρόλο στις φυσιολογικές και χημικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο έδαφος. Χαρακτηρίζονται ως προκαρυωτικοί μικροοργανισμοί, αυτότροφοι ή ετερότροφοι, ως προς την πηγή άνθρακα, χημειοοργανότροφοι και χημειολιθότροφοι ως προς την πηγή ενέργειας, αερόβιοι ή αναερόβιοι ως προς την απαίτησή τους σε οξυγόνο. Δεν είναι μικρός ο πληθυσμός και των πρωτόζωων, φίκων, λειχήνων, και βεβαίως, των μετάζωα. Ακόμα, από το έδαφος απομονώνονται η ποιο μικρές βιολογικές οντότητες όπως οι ιοί. Σύμφωνα με τα επιστημονικά δεδομένα, το έδαφος είναι ένα από τα οικοσύστημα το οποίο περιέχει πλήθος μικροοργανισμών, τα μέλη των οποίων αντιπροσωπεύουν πολλούς φυσιολογικούς τύπους. Κατά συνέπεια στα οικοσύστημα αυτά που δημιουργήθηκαν επί πολλά χρόνια, οι

πληθυσμοί που σχηματίζουν διάφορες κοινωνίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με τρόπους επωφελείς (συμβίωση) ή επιβλαβείς (ανταγωνισμός). Βεβαίως σε μια εδαφική μικροβιακή κοινότητα όπου υπάρχουν ανόμοιοι οργανισμοί εξειδικευμένα σε συγκεκριμένες λειτουργίες έχει πιο μεγάλη σημασία η συμβίωση όπου τα διάφορα είδη ωφελούνται από κοινού από το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιούν. (π.χ. Η συνεργασία των μικροοργανισμών είναι φανερή στην αποσύνθεση ενός σύνθετου υποστρώματος όπου το κάθε τμήμα χρησιμοποιείται από ένα συγκεκριμένο μικροοργανισμό). Σε τέτοιες μικροβιακές κοινότητες οι αύξηση ή μείωση ενός ή άλλου μικροβιακού είδους θα προκαλεί την μεταβολή των εδαφικών δραστηριοτήτων. Από την άλλη πλευρά η ποσότητα (και η ποιότητα) των πληθυσμών δεν μπορεί να είναι σταθερή, διότι καθορίζεται, αφενός από τα ενδαιτήματα τους (από φυσικοχημικές ιδιότητες τους), και αφετέρου, κατά ένα μεγάλο βαθμό, από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδαφικού περιβάλλοντος. Π.χ. μερικοί μικροοργανισμοί για την καλύτερη ανάπτυξη τους χρειάζονται ειδικούς παράγοντες ανάπτυξης, ένα συγκεκριμένο περιβαλλοντικό pH., χαμηλή ποσότητα οξυγόνου και τα λ π. Δηλαδή τα φυσικά, χημικά, βιολογικά χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου εδάφους και η παρουσία των φυτών επηρεάζουν σημαντικά τους αριθμούς και τις δραστηριότητες των μικροοργανισμών. Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα σε μικροβιακές έρευνες που έχουν σχέση με το έδαφος είναι σημαντικό να προχωρήσουν σε βάθος οι έρευνες όσο του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού τόσο και για την δραστηριότητα τους. Εξίσου απαραίτητες είναι οι μελέτες των παραγόντων που επηρεάζουν την άριστη λειτουργία των μικροοργανισμών στο έδαφος, την ταξινομική τους κατανομή, και την ποσοτική μεταβολή αυτών των πληθυσμών.

Οι μικροοργανισμοί στο έδαφος δεν ζουν σαν ξεχωριστές οντότητες, αλλά συχνά σχετίζονται με τα δομικά στοιχεία του εδάφους και την οργανική

ουσία, και συμβάλουν σημαντικά στην δημιουργία και τη σταθεροποίηση της δομής του εδάφους. Στα εδαφικά οικοσυστήματα η άργιλος του εδάφους και τα βακτήρια έχουν μέγεθος $< 2 \mu$ και φέρουν αρνητικά φορτία. Έτσι, τα πολυσθενή μεταλλικά κατιόντα δημιουργούν γέφυρες που συνδέουν την άργιλο με τα βακτήρια. Η οργανική ουσία και ιδίως οι πολυσακχαρίτες, σύμφωνα με την κ-α Κωστοπούλου, περιβάλλει τα τεμαχίδια της άργιλου και τους μικροοργανισμούς και συγχρόνως δρα ως συγκολλητικός παράγων μεγαλύτερων εδαφικών τεμαχιδίων. Ενώ οι υφές των μυκήτων περιβάλλουν και κρατούν συνενωμένα προς συσσωματώματα τα ανόργανα εδαφικά τεμαχίδια, την οργανική ουσία και τα βακτήρια.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι η προσθήκη οργανικού υλικού δρα ως εδαφοβελτιωτικός παράγοντας της δομής και ιδιότητας του εδάφους, συμβάλλοντας με αυτό το τρόπο στην βελτίωση των συνθηκών ανάπτυξης των εδαφικών μικροοργανισμών. Έτσι έχει βρεθεί, ότι η βελτίωση των εδαφών με οργανική ουσία είναι ευεργετικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη της εδαφικής μικροχλωρίδας διότι αυξάνει σημαντικά την εδαφική μικροβιακή βιομάζα (Ayers, Adams 1981. Argeiti, et. al. 2001).

Το γεγονός ότι τα κομποστοποιημένα υλικά των αποβλήτων των ελαιοτριβείων μπορεί να είναι μια πηγή παροχής θρεπτικών στοιχείων στα φυτά, και αντιμετώπισης φυτοπαθογόνων μυκήτων, αφενός ενθαρρύνει την εφαρμογή τους στα καλλιεργούμενα εδάφη, αφετέρου είναι μια καλή λύση των οικολογικών προβλημάτων διαχείρισης των αποβλήτων ελαιοτριβείων.

Με την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας, όλο και περισσότερο στρέφονται στην χρήση οργανικής λίπανσης και διάφορων ειδών κομπόστ. Μεταξύ των άλλων γίνονται προσπάθειες για την βελτίωση των αγροτικών εδαφών με την χρήση των κομποστοποιημένων απόβλητων ελαιοτριβείων. Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο, αλλά και από έντονη αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή και

φυτοτοξική δράση. Όπως προκύπτει από τις ελάχιστες έρευνες η αύξηση και η δράση μιας μεγάλης ποικιλίας βακτηρίων και μυκήτων παρεμποδίζεται, ενώ πολλά άλλα είδη μικροοργανισμών ευνοούνται από την εφαρμογή των υγρών αποβλήτων. (Ayers and Adams, 1981, Saiz – Jimener, Gomez – Alarcon, 1986, Fiestas et. al.,1992). Έτσι παρεμποδίζεται η ανάπτυξη πολλών ειδών βακτηρίων του γένους *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Chaetomium*, και μυκήτων εδάφους του γένους *Geotrichum*, *Rhizopus*, *Rhizoctonia* που, θεωρείται, είναι ευαίσθητα σε φαινολικά συστατικά των αποβλήτων. (Saiz – Jimener and Gomez – Alarcon, 1986). Άλλα είδη των εδαφικών μικροοργανισμών όπως η ζύμες το γένος *Saccharomyces*, *Candida*, *Torulopsis* οι μύκητες του γένους *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Fusarium*, και τα βακτήρια του γένους *Aerobacter*, *Escherichia*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, παράγουν αποικίες σε υποστρώματα με υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, επιδεικνύοντας την ευνοϊκή επίδραση των συστατικών τους. (Fiestas & Borja, 1992). Έχει βρεθεί ότι τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια του γένους *Azotobacter* είναι ικανά να συνθέτουν άζωτο N χρησιμοποιώντας σαν υπόστρωμα τα συστατικά των αποβλήτων των ελαιοτριβείων. (Balis, 1996, Ehaliotis, 1999). Η προσθήκη στο έδαφος κομποστοποιημένων υλικών παροτρύνει την ανάπτυξη της εδαφικής μικροχλωρίδας και αυξάνει την επισχετικότητα του εδάφους, γεγονός που μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση στην αντιμετώπιση των εδαφογενών φυτοπαθογόνων μυκήτων. Ερευνήθηκε επίσης η πιθανότητα ελέγχου με την προσθήκη του κομπόστ στο έδαφος και των παθογόνων μυκήτων, αυτών που σχηματίζουν σκληρώτια, (Coley- Smith, Cooke. 1971). Είναι μια κατηγορία παθογόνων μυκήτων οι οποίοι για μεγάλο χρονικό διάστημα διατηρούνται στο έδαφος με σκληρώτια με αποτέλεσμα να παρατείνεται η περίοδος προσβολής του φυτού – ξενιστή. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει ο μύκητας *Botrytis cinerea* που προσβάλλει τη βάση και τα φύλλα του φυτού, προκαλεί σήψη των φυτικών ιστών και αποτελεί αιτία της τεφράς σήψης πολλών

ανθοκηπευτικών. Βρέθηκε ότι τα συστατικά του κομπόστ μπορεί να αναστέλλουν τη βλάστηση των σκληρωτίων μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την πηγή μόλυνσης των φυτών, αλλά και ευνοούν την ανάπτυξη της ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας στο έδαφος, όπως π.χ. τα μυκοπαράσιτα *Coniothyrium minitans* και *Sporidesmium sclerotiuorum* τα οποία παρασιτούν τα σκληρώτια των *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Botrytis*. (Ayers and Adams. 1981).

Όσο αφορά τα απόβλητα των ελαιοτριβείων οι έρευνες δείχνουν ότι, τα υγρά απόβλητα έχουν πολύ υψηλό ρυπαντικό οργανικό φορτίο το οποίο για να αποδομηθεί χρειάζεται μεγάλες ποσότητες οξυγόνου. Όπως υποστηρίζουν οι Tamburino et al (1999), ότι η ρυπογόνος δύναμη των υγρών αποβλήτων (OMW) που παράγονται ετησίως στην Ιταλία εκτιμώνται σε 200.000 tn / yr, εκφρασμένη σε χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), αντιστοιχεί σε ρυπογόνο δύναμη βοθρολυμάτων που παράγονται επί τρις μήνες από έναν αστικό πληθυσμό 20 .000 000 ανθρώπων. Το χημικό απαιτούμενο οξυγόνο COD για την αποδόμηση των OMW είναι μεγαλύτερος και αυτό των αστικών λυμάτων. Συνεπώς εάν τα OMW παροχετευτούν σε υδάτινους αποδέκτες θα δημιουργούν συνθήκες έλλειψης οξυγόνου και προφανώς καταστροφικές συνθήκες στους περισσότερους οργανισμούς. Οι φαινολικές ενώσεις οι οποίες έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες παρεμποδίζουν την διάσπαση των λιπαρών οξέων ορισμένα από τα οποία είναι τοξικά για τα κατώτερα έμβια όντα. Στα θετικά χαρακτηριστικά των λιόζουμων αναφέρονται η απουσία ελευθέρων ενώσεων υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου, βαρέων μετάλλων, ή άλλων μη βιοαποικοδομήσιμων συνθετικών οργανικών ενώσεων. (Κυριακόπουλος, 2005).

Ότι αφορά τα φυτοπαθογόνα είδη μικροοργανισμών μελετήθηκε βασικά η βιοτοξική δράση των υγρών αποβλήτων, στους παθογόνους μύκητες εδάφους. Έτσι σε πειράματα in vitro η παρεμπόδιση της ανάπτυξης του

Phytophthora ήταν άμεση και πλήρης ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις λιόζουμων, ενώ η παρεμπόδιση του *F. oxysporum f. sp. radicis - lycopersici* ήταν μερική εκτός από πολύ υψηλές συγκεντρώσεις λιόζουμων (Argeiti, et. al., 2001). Επίσης, το ποσοστό των φυτών που προσβλήθηκαν από το μύκητα *R. solani* ήταν σημαντικά μικρότερο στις επεμβάσεις με προσθήκη αποβλήτων σε σχέση με το μάρτυρα. Η επισχετικότητα του εδάφους σε αυτή την περίπτωση συσχετίζεται με την αυξημένη μικροβιακή δραστηριότητα (Kotsou, 2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.

Η συμμετοχή της βιολογικής καταπολέμησης δεν είναι ακόμη ουσιαστική. Πρέπει, όμως άμεσα να συνειδητοποιήσουν όλοι την ανάγκη να υπάρξει ένα σύστημα προστασίας, το οποίο να είναι οικονομικότερο και να σέβεται περισσότερο το περιβάλλον, πριν να είναι αργά (Dubos 1992).

3.1. ΟΡΙΣΜΟΣ, ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ.

Στην φυτοπροστασία η βιολογική καταπολέμηση προϋποθέτει, την εφαρμογή των φυσικών εχθρών για τον έλεγχο των εχθρών της καλλιέργειας και ασθενειών των φυτών. Η βιολογική καταπολέμηση μπορεί να επιτευχθεί είτε με την τεχνητή εισαγωγή των φυσικών εχθρών, είτε με την συντήρηση του πληθυσμού των υπάρχων φυσικών εχθρών. Πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι στην περίπτωση αντιμετώπισης των φυτονόσων υπάρχει ιδιαιτερότητα του χειρισμού ενός πλήθους άλλων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων που συνιστούν το οικολογικό περιβάλλον του φυτού και του επιφανειακού καλλιεργούμενου εδάφους. Ο πιο αποδεκτός ορισμός για τη βιολογική καταπολέμηση είναι αυτός που δόθηκε από τους Cook και Baker (1983) και αναφέρει τα εξής: “Βιολογική καταπολέμηση των παθογόνων των φυτών είναι η μείωση της ποσότητας του μολύσματος ή της νοσογόνου δράσης τους, που πραγματοποιείται από ή διαμέσου ενός ή περισσότερων οργανισμών, άλλων από τον άνθρωπο”. Στους οργανισμούς αυτούς περιλαμβάνονται:

α) Ανταγωνιστικοί μικροοργανισμοί

-**Ανταγωνισμός για τροφή και οξυγόνο.** Με τον τρόπο αυτό δρα κατά της τεφρής σήψης ο μύκητας *Trichoderma sp.*

-Ανταγωνισμός με υπερπαρασιτισμό ή μυκητοπαρασιτισμό δηλαδή με παρασιτικές ικανότητες ενός μύκητα σε κάποιον άλλο. Ως παράδειγμα αναφέρεται το είδος *Hanstordia pulvinata*, που είναι υπερπαρασίτο του *Cladosporium fulvum* στη ντομάτα.

Ανταγωνισμός με την παραγωγή χημικών ουσιών. Τα προϊόντα μεταβολισμού του ανταγωνιστή μπορούν να εμποδίσουν και πιο σπάνια να καταστρέψουν την ανάπτυξη του παθογόνου.

β) Άτομα ή πληθυσμοί που ανήκουν στο ίδιο παθογόνο είδος αλλά έχουν χαμηλή ή μηδαμινή μολυσματικότητα.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ικανότητα που έχει ένα παράσιτο που έχει χάσει την παθογόνο του δύναμη να μπορεί να ανταγωνίζεται παθογόνες μορφές του. Τέτοιο παράδειγμα είναι το στέλεχος K84 του βακτηρίου 1 και 2 του *A. arnefaciens*.

γ) Ανθεκτικότητα του φυτού ξενιστή στην προσβολή του παθογόνου.

Η ανθεκτικότητα του φυτού στο παθογόνο μπορεί να προέρχεται είτε από κάποιο επίκτητο χαρακτηριστικό του είτε από κάποια γενετική βελτίωση. Η ανθεκτικότητα του ξενιστή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι η ποσότητα του μολύσματος, το περιβάλλον που αναπτύσσεται το φυτό κ.ά.

δ) Εκχυλίσματα από οργανικά υλικά (compost).

Είναι εκχυλίσματα από οργανικά υλικά, τα οποία έχουν προκαλέσει το επιστημονικό ενδιαφέρον εξαιτίας των εξαιρετικά μεγάλων πληθυσμών μικροοργανισμών που περιέχουν. Αυτοί οι πληθυσμοί μπορούν να βοηθήσουν στον έλεγχο παθογόνων οργανισμών.

Η βιολογική καταπολέμηση αποτελεί σήμερα ένα από τα κύρια αντικείμενα επιστημονικών ερευνών στον τομέα της καταπολέμησης των ασθενειών. Σε ολόκληρο τον κόσμο γίνονται πειράματα με ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Αυτό μας δίνει ελπίδες ότι η βιολογική καταπολέμηση δεν θα είναι στο μέλλον κάτι το ακατόρθωτο και ότι σύντομα θα μπορεί να εξελιχθεί σε έναν εναλλακτικό και οικονομικό τρόπο καταπολέμησης των

ασθενειών και δεν θα επιβαρύνουμε πλέον το περιβάλλον με φυτοφάρμακα.

Η χρησιμοποίηση μη παθογόνων μικροοργανισμών για τον έλεγχο μυκητολογικών ασθενειών άρχισε περίπου στις αρχές του 20ου αιώνα. Το 1921 ο Hartley χρησιμοποίησε ανταγωνιστές μύκητες για να καταπολεμήσει σήψεις σε σπορόφυτα κωνοφόρων. Το 1927 οι Millard και Teylor πειραματίστηκαν στην ασθένεια που προκαλείται από το παθογόνο *Streptomyces scabies* και απέδειξαν ότι η καταπολέμησή της συνδεόταν με τη δράση ανταγωνιστών μικροοργανισμών, και πιο συγκεκριμένα βακτηρίων που προήλθαν από χλωρή λίπανση. Το 1951 ο Wood εμβολίασε γερασμένα φύλλα μαρουλιού με ανταγωνιστές (*Fusarium sp. Penicillium claviforme*), για να εμποδίσει την αρχική εγκατάσταση του *B.cinerea* (Dubos, 1992).

Με τον καιρό όλο και περισσότερο αύξανε ο αριθμός των δημοσιεύσεων που ανέφεραν την καταπολέμηση ασθενειών με ανταγωνιστές μικροοργανισμούς. Πολύ λίγες, όμως, είναι οι περιπτώσεις που οι ανταγωνιστές μπορούν να εφαρμοστούν σε εμπορικό επίπεδο. Ως παράδειγμα αναφέρεται το Trichodex, ένα σκεύασμα του μύκητα *Trichoderma harzianum*, που παράγεται σε εμπορική κλίμακα από το 1985 από την εταιρεία Makteshim και βρέθηκε αποτελεσματικό για την καταπολέμηση της τεφρής σήψης. Ένα άλλο βιομυκητοκτόνο, που ονομάστηκε Mycostop και βασίστηκε στο μύκητα *Streptomyces griseovirides*, θα εγκριθεί για τον έλεγχο του μύκητα *B. cinerea* στο μαρούλι στη Φιλανδία, μετά τις τοξικολογικές δοκιμές (Dubos 1992). Στην πράξη χρησιμοποιούνται σκευάσματα με βάση τους μύκητες *Trichoderma spp. T.harzianum, T.viride*, όπως τα Trichotec, Trichodex-T39, Fior κλπ.

Μερικά από τα σκευάσματα αυτά περιέχουν στελέχη ανθεκτικά ή ανεκτικά σε μυκητοκτόνα, που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της τεφρής σήψης (benomyl, PCAF). Η ιδιότητα αυτή επιτρέπει τη συνεφαρμογή του

βιολογικού σκευάσματος με ένα από τα μυκητοκτόνα αυτά (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1993).

Σήμερα είναι πλέον επιβεβλημένη η χρησιμοποίηση των βιολογικών παραγόντων. Γι' αυτό οι ερευνητές παγκοσμίως μέσα από διάφορα ερευνητικά προγράμματα προσπαθούν να βελτιώσουν τους ήδη υπάρχοντες βιολογικούς παράγοντες και να ανακαλύψουν νέους.

Για να αυξηθεί η χρησιμοποίηση αυτών των παραγόντων, πρέπει να αυξηθεί η αποτελεσματικότητά τους και να γίνει ισοδύναμη με εκείνη των συνηθισμένων μέτρων καταπολέμησης των ασθενειών (Paravisas 1986).

Για να πραγματοποιηθεί αυτός ο στόχος στα προσεχή έτη, η έρευνα πρέπει να συγκεντρώσει το ενδιαφέρον στα εξής σημεία:

α. Βελτίωση των γνώσεων όσον αφορά στην οικολογία των ανταγωνιστών και των παθογόνων.

β. Μελέτη του τόπου δράσης των διαφόρων ανταγωνιστών (αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους και αλληλεπιδράσεις με τα παθογόνα).

γ. Καλύτερη γνώση της χλωρίδας των διαφόρων ανταγωνιστών (το είδος και ο πληθυσμός των διαφόρων μικροοργανισμών στη φυλλόσφαιρα).

δ. Βελτίωση των ανταγωνιστών στελεχών.

ε. Βελτίωση της βιομηχανικής παραγωγής των ανταγωνιστών.

Οι προοπτικές για το μέλλον της βιολογικής καταπολέμησης γενικά, αλλά και ιδιαίτερα εναντίον της τεφρής σήψης, εξαρτώνται από ευρείας κλίμακας συνεργασία, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει ερευνητικούς οργανισμούς και βιομηχανίες που ασχολούνται με τον τομέα προστασίας των καλλιεργειών, έτσι ώστε να μπορούν να τυποποιηθούν οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα.

Η συλλογή των ανταγωνιστικών μικροοργανισμών στηρίζεται συνολικά όλα τα βιολογικά προγράμματα. Αυτή η διαδικασία δίνει τεράστιους αριθμούς μεμονωμένων μικροοργανισμών, από τους οποίους πρέπει να επιλέξουμε μια τυπική μικροβιακή κοινότητα.

Δεν αποτελεί έκπληξη, ότι πολλοί δυναμικοί μικροοργανισμοί που βοήθησαν την ιατρική ανακαλύφθηκαν τυχαία κατά τη διάρκεια συστηματικών ερευνών. Παρόλα αυτά, υπάρχουν τρόποι που αυξάνουν τις πιθανότητες για ένα επιτυχές αποτέλεσμα. Πολλές από τις τεχνικές αυτές αναπτύχθηκαν από μικροβιολόγους που ασχολούνται με μικροοργανισμούς, που βρίσκονται στο έδαφος, αλλά εφαρμόζονται σήμερα και στη μελέτη της μικροχλωρίδας της φυλλικής επιφάνειας των φυτών.

3.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.

Τα τελευταία χρόνια τόσο στις υπαίθριες όσο και στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες παρατηρείται μια συνεχώς αυξανόμενη δυσκολία των παραγωγών να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που δημιουργούνται στις καλλιέργειες από εχθρούς και ασθένειες που προκαλούν σοβαρές ζημιές και επηρεάζουν σημαντικά τόσο την ποιότητα όσο και την παραγόμενη ποσότητα. Γι αυτό γίνονται προσπάθειες να εφαρμοστούν μέθοδοι βιολογικής καταπολέμησης που θα εφαρμόζονται είτε χωριστά είτε σε συνδυασμό με άλλα μέτρα καταπολέμησης. Σήμερα μερικές από τις τεχνικές βελτίωσης της παραγωγής που χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια αποτελούν και μια βιολογική μέθοδο αντιμετώπισης πολλών ασθενειών και ζιζανίων εδάφους. Η ηλιοαπολύμανση, δηλαδή η κάλυψη με πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου, είναι μια τεχνική καταπολέμησης των παθογόνων του εδάφους. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής βασίζεται στην αθροιστική επίδραση της υγρής θερμότητας στους παθογόνους μικροοργανισμούς, τη δραστηριότητα των οποίων μειώνει, ενώ παράλληλα ευνοεί την ανάπτυξη της ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας, που καταβάλλει τα ήδη εξασθενημένα παθογόνα. Η ηλιοαπολύμανση αποδείχτηκε εξαιρετικά αποτελεσματική για πολλές ασθένειες εδάφους των κηπευτικών

υπό κάλυψη, όπως η καστανή σηψιρριζία της ντομάτας, η σήψη του λαιμού και των ριζών της ντομάτας, οι αδρομυκώσεις κ.ά. Η μέθοδος αυτή υπόσχεται πολλά στις περιοχές της Ν. Ελλάδας με μεγάλη ηλιοφάνεια και είναι ικανή να αποκαταστήσει τη διαταραγμένη μικροχλωρίδα από τα ισχυρά απολυμαντικά ευρέως φάσματος και να βελτιώσει την υφή και γονιμότητα των εδαφών.

Η φυτόμαζα εκτός από το ότι εμπλουτίζει το έδαφος με οργανική ουσία, ευνοεί την ανάπτυξη της σαπροφυτικής ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας του εδάφους, που περιορίζει πολλές ασθένειες του εδάφους. Η ενσωμάτωση μετά από πολυτεμαχισμό των υπολειμμάτων της ντομάτας σε έδαφος θερμοκηπίου περιορίσε στο ελάχιστο τις ζημιές του σύμπλοκου της καστανής σηψιρριζίας (Μπούρμπος 1988).

Για την αντιμετώπιση του παθογόνου *Sclerotinia sclerotiorum* χρησιμοποιήθηκε κοπριά, η οποία τοποθετήθηκε στην επιφάνεια του εδάφους γιατί εκλύει CO₂ και έχει βρεθεί ότι ο μύκητας είναι αρκετά ευαίσθητος στο CO₂.

Σε πειράματα που έχουν γίνει στο Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Ηρακλείου έχει βρεθεί αποτελεσματικό για τον περιορισμό της επέκτασης των κηλίδων του ωιδίου (*Sphaerotheca fuliginea*) το υπερπαρασίτο *Acremonium alternatum*. Επίσης ο ψεκασμός με νερό σε συχνά χρονικά διαστήματα περιορίζει τις προσβολές από το ωίδιο (Μαλαθράκης 1991). Επίσης πειράματα έγιναν και στο εργαστήριο Φυτοπαθολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την αντιμετώπιση του μύκητα *Verticillium dahliae* με την χρήση ζυμωμένου φυτοχώματος ή βιολογικών παραγόντων. Οι ασθένειες που προκαλούνται από τον μύκητα *V. dahliae* είναι ευρύτατα διαδεδομένες σε όλο τον κόσμο ,οπουδήποτε καλλιεργούνται ευαίσθητοι ξενιστές και έχουν ιδιαίτερη οικονομική σημασία στις περισσότερες χώρες. Η χρήση ζυμωμένων φυτοχωμάτων (compost) εναντίον εδαφογενών παθογόνων και ειδικότερα του *V. dahliae* είναι μια ενδιαφέρουσα στρατηγική αφού συνδυάζει την καταπολέμηση

μιας ασθένειας και την διαχείριση των αποβλήτων / βιολογικών υπολειμμάτων. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο μηχανισμός δράσης ενός κομποστ προερχόμενου από τα βιολογικά υπολείμματα ενός ιπποφορβείου εναντίον του *V. dahliae* σε φυτά μελιτζάνας. Τα αποτελέσματα της έρευνας η μείωση του ποσοστού ασθενών φύλλων σε σχέση με τον μάρτυρα συνεπώς η κατασταλτική δράση είναι πιθανόν να οφείλεται στη δράση μικροοργανισμών.

Ερευνητικές εργασίες που πραγματοποιούνται για τη βιολογική καταπολέμηση των ασθενειών του υπέργειου μέρους στα θερμοκήπια βρίσκονται σε εξέλιξη. Μερικές από τις ασθένειες που μελετώνται είναι:

α. Ωίδιο κολοκυνθοειδών. Εφαρμόζονται υπερπαρασίτα, εκχυλίσματα κομποστών.

β. Τεφρή σήψη. Εφαρμόζονται ανταγωνιστές, κυρίως μύκητες του γένους *Trichoderma*.

γ. Κλαδοσπορίωση. Εφαρμόζονται ανταγωνιστές μύκητες.

δ. Περονόσπορος της ντομάτας. Εφαρμόζονται εκχυλίσματα κομποστών.

ε. Περονόσπορος κολοκυνθοειδών. Εφαρμόζονται εκχυλίσματα κομποστών.

Η εφαρμογή των βιολογικών παραγόντων εναντίον των ασθενειών στα θερμοκήπια παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε σχέση με τις υπαίθριες καλλιέργειες. Αυτά είναι:

α. Η εφαρμογή τους ελαττώνει την υψηλή μόνωση του περιβάλλοντος.

β. Επηρεάζεται λιγότερο από τις ακραίες τιμές των κλιματικών παραγόντων.

γ. Υπάρχουν περισσότερες δυνατότητες για τη ρύθμιση των κλιματικών παραγόντων στα επίπεδα που απαιτούνται για κάθε βιολογικό παράγοντα.

Παρόλο που πολλοί από τους τρόπους βιολογικής καταπολέμησης που έχουν δοκιμαστεί σε πειράματα ήταν αρκετά αποτελεσματικοί, στην πράξη χρησιμοποιούνται πολύ λίγοι. Αυτό συμβαίνει γιατί:

- α. Οι βιολογικοί παράγοντες είναι συνήθως αποτελεσματικοί εναντίον μόνον μίας ασθένειας ο καθένας.
- β. Δεν συνδυάζονται πάντα μεταξύ τους και με άλλες μεθόδους, όπως χημικά μέσα, για την καταπολέμηση πολλών ασθενειών συγχρόνως.
- γ. Το κόστος συχνά είναι μεγαλύτερο από αυτό των συνηθισμένων μεθόδων.
- δ. Ακόμα και όταν υπάρχουν οι καλύτερες συνθήκες η αποτελεσματικότητά τους είναι προς το παρόν κατώτερη από αυτή των άλλων μεθόδων.
- ε. Στα θερμοκήπια που δεν υπάρχει κλιματισμός οι βιολογικοί παράγοντες δεν είναι αποτελεσματικοί γιατί χρειάζονται συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος.

3. 3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.

Οι εδαφογενείς παθογόνοι μύκητες και οι ασθένειες που προκαλούν είτε αυξάνονται, είτε μειώνονται με την προσθήκη του οργανικού υλικού στο έδαφος και ακόμα σε κάποιες περιπτώσεις δεν ανταποκρίνονται καθόλου. (Papavizas et. al., 1980, Lumsden, 1983,).

Οι Lumsden R.D., Lewis J.A., Millne P.D. (1983), εξέτασαν την επίδραση του κομποστοποιημένου ιλύος βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων (Sewage Sludge) στο αρκετά μεγάλο αριθμό εδαφογενών (Soilborne Pathogens) φυτοπαθογόνους μύκητες εδάφους και στις ασθένειες που προκαλούν. Οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε συνθήκες θερμοκηπίου υπέδειξαν διαφορετική συμπεριφορά παθογόνων μυκήτων στην προσθήκη του Κομποστ. Έτσι οι ασθένειες όπως η σηψιρριζία (root rot) στο μπιζέλι την οποία προκαλεί ο μύκητας του γένους *Aphanomyces*, η σηψιρριζία φασουλιού, βαμβακιού, και ρεπάνι με παθογόνο του γένους *Rhizoctonia*, η Σκληρωτινίαση του μαρουλιού (*Sclerotinia drop*), η αδρομύκωση της αγγουριάς (*Fusarium wilt*), και η σήψη του λαιμού της

πιπεριάς (crown rot, γένος *Phytophthora*) είχαν σημαντικά μειωθεί με την προσθήκη του 10% κομποστ στο έδαφος. Όμως στις άλλες ασθένειες όπως τήξης σπορίων και φυταρίων στο μπιζέλι και φασόλι (*Pythium damping-off*) η σηψιρριζία (root rot) στο μπιζέλι (*Fusarium root rot*), στο φασόλι και βαμβάκι (*Thielaviopsis root rot*) δεν υπήρχε καμία επίδραση ή παρατηρήθηκε μια αύξηση με την πρόσθεση του κομποστ. Η καταστολή των ασθενειών που προκαλούν οι μύκητες του γένους *Pythium* *Rhizoctonia* spp. είχε επεκταθεί με την επέκταση του χρόνου ανάμεσα στη επεξεργασία του εδάφους και φύτευσης. Η επιβίωση των *S. minor*, *R. solani*, και *Pythium* spp. δεν είχε μειωθεί με την προσθήκη του κομποστ, αλλά η δραστηριότητα αυτών των παθογόνων στο έδαφος μπορεί να επηρεασθεί από την αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας των ανταγωνιστών που προκαλείται από την αύξηση του κομποστ στο έδαφος. Το κομπόστ από υπολείμματα του δασικού ξύλου και φλοιό πεύκου πολύτιμο ως υπόστρωμα για τα διακοσμητικά δοχεία (Hoitink, 1977), είχε κατασταλτική δράση σε κάποιες ασθένειες που προκαλούν οι εδαφογενής παθογόνοι μύκητες όπως είναι τα είδη *Phytophthora cinnamomi* (Hoitink, 1980, Spenser and Benson, 1981, 1982), *P. cactorum*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.

ΘΕΜΑ : ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ *BOTRYTIS CINEREA P.* ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.

4. 1. ΚΑΤΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι (*Lactuca sativa L.*) θεωρείται ότι κατά πάσα πιθανότητα προήλθε από το άγριο μαρούλι *Lactuca serriola* το οποίο συναντάται ως ζιζάνιο σε πολλές περιοχές της Ευρώπης ή κατόπιν διασταυρώσεων με τα άγρια είδη *L. saligna* και *L. Virosa*. Υπάρχουν πάνω από εκατό είδη στο γένος *Lactuca*. . Το μαρούλι ανήκει στην μεγαλύτερη βοτανική οικογένεια των φυτών τα σύνθετα (*Compositae*).

Συγγενικά είδη με το μαρούλι είναι το κιχώριο , το αντίδι κ.α. (Ryder and Whitaker,1976).

Το μαρούλι τύπου *Cos* πιστεύεται ότι έχει διαδοθεί από την Ελλάδα και το όνομα του τύπου προέρχεται από την νήσο Κω , που βρίσκεται στο Αιγαίο Πέλαγος. Επίσης , χώροι προέλευσης θεωρούνται οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου , Μικράς Ασίας , Καυκάσου , Περσίας και Τουρκιστάν. Στην Ελλάδα , όπως αναφέρει ο Καββαδίας (1956) αυτοφύονται 9 είδη του γένους *Lactuca*.

Ζωγραφιές του μαρουλιού τύπου *Cos* έχουν βρεθεί σε επιτύμβιες πλάκες στην Αίγυπτο από το 4.500π.χ. και είναι γνωστό ότι το μαρούλι

χρησιμοποιείται πάρα πολύ στη διατροφή του ανθρώπου πάνω από 2.000 χρόνια . Πολύ πριν από την χρήση του σαν τροφή χρησιμοποιείτο για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες.

Αναφέρεται ότι οι Πέρσες το καλλιεργούσαν τον 6ο π.χ. αιώνα. Επίσης ήταν γνωστό στους Αρχαίους Έλληνες και ρωμαίους και αναφέρεται από τον Ηρόδοτο , Θεόφραστο , Διοσκουρίδη κ.α. με το όνομα Θρίδαξ ή Θριδακίνη , ενώ οι Κύπριοι το ονόμαζαν Βρένθις . Ο Θεόφραστος το περιγράφει σαν λαχανικό « επίσπορο», ότι δηλαδή μπορεί να σπαρθεί πολλές φορές μέσα σε ένα έτος και μάλιστα περιγράφει τέσσερα διαφορετικά είδη. Στην Κίνα μεταφέρθηκε το 900 μΧ.

Στην Αγγλία αναφέρεται για στην περιοχή του πρώτη φορά το κεφαλωτό μαρούλι το 1543. Στη Γαλλία , και ιδιαίτερα στην περιοχή του Παρισιού για εκατοντάδες χρόνια εφαρμόζονταν μια εξειδικευμένη μεθοδος καλλιέργειας μαρουλιού σε «τζάκια « με θερμοστρωμένες από ζυμούμενη κοπριά.

Σήμερα το μαρούλι , σε αντίθεση με πολλά λαχανικά που καλλιεργούνται σε εξειδικευμένες περιοχές , έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη της υφελίου ως ετήσιο λαχανικό.



Εικόνα 1. Η καλλιέργεια μαρουλιού στα πειραματικά δοχεία. (Πηγή – Μ. Παπαδοπούλου - προσωπικό αρχείο).

4. 2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.

Το μαρούλι είναι ετήσιο, ποώδες φυτό γρήγορης ανάπτυξης της οικογένειας .

Βλαστός: Πολύ κοντός κατά την διάρκεια της βλαστικής φάσης και φέρει τα φύλλα πολύ πυκνά και αναπτύσσεται σημαντικά κατά την φάση της αναπαραγωγής , δηλ. όταν σχηματίζεται ο ανθοφόρος βλαστός .

Φύλλα : Τα φύλλα που είναι λεία, πλατειά, διαφόρου μεγέθους και σχήματος ,ωοειδή, καρδιοειδή, επιμήκη, εμφανίζονται πάνω στον κοντό βλαστό κατά σπειροειδή διάταξη ,είναι ακέραια ή κυματοειδή ή ακανόνιστα οδοντωτά. Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα , ενώ τα επόμενα φύλλα εμφανίζουν διαφόρου βαθμού κύρτωση , ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία ,και καλύπτει το ένα το άλλο σχηματίζοντας κεφάλι.

Ανθικό στέλεχος –Άνθη : Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται σε ταξιανθίες – κεφαλές γύρω από τον ανθοφόρο βλαστό σε διακλαδώσεις . Τα άνθη είναι μικρά , κίτρινα , με στεφάνη που αποτελείται από 5 πέταλα ενωμένα μεταξύ τους ,5 στήμονες επίσης ενωμένους που σχηματίζουν σωλήνα γύρω από τον στύλο , ο οποίος φέρει λεπτές τρίχες και καταλήγει σε δίλοβο στίγμα. Τα άνθη επί της ταξιανθίας ανοίγουν σχεδόν ταυτόχρονα και τα στίγματα είναι σχεδόν επιδεικτικά επικονίασης μόνο για μερικές ώρες το πρωί. Το μαρούλι αυτογονομοποιείται . Όταν το άνθος είναι ώριμο και έτοιμο να ανοίξει , ο στύλος μεγαλώνει , οι ανθήρες ανοίγουν και ελευθερώνουν την γύρη , η οποία πέφτει μέσα στον κώνο που σχηματίζουν και που βρίσκεται το στίγμα , με αποτέλεσμα να λάβει χώρα αυτεπικονίαση μόλις ανοίξει το άνθος. Η σταυρεπικονίαση είναι δύσκολο να γίνει , αφενός γιατί τα έντομα δεν ελκύονται από τα άνθη του μαρουλιού ,αφετέρου λόγω της ιδιαίτερης κατασκευής και λειτουργίας του άνθους. Πολύ σπάνια , και σε μικρό ποσοστό μπορεί να λάβει χώρα σταυρεπικονίαση στο μαρούλι.

Καρπός : Ο καρπός (σπόρος) είναι μικρός ,επιμήκης, χρώματος πρασινωπού ή λευκωπού , λείος με 5-7 ραβδώσεις . Παλαιότερα , από τα σπέρματα γινόταν εξαγωγή λαδιού μόνο από την συμπύεση , το οποίο χρησιμοποιείτο για διατροφή και για φωτιστικούς σκοπούς (Αίγυπτο).

Ρίζα : Το μαρούλι σχηματίζει ρίζα πασσαλώδη , όμως με την διαδικασία της μίας ή περισσότερων μεταφυτεύσεων που ακολουθούνται , η κεντρική ρίζα καταστρέφεται και αναπτύσσει θυссανώδες επιφανειακό ριζικό σύστημα. (Ολύμπιος)

4. 3. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.

Ο αριθμός των ποικιλιών του μαρουλιού που προωθούνται στην αγορά είναι πολύ μεγάλος και η επιλογή από τον καλλιεργητή είναι μία πολύ δύσκολη υπόθεση . Υπάρχουν ποικιλίες εντός των τύπων μαρουλιού που μπορούν να καλύψουν ένα εύρος αγρονομικών χαρακτηριστικών ή να είναι

κατάλληλες για την αντιμετώπιση σοβαρών προβλημάτων φυτοπροστασίας . Υπάρχουν επίσης ποικιλίες κατάλληλες για τις συνθήκες του θερμοκηπίου .

Ποικιλίες τύπου Ρωμάνα ή Κω.

Paris Island Cos: Είναι η περισσότερο διαδεδομένη ποικιλία τύπου Ρωμάνα στην Ελλάδα. Έχει κεφαλή μέσου μεγέθους και τα εξωτερικά φύλλα, είναι ελαφρώς κυματοειδή και χρώματος μεσοπράσινου. Είναι μεσοπρώιμη ποικιλία κατάλληλη για φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια και χρειάζεται περίπου 70 ημέρες μέχρι την συγκομιδή .Είναι ανθεκτική στην μωσακωποίηση του μαρουλιού .

Ρωμάνα Μελισσίων: Είναι η επιλογή της ποικιλίας του πρώην ινστιτούτου Κηπευτικών Φυτών , σχηματίζει ευμεγέθη και κλειστή κεφαλή , ανοιχτότερου πράσινου χρώματος από την μητρική ποικιλία. Είναι παραγωγική ποικιλία.

Paris White poga : Είναι πρώιμη ποικιλία που αντέχει στο σχηματισμό ανθικού στελέχους όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και είναι κατάλληλη για καλλιέργεια αργά την άνοιξη, αρχές καλοκαιριού και αρχές φθινοπώρου. Τα φύλλα της είναι ελαφρώς κυματοειδή και έχουν πρασινωπό χρώμα. Τα φυτά αποκτούν μεγάλο μέγεθος.

Paris COS: Φυτά όρθια, μεγάλου μεγέθους, με σκούρα πράσινα φύλλα που σχηματίζουν κλειστή κεφαλή. Είναι κατάλληλη ποικιλία για φθινοπωρινή και χειμωνιάτικη καλλιέργεια . Επιλογή της παρουσιάζει ανθεκτικότητα στη μωσακωση.

Marvel : Μεσοόψιμη, ποικιλία, ανθεκτική στο σχηματισμό ανθικού στελέχους, κατάλληλη για καλλιέργεια αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι. Σχηματίζει μεγάλη κεφαλή και έχει φύλλα χρώματος σκούρου πράσινου χρώματος.

Ποικιλίες κεφαλωτού μαρουλιού (Butterhead).

White Boston : Φυτό μέτριου μεγέθους με φύλλα λεία και κυματοειδή χρώματος ανοιχτού πράσινου. Έτοιμο για συγκομιδή στις 70 ημέρες.

Bibb : Σχηματίζει σχετικά μικρή και σφιχτή κεφαλή με όρθια φύλλα. Είναι πρώιμη ποικιλία που αναπτύσσεται γρήγορα . Μειονεκτεί στο ότι το φυτό είναι ευαίσθητο στο σχηματισμό πρόωρου ανθικού στελέχους.

Citation : Μέγεθος φυτού μέτριο προς μεγάλο. Φύλλα παχιά και λεία με βαθύ και πράσινο χρώμα. Πολύ καλής ποιότητας μαρούλι που αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες και στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων.

Ποικιλίες κατσαρού μαρουλιού (Iceberg).

Great Lakes: Στην πραγματικότητα πρόκειται για πληθυσμό εντός του οποίου οι επιλογές παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα όχι μόνο ως προς την εμφάνιση και τη συμπεριφορά στην ανάπτυξη ,αλλά και ως προς την προσαρμοστικότητα . Για κάθε περιοχή της γης και κάθε αγρονομικό χαρακτηριστικό υπάρχει και μία επιλογή της ποικιλίας.

Empire : Φυτά με μέτριου μεγέθους κεφαλή , χρώματος ανοιχτού πράσινου. Δείχνει αρκετή ανθεκτικότητα στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων και στο σχηματισμό ανθικού στελέχους στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού.

Jasmin : Ποικιλία που σχηματίζει συμπαγή και σφιχτή κεφαλή με μικρό αριθμό εξωτερικών φύλλων. Φύλλα με λαμπερό μετρίως πράσινο χρώμα. Φυτά ταχείας ανάπτυξη κατάλληλα για πρώιμες καλλιέργειες . Δείχνει αντοχή στις ιώσεις και το περιφερειακό κάψιμο των φύλλων και τον περονόσπορο .

Italica : Σχηματίζει κεφαλή μετρίου έως μεγάλου μεγέθους με βαθύ πράσινο χρώμα .Ανθεκτική στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων , κατάλληλη για καλλιέργεια αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Ποικιλίες μαρουλιού τύπου σαλάτα(Looseleaf)

Grand Rapids : Φυτά όρθια μετρίου μεγέθους με φύλλα ελεύθερα με έντονο κυματισμό σε όλη την επιφάνεια αλλά και στην περιφέρειά τους , με χρώμα ελαφρύ πράσινο. Πρώιμη ποικιλία που συγκομίζεται σε 43 ημέρες από την ημέρα μεταφύτευσης καλλιέργειας και σε 90 ημέρες στις χειμερινές καλλιέργειες.

Simpson's Curled : Φυτά μεγάλου μεγέθους με φύλλα κατσαρά με έντονο κυματισμό στη περιφέρεια και χρώμα ανοιχτό πράσινο . Στις φθινοπωρινές καλλιέργειες τα φυτά συμπληρώνουν την ανάπτυξη τους σε 45 ημέρες από την μεταφύτευση τους.

Albena : Φυτά μεγάλου μεγέθους . φύλλα χρώματος ανοιχτού πράσινου ελαφρώς κυματιστά. Ποικιλία κατάλληλη για καλοκαιρινή και φθινοπωρινή καλλιέργεια.

4. 4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.

Πολλαπλασιασμός.

Γενικά το μαρούλι πολλαπλασιάζεται με σπόρο και είτε γίνεται απευθείας με σπορά στο χωράφι – μέθοδος που σπάνια ακολουθείται στην Ελλάδα ή συνηθέστερα , αναπτύσσονται φυτάρια σε σπορεία και ακολουθεί μεταφύτευση. Για καλλιέργειες στα θερμοκήπια εφαρμόζεται αποκλειστικά η μέθοδος της μεταφύτευσης υποστηρίζεται από πολλούς ότι η επιτυχία ή αποτυχία μιας καλλιέργειας μαρουλιού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επιτυχία στην παραγωγή των φυταρίων στο φυτώριο, γεγονός που επισημαίνει τη μεγάλη σημασία που έχει η εξασφάλιση δυνατών και υγιών φυταρίων.

Εφαρμογή της λίπανσης.

A) Βασική λίπανση.

Το μαρούλι είναι μια από τις λίγες καλλιέργειες που οι απαιτήσεις του σ' όλα τα θρεπτικά στοιχεία μπορούν να ικανοποιηθούν πλήρως με την βασική λίπανση . Αυτό συμβαίνει επειδή ο χρόνος παραμονής της καλλιέργειας στο χωράφι είναι μικρός (45-60) ημέρες. Αποδίδει καλύτερα σε εδάφη γόνιμα και με πλούσια οργανική ουσία. Συνεπώς προσθήκη 10 τόνων κοπριάς ή 1,5 τόνων τύρφης στο στρέμμα θερμοκηπίου θεωρείται απαραίτητη. Έτσι εκτός από τον εμπλουτισμό του εδάφους με θρεπτικά συστατικά , βελτιώνεται η δομή του. Ο Ρew και οι συνεργάτες του

ισχυρίζονται ότι εδάφη εμπλουτισμένα με χωνεμένη κοπριά συμβάλλουν στην ποιοτική αναβάθμιση και την αύξηση παραγωγής μαρουλιού. Αν και μια ικανοποιητική παραγωγή μαρουλιού αφαιρεί από το έδαφος περίπου 8-10 κιλά αζώτου(N), 3-4 Kg P₂O₅ και 20-25 Kg K₂O ανά στρέμμα ποσότητες σχετικά μικρές αυτό δε σημαίνει ότι το μαρούλι μπορεί να αναπτυχθεί επιτυχώς σε φτωχά εδάφη. Στην πραγματικότητα συμβαίνει το αντίθετο, γι' αυτό το έδαφος πρέπει να εφοδιάζεται επαρκώς με χημικά λιπάσματα εκτός βεβαίως των περιπτώσεων που το ίδιο το έδαφος είναι πολύ γόνιμο ή έχουν προστεθεί σ' αυτό μεγάλες ποσότητες κοπριάς.

Ανάλογα με τη γονιμότητα του εδάφους οι προστιθέμενες στο στρέμμα ποσότητες λιπασμάτων κυμαίνονται ως εξής:

Νιτρική αμμωνία ή ισοδύναμο λίπασμα 15-35 κιλά

Τριπλό υπερφωσφορικό (0-48-0) 15-100 κιλά

Θεικό κάλιο(0-0-48) 35-70 κιλά

Θεικό μαγνήσιο 30-110 κιλά

Εάν στο έδαφος έχουν ενσωματωθεί 10 τόνοι κοπριάς τότε οι ποσότητες του φωσφόρου μειώνονται μέχρι και 70 κιλά το στρέμμα, ενώ δεν προστίθεται καθόλου κάλιο. Όταν της καλλιέργειας μαρουλιού προηγείται καλλιέργεια τομάτας τότε και πάλι δεν είναι αναγκαία η προσθήκη καλίου, ενώ όταν προηγείται καλλιέργεια αγγουριού ίσως χρειασθεί η προσθήκη μικρής ποσότητας καλίου.

B) Επιφανειακή λίπανση.

Όπως αναφέραμε και στην βασική λίπανση το μαρούλι είναι από τις λίγες καλλιέργειες που οι ανάγκες του σε θρεπτικά στοιχεία για όλη την περίοδο ανάπτυξης μπορούν να καλυφθούν με τη βασική λίπανση. Η ανάγκη επιφανειακής λίπανσης εάν υπάρξει περιορίζεται στο άζωτο. Τότε μπορούν να εφαρμοσθούν μέχρι 3 φορές 2 κιλά στο στρέμμα νιτρική αμμωνία.

Εξίσου καλά αποτελέσματα στην παραγωγή μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή ουρίας ή μείγματος ουρίας και νιτρικής αμμωνίας στο έδαφος.

4. 5. Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Τα τελευταία χρόνια, στις αναπτυγμένες χώρες της Δύσης όπου οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες λαχανικών αποτελούν υπολογίσιμες μονάδες παραγωγής, έχουν αναπτυχθεί συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών προκειμένου να αντιμετωπίσουν καταστάσεις παθογενών εδαφών.

Το μαρούλι είναι από τα πλέον ενδεικνύμενα λαχανικά για καθαρές υδροπονικές καλλιέργειες όπου το ριζικό σύστημα του φυτού αναπτύσσεται στο νερό το οποίο περιέχει όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη του εκτός από τον άνθρακα.

Εκτός από τις καθαρές υδροπονικές καλλιέργειες, στο μαρούλι ταιριάζουν και συστήματα καλλιέργειας με κομπόστες (μείγμα οργανικών ουσιών και αδρανών υλικών). Έχει διαπιστωθεί ότι υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας μαρουλιού μπορούν να αυξήσουν την παραγωγή μέχρι και 24% σε σύγκριση με τις καλλιέργειες επί εδάφους (Kratky 1993).

4. 6. ΟΙ ΠΟΙΟ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.

Μυκητολογικές ασθένειες.

Τήξη σπορείων.

Οφείλεται στους μύκητες *Pythium sp*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora sp* οι οποίοι προσβάλλουν τους σπόρους που έχουν βλαστήσει και τα νεαρά σπορόφυτα. Προκαλούν μαλακή σήψη της περιοχής του λαιμού (υδατώδεις κηλίδες) μετά το φύτεμα. Επίσης προσβάλλουν τις ρίζες των φυτών μεγαλύτερης ηλικίας.



Εικόνα 2. Δημιουργία κενών θέσεων κατά την καταστροφή των φυταρίων

Περονόσπορος. Οι ασθένεια οφείλεται στον μύκητα *Bremia lactucae*.



Εικόνα 3. Λευκή εξάνθηση στην κάτω επιφάνεια του φύλλου.

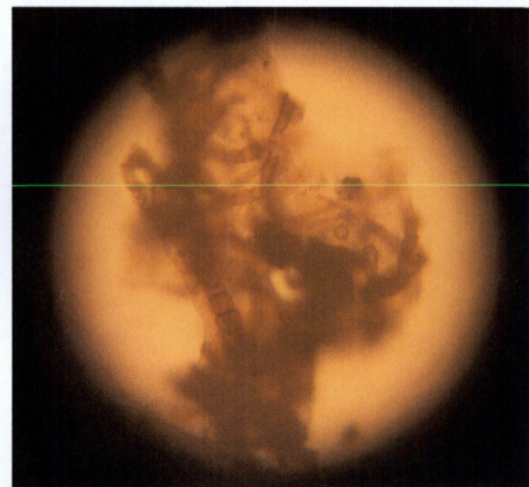
Συμπτώματα: Ακανόνιστες γωνιώδεις χλωρωτικές κηλίδες στην κάτω επιφάνεια των εξωτερικών φύλλων σε περιοχές μεταξύ των νεύρων. Σε συνθήκες ευνοϊκές για την ασθένεια, οι ανωτέρω κηλίδες καλύπτονται από λευκές εξανθήσεις που αποτελούν τα σπόρια του μύκητα. Οι κηλίδες αργότερα μετατρέπονται σε καφέ νεκρωτικές περιοχές και τελικά το φύλλο καταστρέφεται.

Ριζοκτονίαση.

Το παθογόνο αίτιο: *Rhizoctonia solani* Kühn.

Προκαλεί: Τήξεις φυταρίων, σηψιρριζίες, σήψεις της βάσεως του στελέχους & καρπών και έλκη στελέχους. Τα συμπτώματα που εμφανίζονται στο στέλεχος – βάση – ρίζες είναι οι ερυθροκαστανές κηλίδες, καστανές νεκρώσεις, καχεξία, χλώρωση, ξήρανση.

Ο μύκητας διαχέιμαση με σκληρώτια, μυκήλιο στο έδαφος και υπολείμματα.

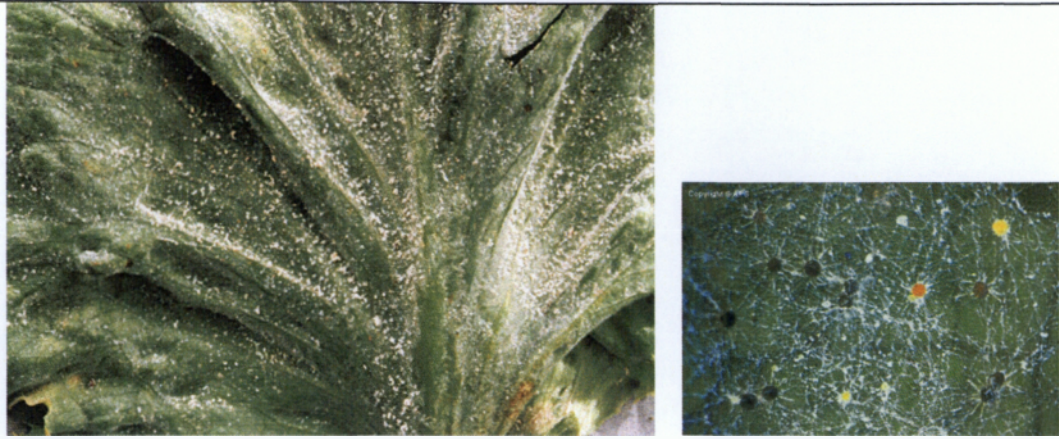


Εικόνα 4. Α. Το φυτό με συμπτώματα ασθένειας. Β. Τα σκληρώτια του μύκητα στο μικροσκόπιο.

ΩΙΔΙΟ.

Οφείλεται στους Ασκομύκητες του γένους *Erysiphe*.

Προσβάλλει όλα σχεδόν τα κηπευτικά, εξαπλώνεται σε ελάχιστο χρόνο σε μεγάλες αποστάσεις και μπορεί να προκαλέσει μέχρι και ολική καταστροφή της παραγωγής. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ασθένειας είναι η εμφάνιση λευκής κονιορτώδης εξάνθησης σε όλα σχεδόν τα υπέργεια τμήματα (μυκήλιο & κονιδιοφόροι), και κατά θέσεις των κλειστοθηκίων (πολυστιγμία).



Εικόνα 5. Α. Το φυτό με λευκή εξάνθηση από το μυκήλιο του παθογόνου μύκητα. Β. Τα κλειστοθήκια του μύκητα στο στερεοσκόπιο.

Ιώσεις.

Μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV=Lettuce Mosaic Virus)

Είναι η σημαντικότερη ίωση που προσβάλλει το μαρούλι. Προκαλεί νανισμό στα φυτά και πτυχωτή επιφάνεια στα φύλλα. Μεταδίδεται με τις αφίδες και μπορεί να προκαλέσει μεγάλες ζημιές. Για την πρόληψή της εμφανίζονται όλα εκείνα τα μέτρα που αφορούν όλες τις ιώσεις δηλαδή χρησιμοποίηση υγιών σπόρων, διαφύλαξη της υγείας των σπορόφυτων, έγκαιρη απομάκρυνση των ύποπτων φυτών, απολύμανση χεριών και εργαλείων.

Μεγάλο νεύρο του μαρουλιού (big vein of lettuce)

Η μόλυνση των φυτών από την ασθένεια μπορεί να συμβεί σ' οποιοδήποτε βλαστικό στάδιο. Προσβεβλημένα νεαρά φυτά συνήθως αποθνήσκουν γρήγορα. Τα συμπτώματα δεν εμφανίζονται πριν από την έκπτυξη του πέμπτου ή έκτου φύλλου. Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται ως ελαφρό κίτρινο ή λευκοκίτρινο χρώμα κατά μήκος των νεύρων. Τα φυτά προσβάλλονται σε μικρή ηλικία και αδυνατούν να σχηματίσουν σφιχτή κεφαλή. Τα προβλήματα από την ασθένεια αυτή σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες μαρουλιού είναι περιορισμένα επειδή με την απολύμανση καταστρέφονται οι φορείς του ιού δηλαδή ο μύκητας και τα υπολείμματα των προσβεβλημένων ριζών.

Άλλες μυκητολογικές ασθένειες.

Οφείλονται στους μύκητες *Botrytis cinerea* (φαιά σήψη), *Marssonina ranattoniana* (ανθράκωση), *Septoria lactucae* (σεπτορίωση), *Sclerotinia sclerotiorum* (σκληροτίνια), *Puccinia* sp. (σκωρίαση) και μπορούν να προκαλέσουν από μικρές μέχρι και μεγάλες ζημιές σε καλλιέργειες μαρουλιού, ανάλογα με τις συνθήκες και τις καλλιεργητικές φροντίδες.

4. 7. Ο ΒΟΤΡΥΤΗΣ (*Botrytis cinerea*) ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ.



Εικόνα 6. Το φυτό με τα συμπτώματα προσβολής καλυμμένο στη βάση με γκρίζα εξάνθηση από τα κονίδια και κονιδιοφόρους του μύκητα.

Ο **βοτρυτής** είναι ευρύτατα διαδεδομένος μύκητας. Προσβάλλει πάρα πολλές καλλιέργειες και αποτελεί σοβαρό πρόβλημα και πραγματική απειλή για την εμπορεύσιμη παραγωγή. Εκτός από τις ποσοτικές απώλειες υποβαθμίζει και την ποιότητα των προϊόντων, ενώ ζημιώνει την παραγωγή και μετασυλλεκτικά κατά την αποθήκευση και την μεταφορά. Αποτελεί πρόβλημα ιδιαίτερα για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες αλλά και για τις υπαίθριες.

Συμπτώματα: Προκαλούνται στην αρχή καστανές υδατώδεις εκτεταμένες κηλίδες, που μπορεί να εξελιχθούν σε νεκρώσεις. Χαρακτηριστική είναι η γκρίζα εξάνθιση (χνούδι) του μύκητα στα προσβεβλημένα όργανα.

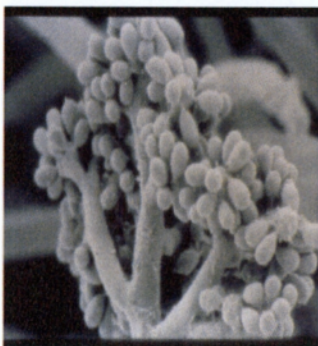
Προσβάλλει όλα τα μέρη των φυτών (φύλλα, στελέχη, άνθη, καρπούς) και σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους.

Ο βοτρύτης μπορεί να αναπτυχθεί και σαπροφυτικά σε υπολείμματα της καλλιέργειας και σε νεκρά μέρη των φυτών και από εκεί να μολύνει γειτονικούς υγιείς ιστούς. Ο μύκητας είναι περισσότερο γνωστός με την ατελή του μορφή, ως *Botrytis cinerea* (Αδηλομύκητας) και με την εξάνθιση γκρίζου χρώματος (ασθένεια «τεφρά σήψη»).

Σχηματίζει κονιδιοφόρους με μακρύ ποδίσκο και υαλώδη κονίδια σε σχηματισμό βότρου στις διακλαδώσεις. Στους προσβεβλημένους ιστούς μπορεί να σχηματιστούν επίσης τα μαύρα σκληρώτια του μύκητα.

Τα κονίδια του βλαστάνουν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (από 1-30°C) αν και η ιδανική θερμοκρασία είναι 18°C. Είναι ξηροσπόρια και μεταφέρονται κυρίως με τον άνεμο. Απελευθερώνονται με έναν υγροσκοπικό μηχανισμό, γι' αυτό αφθονούν όταν υπάρχουν απότομες μεταβολές της υγρασίας στη διάρκεια της ημέρας. Για την βλάστησή τους όμως είναι απαραίτητη η ύπαρξη σταγόνας νερού ή πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας (τουλάχιστον 90%).

Σε θερμοκρασίες 15-20°C και παρουσία νερού ή υψηλής σχετικής υγρασίας (βροχή ή παρατεταμένος υγρός καιρός) η ανάπτυξη του μύκητα είναι πολύ γρήγορη και η μόλυνση ολοκληρώνεται μέσα σε λίγες ώρες. Με την βοήθεια της πλάκας προσκολλησεως (*appressorium*) το ράμφος μόλυνσης διαπερνά την εφυμενίδα και την επιδερμίδα των φυτικών κυττάρων.



A.



B.



Γ.

Εικόνα 7. Α. Η καλλιέργεια του παθογόνου μύκητα. Β. Το σκληρώτιο με τα αποθήκια και τα κονίδια. Γ. Κονιδιοφόροι με κονίδια του παθογόνου μύκητα στο μικροσκόπιο. (Πηγή – Μ. Παπαδοπούλου - προσωπικό αρχείο)

Η τέλεια μορφή του μύκητα *Botryotinia fuckeliana* ή *Sclerotinia fuckeliana* αναπτύσσεται από σκληρώτια που βλαστάνουν υπό ειδικές συνθήκες και σχηματίζουν αποθήκια.

Ο μύκητας διαχειμάζει είτε με τη μορφή σκληρωτίων στο έδαφος ή ως σαπροφυτικό μυκήλιο σε νεκρά υπολείμματα καλλιέργειας ή σε διάφορους ξενιστές.

Το βασικό μέσο πρόκλησης μολύνσεων είναι τα μακροκονίδια και το μυκήλιο, ενώ δευτερευόντως τα ασκοσπόρια. Τα μακροκονίδια χρειάζονται την παρουσία νερού για να βλαστήσουν και δεν επιζούν για πολύ.

Φυτικοί ιστοί υδαρείς, περίσσεια αζωτούχου λίπανσης, υψηλή πυκνότητα φύτευσης και κακός αερισμός της φυτείας ή μέσα στο θερμοκήπιο, είναι παράγοντες που αυξάνουν την ευαισθησία των φυτών και τις προσβολές από τον βοτρύτη.

Αντιμετώπιση

Ο βοτρύτης (ή σαπίλα) είναι αναμφίβολα πραγματική απειλή για την εμπορεύσιμη παραγωγή, ιδιαίτερα για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Αυτό γιατί από τη μία η ασθένεια αναπτύσσεται πολύ γρήγορα και από την άλλη η αντιμετώπισή της δεν είναι εύκολη. Η παραμικρή καθυστέρηση από την έγκαιρη επέμβαση του βοτρύτη, συνήθως έχει δυσανάλογα σοβαρές επιπτώσεις (απώλεια παραγωγής, δυσκολία αντιμετώπισης, περιορισμένη επιτυχία, παραμονή της ασθένειας σε εστίες μέσα στο θερμοκήπιο και επαναμόλυνση, ανάγκη για περισσότερους και συχνότερους ψεκασμούς, υψηλότερο κόστος).

Με δυο λόγια ο βοτρύτης, ειδικά μέσα στο θερμοκήπιο, είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα, στο οποίο επιβάλλεται να δίνουμε ξεχωριστή προσοχή.

Γενικά συστήνεται για την ορθολογική αντιμετώπιση του βοτρυτή και πρόληψη εμφάνισης ανθεκτικότητας από τον μύκητα να εναλλάσσονται στους ψεκασμούς μυκητοκτόνα με διαφορετικό τρόπο δράσης και από διαφορετικές ομάδες, να γίνεται καλός ψεκασμός, να εφαρμόζονται οι συνιστώμενες δόσεις και να τηρούνται οι οδηγίες που αναγράφονται στη συσκευασία.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ
ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΕ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ *BOTRYTIS CINEREA* P.
ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.**

Στην πειραματική αυτή εργασία εξετάστηκε η επίδραση του κομπόστ, από απόβλητα ελαιοτριβείου, στην εδαφική μικροχλωρίδα, στην μικροβιακή βιομάζα και γενικά στην ποικιλομορφία και την δραστηριότητα του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού. Έγινε επίσης αξιολόγηση της δράσης του για την δυνατότητα παρεμπόδισης της ανάπτυξης του φυτοπαθογόνου μύκητα *Botrytis cinerea* Pers.



Εικόνα 8. Τα πειραματικά δοχεία ανάπτυξης μαρουλιού από τα οποία πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες εδάφους .

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δοχεία ανάπτυξης μαρουλιού στο υπόστεγο του εργαστηρίου Εδαφολογίας και Λιπασματολογίας του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας τα έτη 2005-2006. Για την ανάπτυξη του πειραματικού μέρους εφαρμόστηκε η στατιστική διάταξη των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων σε τέσσερις επαναλήψεις.

Μελετήθηκαν διάφορες αναλογίες compost προς έδαφος (% , κ.ό.) σε συνδυασμό με 3 επίπεδα Ν οργανικής και συμβατικής προέλευσης. Το πειραματικό σχέδιο παρουσιάζεται στο πίνακα 2.

Πίνακας 2. Πειραματικό σχέδιο.

Μεταχειρίσεις	Δοσολογία της λίπανσης - προέλευσης								
	N _{0,00} οργανική	P _{0,00} συμβατική	K _{0,00} συμβατική	N _{0,15} οργανική	P _{0,10} συμβατική	K _{0,10} συμβατική	N _{0,30} οργανική	P _{0,20} οργανική	K _{0,20} συμβατική
Μάρτυρας.	1	1	1	2	2	2	3	3	3
5% κομπόστ + 95% έδαφ.	4	4	4	5	5	5	6	6	6
10% κομπόστ + 90% έδαφ.	7	7	7	8	8	8	9	9	9
15% κομπόστ + 85% έδαφ.	10	10	10	11	11	11	12	12	12
20% κομπόστ + 80% έδαφ.	13	13	13	14	14	14	15	15	15

Κατά την προετοιμασία στο γέμισμα των δοχείων στο έδαφος προστέθηκαν το κομπόστ, το 30% του Ν και ολόκληρη ποσότητα Ρ και Κ. Η τελική ποσότητα των μακροθρεπτικών στοιχείων ΝΡΚ ήταν : άζωτο - 0,15gr/kg⁻¹ έδαφος και 0,30 gr/kg⁻¹ έδαφος, φώσφορο και κάλιο - 0,10, 0,20 gr/kg⁻¹ έδαφος.

Για την μελέτη της επίδρασης των εξωτερικών παραγόντων στην εδαφική μικροχλωρίδα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης της μικροβιακής βιομάζας (Cmic), μετρήθηκε η βασική εδαφική αναπνοή και η εδαφική αναπνοή μετά από την προσθήκη του ενεργητικού υλικού. Η καταμέτρηση του αριθμού διαφόρων ομάδων εδαφικών βακτηρίων , μυκήτων , ακτινομυκήτων και εδαφογενών παθογόνων πραγματοποιήθηκε in vitro στο εργαστήριο Φυτοπροστασίας του ΤΕΙ Καλαμάτας.

5.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ: ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

5.1. 1. Δειγματοληψία.

Για την μικροβιακή ανάλυση, έγιναν τρεις δειγματοληψίες εδάφους από τα δοχεία ανάπτυξης μαρουλιού. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν 20 και 70 ημέρες μετά τη φύτευση και μια, μετά την συγκομιδή.

Τα δείγματα εδάφους πάρθηκαν από κάθε δοχείο – επανάληψη, από τυχαία σημεία, κοντά στο ριζικό σύστημα του καλλιεργούμενου φυτού, με το άνοιγμα ενός λάκκου. Στη συνέχεια αναμειγνύουμε τα κάθε 3 ομοιογενή δείγματα εδάφους και κάναμε ένα σύνθετο δείγμα. Το μείγμα αυτό τοποθετείται σε μια καθαρή σακούλα. Με αυτό τον τρόπο κάθε φορά συγκεντρώνουμε για την μικροσκοπική ανάλυση 3 δείγματα εδάφους.

Για να αποφεύγεται η μεταφορά των μικροοργανισμών από ένα δείγμα στο άλλο όλα τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία αποστειρώνονται μετά από κάθε λήψη δείγματος με διάλυμα 70 % αιθυλικής αλκοόλης. Μετά την λήψη των δειγμάτων, το έδαφος, που πρόκειται να εξεταστεί, μεταφέρθηκε στο εργαστήριο το συντομότερο χρονικό διάστημα και διατηρήθηκε στο ψυγείο το πολύ 48 ώρες.

5. 2. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.

Επειδή ο αριθμός των μικροοργανισμών επηρεάζεται από το περιβάλλον και συνεχώς μεταβάλλεται στην διάρκεια του χρόνου, παράλληλα με τη μικροβιακή ανάλυση, συνήθως ξεκινά η μελέτη των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους. Είναι απαραίτητη η εξέταση των ορισμένων χημικών και φυσικών χαρακτηριστικών εξεταζόμενου εδάφους, προφανώς αυτών, από των οποίων εξαρτάται η μεταβολή του μικροβιακού πληθυσμού και η δραστηριότητα τους στο οικοσύστημα.

Για αυτό το λόγο ,στο εργαστήριο προσδιορίσθηκε η μηχανική σύσταση του εδάφους, η περιεκτικότητα του σε υγρασία, το pH του εδάφους, η περιεκτικότητα του σε οργανική ουσία), ακόμα το οργανικό και ανόργανο

άζωτο, σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται στα βιβλία του κ. Χ. Πασχαλίδη «Εργαστηριακές Ασκήσεις» (Πασχαλίδης 2005, 2006).

52. 1. Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (ΜΕΘΟΔΟΣ WALKLEY -BLACK)

Το σημαντικό στοιχείο που εξετάστηκε στα εδαφικά δείγματα ήταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία.

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας γίνεται έμμεσα με τον προσδιορισμό των ποσοτήτων του οργανικού άνθρακα που υπάρχει στο έδαφος.

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος προσδιορισμού του οργανικού άνθρακα του εδάφους αναπτύχθηκε από τους Walkley – Black το 1934 και είναι γνωστή ως μέθοδος «υγρής καύσεως » και βασίζεται στην οξείδωση του άνθρακα με $K_2Cr_2O_7$ παρουσία H_2SO_4

Ο προσδιορισμός της εκατοστιαίας αναλογίας του οργανικού άνθρακα βασίζεται στον προσδιορισμό, με ογκομέτρηση των ιόντων $Cr_2O_7^-$, τα οποία δεν χρησιμοποιήθηκαν στην οξείδωση του άνθρακα. Η ογκομέτρηση για τον προσδιορισμό της περίσσειας ιόντων $Cr_2O_7^-$ γίνεται με την βοήθεια διαλύματος $FeSO_4$ σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



Διαδικασία

- Παρασκευή διαλυμάτων
- Διάλυμα χλωριούχου καλίου ($K_2Cr_2O_7$) 1N
- Ζυγίζουμε 49,04 gr από το χημικά καθαρό στερεό $K_2Cr_2O_7$ και το διαλύουμε σε ογκομετρική φιάλη του 1lit, συμπληρώνοντας αποσταγμένο νερό μέχρι τη γραμμή της φιάλης.
- Διάλυμα δισθενή θειικού σιδήρου ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,5N

- Ζυγίζουμε 139gr $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, διαλύουμε σε ογκομετρική φιάλη 1lit προσθέτουμε 15ml πυκνό H_2SO_4 και συμπληρώνουμε με αποσταγμένο νερό τη γραμμή της φιάλης.
- Διάλυμα διφαινυλο-σουλφονικού βαρίου (δείκτης)
- Ζυγίζουμε 160mgr από το δείκτη, διαλύουμε σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και συμπληρώνουμε με αποσταγμένο νερό μέχρι τη γραμμή. Επειδή ο δείκτης είναι λίγο δυσδιάλυτος, ζεσταίνουμε το νερό για καλύτερη διάλυση.
- Ζυγίζουμε μικρό δείγμα εδάφους (αεροξηραμένου, λειοτριβημένου και κοσκινισμένου με κόσκινο που έχει τρύπες με διάμετρο 2mm). Αν έχει πολύ οργανική ουσία π.χ. μαύρο χρώμα, ζυγίζουμε 0,5gr. Αν έχει ελάχιστη, π.χ. άσπρο χρώμα ζυγίζουμε 1gr και το βάζουμε σε κωνική φιάλη των 500ml.
- Προσθέτουμε 10ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ από την προχοΐδα και ανακατεύουμε περιστρέφοντας τη φιάλη, ώστε να αναμιχθεί το αντιδραστήριο με το έδαφος
- Στη συνέχεια προσθέτουμε γρήγορα 20ml πυκνό H_2SO_4 με ογκομετρικό κύλινδρο ανακατεύοντας πάλι περιστρέφοντας τη φιάλη για 30-60 sec με προσοχή, ώστε να μη κολλήσουν τα τεμαχίδια του εδάφους στα τοιχώματα της φιάλης. Ανακατεύουμε τη φιάλη σε ηρεμία 30min περίπου, για να τελειώσει η αντίδραση της οξειδωσης.
- Προσθέτουμε μετά 200ml αποσταγμένο νερό, 10ml πυκνό H_2PO_4 και 10 περίπου σταγόνες (0,5- 1 ml) δείκτη διφαινυλαμινο-σουλφονικού βαρίου.
- Ανακατεύοντας το διάλυμα, ογκομετρούμε με $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5N (ένυδρο δισθενή θειικό σίδηρο) μέχρι το χρώμα του διαλύματος από βαθύ μπλε να γίνει απότομα πράσινο. Σημειώνουμε τα ml του $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ που καταναλώσαμε στην προχοΐδα.

- Σε δεύτερη κωνική φιάλη των 500ml κάνουμε την ίδια τεχνική, χωρίς να προσθέσουμε χρώμα (λευκός προσδιορισμός). Μετά ογκομετρούμε πάλι με διάλυμα 0,5N $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ και σημειώνουμε τα ml που καταναλώθηκαν στην προχοΐδα.
- Ακολουθούν υπολογισμοί.

5. 2. 2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ KJELDAHL.

Ο κύκλος του αζώτου, όπως η αζωτοδέσμευση, η ανοργανοποίηση του οργανικού αζώτου, νιτροποίηση, απονιτροποίηση σχετίζεται με την δραστηριότητα των βακτηρίων. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο σε πολλές μικροβιακές έρευνες είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την αρχική ποσότητα του ολικού αζώτου και τις μεταβολές που πραγματοποιούνται στη συνέχεια.. Για τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου χρησιμοποιείται η μέθοδος Kjeldahl.

Στην μέθοδο Kjeldahl το δείγμα αποσυντίθεται εν θερμώ, με προσθήκη πυκνού H_2SO_4 , το οποίο μετατρέπει το δεσμευμένο άζωτο σε αμμωνιακό ιόν. Η ελευθερωμένη αμμωνία αποστάζει σε όξινο διάλυμα και προσδιορίζεται με ογκομέτρηση εξουδετέρωσης. Το κύριο σημείο της μεθόδου είναι η αποσύνθεση με το H_2SO_4 , το οποίο οξειδώνει τον C και H του δείγματος προς CO_2 και H_2O . Το N των αμινών και των αμιδίων μετατρέπεται ποσοτικά σε NH_4 .

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- Na OH 10N ή 40% κατά βάρος
- Δείκτες. Διαλύουμε 0,100gr πράσινο βρωμοκρεσόλης σε 100ml αιθανόλη. Διαλύουμε 0,100gr ερυθρό του μεθυλίου σε 100ml αιθανόλη.
- Διαλύουμε H_3BO_3 4% διάλυμα με θέρμανση 60°C , 80g H_3BO_3 σε 400-500ml

- Μικτός δείκτης. Αναμιγνύουμε 20 ml πράσινο της βρωμοκρεσόλης και 14 ml ερυθρό του μεθυλίου σε 2L H₃BO₃ 4% προσθέτουμε μερικές σταγόνες Na OH 1N (από το διάλυμα του Na OH 1N παίρνουμε περίπου 5ml κα προσθέτω άλλα ml νερό σε ένα ποτήρι ζέσεως : αραιώση 1:10) στο διάλυμα του H₃BO₃ 4% ανακατεύουμε ώστε να πάρει χρώμα κανονικό, έντονο γκρι.
- Πυκνό H₂SO₄ , 20ml για κάθε καύση δείγματος
- Διάλυμα H₂SO₄ 0,5N (1ml H₂SO₄ 0,5N εξουδετερώνει 0,7mg NH₄-N)
- Standard διάλυμα NH₄-N (100ppm) : 0,3820 ξηρού NH₄ Cl σε 1L απιονισμένο νερό.
- Ταμπλέτες Kjeldahl χωρίς Se (καταλύτης) ή αλλιώς χρησιμοποιούμε K₂SO₄ : CuSO₄ : Se σε αναλογία 100:10:1.

Υγρή καύση

- Ζυγίζω 0,3-1γρ φυτικού ιστού (ξηρό σε 105°C) ή 1γρ αεροξηραμένου εδάφους που έχει περάσει από κόσκινο 1mm και το τοποθετώ προσεκτικά στη φιάλη Kjeldahl.
- Προσθέτω 2ταμπλέτες (19γρ.) από το καταλύτη.
- Προσθέτω 20ml πυκνό H₂SO₄ με τρόπο ώστε να διαβρέχονται τα τοιχώματα του σωλήνα(σε περίπτωση που υπάρχει σκόνη στα τοιχώματα από το δείγμα).
- Μεταφέρουμε τη φιάλη στη συσκευή πέψης , η συσκευή έχει προηγουμένως μπει σε λειτουργία ώστε η θερμοκρασία πέψης να φτάσει στο μέγιστο. Για τη συσκευή πέψης Buchi ο διακόπτης πρέπει να είναι στην αρχή, στην κλίμακα 10 για 20 λεπτά της καύσης. Και μετά στην 8.
- Κατά τη διάρκεια της υγρής καύσης το δείγμα χρωματίζεται βεραμάν και από τη στιγμή αυτή το αφήνουμε για άλλα 20λεπτά οπότε ολοκληρώνετε η διαδικασία της καύσης .

ΑΠΟΣΤΑΞΗ.

- Ανοίγουμε το νερό.
- Ανοίγουμε το διακόπτη του μηχανήματος.
- Η αποστακτική συσκευή ρυθμίζεται ώστε να προστεθεί στο δείγμα 70ml NaOH 40% για να δημιουργηθεί αλκαλικό περιβάλλον.
- Ρυθμίζουμε την αποστακτική συσκευή ώστε να προστίθεται 50ml H₂O.
- Ρυθμίζουμε την αποστακτική συσκευή ώστε να προστίθεται H₃BO₃
- βάζουμε το χρονόμετρο της συσκευής στο 4min.
- Με τα πλήκτρα επιλέγουμε την επιλογή Cleanig και πατάμε το κουμπί . αυτό επαναλαμβάνεται τρεις φορές.
- Κάνουμε απόσταξη σε τρία τυφλά (ποσότητα 10ml απιονισμένο νερό και σε τρία standard NH₄-N (100ppm) (ποσότητα 10 ml). Με τον τρόπο αυτό θα ελέγξουμε το standard NH₄-N διαλύματος .
- Ακολουθεί η απόσταξη των δειγμάτων των 2 Blank καθώς και τρία reference διαλύματος (0,400γρ phenylanime :8,475%N. Στα Blank δεν έχουμε φυτικό ή εδαφικό υλικό.
- Για κάθε standard, τυφλό, δείγμα blank και reference τοποθετούμε στη συσκευή για τη συλλογή του αποστάγματος 1 κωνική φιάλη των 250 ml που περιέχει 25 ml H₃BO₃ 4%.
- Πριν να κλείσουμε τη συσκευή, επαναλαμβάνουμε τον καθαρισμό του μηχανήματος 2-3 φορές και κλείνουμε το νερό.
- Ογκομέτρηση με H₂SO₄ 0,05N.

5.1. 2. 3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.

Στης μικροβιολογικές έρευνες είναι σημαντικό να ξέρουμε την περιεκτικότητα υγρασίας στα εδαφικά δείγματα με την προϋπόθεση ότι η μέτρηση του μικροβιολογικού πληθυσμού μεταφράζεται ανά γραμμάριο του ξηρού εδάφους. Προσδιορίζεται με την ξήρανση ενός δείγματος σε

φούρνο(για μια νύχτα) ή παίρνουμε 10 γραμμάρια εδάφους και το έχουμε στο φούρνο 4 ώρες σε 105 C .

$$W = (a - b) 100 / (c - b) \quad \text{οπού:}$$

W – το ξηρό βάρος του εδάφους.

a – το βάρος του νωπού εδάφους.

b - το βάρος του δοχείου με το έδαφος.

c – το ξηρό βάρος του δείγματος.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ pH ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ .

Ο προσδιορισμός του pH του εδάφους γίνεται στο εργαστήριο είτε με τους δείκτες (χρωματομετρικά), είτε με το pH – μετρό (ηλεκτρομετρικά). Στη πρώτη περίπτωση για την μέτρηση της οξύτητας ή αλκαλικότητας του εδάφους χρησιμοποιούνται ειδικά χαρτάκια ως δείκτες pH ,ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία. Ρίχνουμε 50 γραμμάρια εδάφους μέσα σε ένα ποτήρι των 100 ml ,το οποίο περιέχει 50 ml. αποσταγμένο νερό (αναλογία έδαφος \ νερό 1 : 1) και βάζουμε το δείκτη pH. Ανάλογα με το χρώμα που παίρνει ο δείκτης βρίσκουμε την το pH του εδάφους (πίνακας 3).

Πίνακας 3. Χρωματικοί δείκτες .

Δείκτης	pH	Χρώμα
Κόκκινο του μεθυλίου	4,2 – 6,3	Κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο.
Φαινολφθαλείνη	8,3 – 10,0	Άχρωμο, ροζ, κόκκινο.
Ηλιανθίνη	3,1 – 4,4	Κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο.
Γαλάζιο βρωμισοθυμόλης	6,0 – 7,6	Κόκκινο, πράσινο, γαλάζιο.

Για την μέτρηση της οξύτητας ηλεκτρομετρικά με pH μέτρο συνήθως αναμειγνύουμε 20 g. εδάφους με 20 αποσταγμένο νερό (1: 1). Το διάλυμα αυτό που βρίσκεται στο ποτήρι των 100ml, το αφήνουμε για μία ώρα. Εναλλακτικά μπορεί να ετοιμαστεί μία "πάστα" από 50g εδάφους και λίγο νερό ώστε να σχηματίζεται μια παχύρρευστη μάζα. Μετά από την ρύθμιση του pH μέτρου γίνεται η μέτρηση της οξύτητας ή αλκαλικότητας.

5. 3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω η μελέτη των εδαφικών μικροβιολογικών κοινοτήτων είναι σημαντική από την άποψη ότι έχουν άμεση σχέση με την γονιμότητα του εδάφους, καθώς λαμβάνουν μέρος σε διάφορες φυσικές διεργασίες, όπως στη δέσμευση του αζώτου, στη νιτροποίηση, στην απονιτροποίηση , στον κύκλο του άνθρακα, συμμετέχουν στην δέσμευση του οργανικού άνθρακα, στην απελευθέρωση του CO₂ και πολλά άλλα .

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μικροχλωρίδας του εδάφους που πρέπει να μελετηθούν σε αυτή την περίπτωση είναι τα εξής :

1. Η ποικιλία των μικροοργανισμών (μέχρι και το γένους), η περιεκτικότητα των διαφόρων ομάδων μικροοργανισμών (μύκητες , βακτήρια , ακτινομύκητες , φύκη , πρωτόζωα , ιοί) στο έδαφος.
2. Η επικράτηση του ενός ή του άλλου μικροοργανισμού .
3. Ποσότητα της αντίστοιχης «βιομάζας».
4. Η μεταβολικές δραστηριότητές του εδαφικού πληθυσμού, (Η αναπνευστική και ενζυμική τους δραστηριότητα) .

5.4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (COLONY FORMING UNITS - CFU).

Επειδή ο αριθμός των μικροοργανισμών δεν είναι σταθερός και επηρεάζεται από το περιβάλλον, πρωτίστως γίνεται η εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού στο συγκεκριμένο έδαφος, αυτή βοηθά να βγάλουμε συμπεράσματα για τις συνθήκες, κάτω από τις οποίες αυξάνεται ή μειώνεται ο πληθυσμός τους.

Ο αριθμός και η ποικιλομορφία του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού, η περιεκτικότητα των διαφόρων φυσιολογικών κατηγοριών μικροοργανισμών, ιδίως αυτών που συμμετάσχουν στις διάφορες διεργασίες σχετικές με την γονιμότητα του εδάφους (μύκητες, βακτήρια, ακτινομύκητες, φύκι, πρωτόζωα, ιοί) υπολογίζετε με την μέθοδο μέτρησης του αριθμού βιώσιμων μονάδων ή αριθμού ζωντανών μικροβίων (Total viable count). Στην ουσία γίνεται μέτρηση του συνολικού αριθμού των μικροβιακών πληθυσμών (Colony forming units - CFU), ικανών να σχηματίζουν αποικίες *in vitro* πάνω σε θρεπτικά υποστρώματα.

Οι ομάδες που απομονώθηκαν και καταμετρήθηκαν κατά την έρευνα είναι: τα βακτήρια (αερόβια), οι μύκητες, ακτινομύκητες, οι ομάδες των μικροοργανισμών, όπως οι αμμωνιοποιητές, νιτροποιητές, αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας, που είναι υπεύθυνα για διάφορες διεργασίες που γίνονται στο έδαφος.

Οι διαδικασίες εκτελέσεις.

Για την παρασκευή του εδαφικού διαλύματος ακολουθείται μια κοινή διαδικασία διαδοχικής αραιώσης του εδαφικού δείγματος. Για την μηχανική αραιώση και την δημιουργία του πρωταρχικού διαλύματος στα 10 g εδάφους προσθέτουμε 90 ml διαλύματος. Ως μέσο αραιώσεως των δειγμάτων εδάφους για λόγους μικροσκοπικής καταμέτρησης, χρησιμοποιείται νερό ή ένα από τα παρακάτω μέσα, όπως το νερό με 0,1 % πεπτόνης, το φωσφορικό Ρυθμιστικό διάλυμα ή το διάλυμα Ringer.

Ακολουθεί μια σειρά αραιώσεων του πρωταρχικού διαλύματος (1 : 10), από το οποίο μεταφέρεται αρχικά 10 ml διαλύματος (εναιωρήματος) σε φιάλη (τον 250 ml) με 90ml νερό ή εναλλακτικά 1ml διαλύματος σε 10ml διαλύματος (νερό ή άλλο μέσο). Με τον ίδιο τρόπο αραιώνονται τα επόμενα δείγματα, παίρνοντας πάντα 10 ml (ή 1 ml) από το προηγούμενο εναιώρημα και το μεταφέρουμε σε καθαρή φιάλη με 90 ml.(ή 10 ml) υγρού μέσου. Η διαδικασία αραιώσης επαναλαμβάνεται, ανάλογα με της απαιτήσεις της έρευνας από 10^{-3} έως 10^{-8} (1 : 5 ή 1 : 10).

Μια σημαντική λεπτομέρεια της διαδικασίας της αραιώσης είναι η ανάδευση παρασκευαζόμενων διαλυμάτων. Ειδικά τα πρωταρχικά διαλύματα πρέπει να υποστούν ισχυρή ανάδευση. Δεύτερον όλα τα χρησιμοποιούμενα σκευή πρέπει να είναι πολύ καθαρά. Για αυτό το λόγω αυτά αποστειρώνονται σε κλίβανους ή πλένονται με οξύ.

Εμβολιασμός του στερεού θρεπτικού μέσου:

Το αραιωμένο εδαφικό διάλυμα επιστρώνεται με τη διασπορά πάνω στην επιφάνεια στερεοποιημένου υποστρώματος. Ο εμβολιασμός των τριβλίων Petri με στερεό θρεπτικό υπόστρωμα πραγματοποιείται με εναπόθεση μικρής ποσότητας του εναιωρήματος (0,1 ml) των μικροοργανισμών. Το εμβόλιο από κάθε αραιωμένο δείγμα εδάφους, ξεκινώντας από την αραιώση 10^8 έως 10^{-3} , ή 10^{-2} , ανάλογα με της έρευνας διανέμεται ομοιόμορφα πάνω σε στερεοποιημένη επιφάνεια του υποστρώματος με την βοήθεια της γυάλινης ράβδου.

Θρεπτικά υποστρώματα:

Για την εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού (μετά από διαδοχικές αραιώσεις του εδαφικού δείγματος) χρησιμοποιήσαμε θρεπτικά υποστρώματα όπως το Tryptic soy agar (Martin 1975), Nutrient Agar (NA), Streptom. Rose Bengal Agar (SRBA),(Martin 1950), και το Starch – casein Agar (SKA), (Kyster and Williams 1966), για την καταμέτρηση του ολικού αριθμού βακτηρίων, μυκήτων, ακτινομυκήτων αντίστοιχα.

Επώαση των εδαφικών δειγμάτων.

Η επώαση των τρυβλίων με καλλιέργειες γίνεται συνήθως από 3 έως 7 μέρες σε κατάλληλες συνθήκες ανάπτυξης σε 28° -30° C. (μερικές φορές 35°C).

Η καταμέτρηση των μικροβιακών αποικιών πάνω σε στερεά θρεπτικά υποστρώματα.

Μετά από τον απαιτούμενο χρόνο επώασης γίνεται η καταμέτρηση των αποικιών που έχουν αναπτυχθεί στα τριβλία Petri πάνω στα στερεά θρεπτικά υποστρώματα. Η καταμέτρηση των αποικιών διευκολύνεται με το ειδικό καταμετρητή ή με στερεοσκόπιο. Τα τριβλία Petri με τις αποικίες με πλούσια θρεπτικά υποστρώματα εξετάζονται με κλειστό καπάκι συνήθως στο φως και οι αποικίες σηματοδοτούνται με στυλό στην εξωτερική πλευρά του τριβλίου. Ο αριθμός βιώσιμων κυττάρων εκφράζεται ανά ml αρχικής καλλιέργειας ή ανά γραμμάριο ξηρού εδάφους.

Ο υπολογισμός του αριθμού μονάδων (cfu) γίνεται από τον τύπο

$$\text{Number of cfu g}^{-1} \text{ soil dw} = \left(\frac{\text{Mean count}}{\text{Dry weight soil}} \right) * \left(\frac{\text{Dilution factor}}{\text{initial dilution}} \right)$$

5.5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ, ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.

Σε περισσότερες περιπτώσεις στις μελέτες που αφορούν το έδαφος το μείζον θέμα δεν είναι η απαρίθμηση του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού, αλλά η εκτίμηση της βιολογικής δραστηριότητας του, πάνω στο οποίο βασίζεται η καλή κατάσταση και η γονιμότητα της γης.

Οι μεταβολικές δραστηριότητες του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού είναι μια αξιόλογη απόδειξη της καλής λειτουργίας των μικροοργανισμών του εδάφους. Από τους διάφορους τρόπους έμμεσης εκτίμησης της μεταβολικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών προτιμήσαμε την

μέτρηση της εδαφικής μικροβιακής αναπνοής με την μέθοδο της έκλυσης του διοξειδίου του άνθρακα - CO₂.

Εργαστηριακή μέθοδος μέτρησης της έκλυσης του διοξειδίου του άνθρακα.

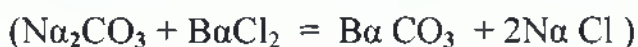
Με την προϋπόθεση ότι στο χώμα καθαρό από τα φυτικά υπολείμματα το διοξείδιο του άνθρακα που εξάγεται θα είναι αποκλειστικά από τους αερόβιους μικροοργανισμούς η εκτίμηση του μπορεί να χαρακτηρίζει την δραστηριότητα των μικροοργανισμών.

Υλικά

- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, NaOH, 0.3M. για την παγίδευση του εκλυόμενου CO₂. Για να ετοιμάσουμε 0.3M διαλύουμε 12 g υδροξείδιο του νατρίου, (NaOH) σε 250 mL. αποσταγμένου νερού και μετά την ψύξη ανάγουμε το διάλυμα μέχρι 1L.



- Διάλυμα Χλωριούχου βαρίου, BaCl₂ 1M. (Για να ετοιμάσουμε 1M διαλύουμε 61g Χλωριούχου βαρίου, (BaCl₂ 2H₂O) σε αποσταγμένου νερού και μετά την ψύξη ανάγουμε το διάλυμα μέχρι 250 mL.).



- Υδροχλωρικό οξύ, HCl, 0.1N για τιτλοδότηση της περίσσειας υδροξειδίου του νατρίου (NaOH).



- Δείκτης Φαινολοφθαλείνη. Διαλύουμε 1 g Φαινολοφθαλείνης σε 100 mL αιθανόλης.

Η διαδικασία εκτέλεσης:

Το εξεταζόμενο χώμα πριν την έρευνα κοσκινίζεται με κόσκινο τον 2 mm.

Το πείραμα είναι απαραίτητο να έχει το λιγότερο τρεις επαναλήψεις για κάθε επέμβαση.

Για την εκτίμηση της έκλυσης του διοξειδίου του άνθρακα ή της βασικής αναπνοής (**Rbas**), και της αναπνοής μετά από την πρόσθεση στο έδαφος

του ενεργητικού υλικού – 1% διάλυμα γλυκόζης (Rsir) στο εργαστήριο χρησιμοποιείται ένα πλαστικό δοχείο με ερμητικό καπάκι. Στο πάτωμα του δοχείου τοποθετούνται δυο μικρά δοχεία, αντίστοιχα με 10 mL νερό και 20 mL διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου, (NaOH) 0.3M, η οποία χρησιμεύει για την παγίδευση του εκλυόμενου κατά την αναπνοή των μικροοργανισμών διοξειδίου του άνθρακα. Προσθέτουμε 50 g νωπό εδάφους. Η υγρασία του εδάφους συμπληρώνεται μέχρι 60% του υδατοκορεσμού. Τα δοχεία κλείνονται ερμητικά και επωάζονται από 3, έως 7 ημέρες σε θερμοκρασία 23 – 25°C. Στο τέλος κάθε διαστήματος γίνεται αντικατάσταση της «παγίδας αλκάλειας», ενώ η προηγούμενη παγίδα, δηλαδή το δοχείο με υδροξειδίου του νατρίου, χρησιμοποιείται για την μέτρηση του δεσμευμένου διοξειδίου του άνθρακα. Αμέσως μετά το άνοιγμα του δοχείου προσθέτουμε στην « παγίδα αλκάλειω » 2 mL διάλυμα Χλωριούχου βαρίου, (BaCl₂), 6 - 10 σταγόνες του δείκτη Φαινολοφθαλείνης. Το διάλυμα μεταφέρεται σε κωνική φιάλη των 250 mL προσθέτουμε 10 mL νερό, και κατόπιν, γίνεται η τιτλοδότηση της περίσσειας υδροξειδίου του νατρίου, με το Υδροχλωρικό οξύ (HCl) 0.1M μέχρι την εξαφάνιση του κόκκινου χρώματος.

Ως «τυφλά» ή μάρτυρες χρησιμοποιούνται παγίδες αλκάλειας επωασμένες σε κενά βάζα, δηλαδή χωρίς χόμα. Για κάθε περίπτωση με το μάρτυρα ακολουθείται η ίδια με το πειραματικό δείγμα μεταχείριση (επώαση και τιτλοδότηση) και τα mL του Υδροχλωρικού οξέ, (HCl) αποτελούν τα mL του μάρτυρα. Ακόμα στο πείραμα προτιμότερο είναι να χρησιμοποιείται μια επέμβαση όπου το χόμα αντικαθιστάτε με την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στην ύγρανση του εδαφικού δείγματος. Δηλαδή ως μάρτυρας χρησιμοποιείται το βάζο χωρίς δείγμα χόματος, αλλά να είχε την ποσότητα νερού ίση με το 60% του υδατοκορεσμού του εδαφικού δείγματος και όπως διποτε να περιέχει το διάλυμα για την παγίδευση του εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα CO₂, το υδροξειδίου του νατρίου, (NaOH), 0.3M.

Ο προσδιορισμός του διοξειδίου του άνθρακα μεταφράζεται σε mg/g ξηρού εδαφικού βάρους.

Για το προσδιορισμό διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μετράμε την διαφορά (X) μεταξύ της ποσότητας του Υδροχλωρικού οξέος (HCl) 0.1N που καταναλώθηκε για την τιτλοδότηση της περίσσειας υδροξειδίου του νατρίου, (NaOH) του δείγματος και εκείνη του μάρτυρα («τυφλό» δείγμα).

Το μεταβολικό_πηλίκιο_ (Metabolic quotient qCO₂), στην ερευνά μας υπολογίζεται ως σχέση $qCO_2 = R_{\text{basal}} / R_{\text{SIR}}$, σύμφωνα με Anderson. 1982, Wardle & Parkinson 1990, και Anderson & Domsch 1993.

5.6 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ. (W.R. HORWATH, E.A. PAUL. 1994).

Για τον προσδιορισμό της μικροβιακής βιομάζας (microbial biomass - C mic) ευρέως χρησιμοποιείται η μέθοδος απολύμανσης με ατμούς χλωροφορμίου (Chloroform Fumigation Extraction Method CFE) τους Vance 1987 και Wu 1990, W.R. Horwath and E.A. Paul (1994). Τα εδαφικά δείγματα επωάζονται για ένα χρονικό διάστημα με ατμούς του χλωροφορμίου σε ερμητικά κλειστό δοχείο. Πρέπει να έχουμε για κάθε επέμβαση υποχρεωτικά 3 δείγματα των 20g. Το ένα από αυτά θα χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της υγρασίας με γνωστούς μεθόδους, το δεύτερο για τον προσδιορισμό του % οργανικού C, πριν την απολύμανση και μόνο στο τρίτο δείγμα θα χρησιμοποιηθεί το χλωροφόρμιο (CHCl₃) στη συνέχεια ο προσδιορισμός του % οργανικού C μετά την απολύμανση.

Για την απολύμανση χρησιμοποιείται ένας ξηραντήρας με στρόφιγγα, η οποία συνδέθηκε με αντλία για αφαίρεση του αέρα, ενώ στη βάση του ξηραντήρα τοποθετήθηκε γυάλινο δοχείο με 30 ml CHCl₃ απαλλαγμένο αλκοόλης. Πάνω στη βάση και στα πλαϊνά του ξηραντήρα τοποθετείται βρεγμένο διηθητικό χαρτί με τρόπο ώστε να παραμένουν ανοιχτές οι

τρύπες της βάσης για να μπορεί να γίνει η διέλευση του χλωροφορμίου, και για την διατήρηση της υγρασίας των δειγμάτων. Τα δοχεία με τα εδαφικά δείγματα (, εκτός από τα δείγματα που θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του % οργανικού C, πριν την απολύμανση) τοποθετούνται στον ξηραντήρα με σκοπό τη διατήρηση της υγρασίας των δειγμάτων, και για να είναι αεροστεγές το σύστημα το καπάκι κλείνει ερμητικά με την χρησιμοποίηση της σιλικόνης. Στη συνέχεια με τη χρήση της αντλίας αναιρείται ο αέρας, ώστε να επέλθει κορεσμός των δειγμάτων με τους ατμούς του χλωροφορμίου. Στην κατάσταση αυτή του κορεσμού τα δείγματα έμειναν μέχρι και 64 ώρες. Μετά από την επώαση τα εδαφικά δείγματα αποσύρονται από το ξηραντήρα και γίνεται η εκχύλιση με 50ml του 0.5M K₂SO₄ για κάθε δείγμα, μετά από ανακίνηση 30 λεπτά και φυγοκέντρηση στις 2000 στροφές για 15 λεπτά. Το εκχύλισμα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του % οργανικού άνθρακα C με την μέθοδο του Nelson & Sommers 1982.

Η διαδικασία εκχύλισης και ο προσδιορισμό του % οργανικού C, στα δείγματα που δεν απολυμάνθηκαν είναι εντελώς ίδια με τα υπόλοιπα εδαφικά δείγματα στα οποία έγινε η απολύμανσης με ατμούς χλωροφορμίου.

Ο υπολογισμός του άνθρακα της μικροβιακής βιομάζας γίνεται από την σχέση (Vance et al., 1987).

$$\%C_{mic} = \% C (\text{μετά την εκχύλ.}) - \% C (\text{πριν την εκχύλ.}) * K$$

όπου

$\% C (\text{μετά την εκχύλ.}) - \% \text{ολικός οργανικός άνθρακας μετά την απολύμανση και επώαση}$

$\% C (\text{πριν την εκχύλ.}) - \% \text{ολικός οργανικός άνθρακας πριν την απολύμανση. } K = 2,64$

Η μέτρηση του % ολικού οργανικού C σε αυτή την περίπτωση γίνεται, σύμφωνα με την προτεινομένη από των Nelson & Sommers (1982) μέθοδο.

Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό του C της μικροβιακής βιομάζας του υδατοδιαλυτού οργανικού C και για εδαφικά εκχυλίσματα εδαφών φτωχά σε οργανική ουσία πάνω όμως από 0,5%.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε τόσο στα δείγματα που δεν απολυμάνθηκαν, όσο και σε αυτά που εκτέθηκαν στο χλωροφόρμιο.

4 ml από το εκχύλισμα του δείγματος μεταφέρεται σε γυάλινη φιάλη έπειτα γίνεται πρόσθεση 1ml 0,0667 M K_2CrO_7 και τέλος προσθέτουμε σιγά-σιγά με συνεχή ανάδευση 5 ml πυκνού θειικού οξέος (96% H_2SO_4). Σε αυτό το στάδιο, τόσο τα δείγματα πριν την απολύμανση όσο και αυτά μετά από την διαδικασία απολύμανσης, διατηρήθηκαν σε ψυγείο στους 2° C για 5 και 3 ημέρες αντίστοιχα, αφού δεν ήταν πρακτικά δυνατή η μέτρηση τους την ίδια ημέρα της εκχύλισης τους.

5. 7 . Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ.

Η αξιολόγηση της έντασης της προσβολής του μαρουλιού από το μύκητα *Botrytis cinerea Pers.*, πραγματοποιήθηκε, προκειμένου να εξετασθεί η δυνατότητα παρεμπόδισης της φυτοπαθογόνα δράση του μύκητα από την εφαρμογή του κομπόστ σε συνδυασμό με συμβατικά και οργανικά λιπάσματα .

Η ένταση της προσβολής μετρήθηκε στα πειράματα μαρουλιού φυσικά μολυσμένα με μύκητα *Botrytis cinerea P.*, και ως κριτήριο χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός προσβεβλημένων φύλλων, καθώς και αυτών πάνω στα οποία αναπτύχθηκε η εξάνθηση από τα κονίδια του μύκητα.

Η ένταση των συμπτωμάτων της ασθένειας στο προσβεβλημένα φύλλα εκφράστηκε ανάλογα με το επίπεδο προσβολής τους σε κλίμακα από 0 – 4, όπου 0 – φύλλα της βάσης χωρίς σύμπτωμα, 1 – με κηλίδα σήψης 1 – 5 mm, 2- με κηλίδα σήψης 6 – 10 mm, 3 – με κηλίδα σήψης 1 – 15 mm, 4 – με κηλίδα σήψης μεγαλύτερη από 15mm.

Η καταγραφή της έντασης της ασθένειας έγινε λίγο πριν την συγκομιδή του φυτού.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την γέμιση των υπό έρευνα δοχείων παρουσιάζονται στο πίνακα 4.

Πίνακας 4. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα (Η Φυτικοχημική ανάλυση του εδάφους πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Εδαφολογίας του ΤΕΙ Καλαμάτας).

Φυσικοί και χημικοί παράμετροι του εδάφους. (επιφανειακό στρώμα - 0 – 30 cm)		
1	Οργανική ουσία	3,09 % επαρκώς εφοδιασμένο
2	Ολικό άζωτο N.	0,31 %
3	Ολικό φώσφορο	Olsen, 6,7 ppm φτωχό
4	Αφομοιώσιμο κάλιο	1,09 me/100g, πλούσιο
5	Ανταλλάξιμο ασβέστιο	25,8 me/100g πλούσιο
6	Μαγνήσιο	1,1 me/100g πλούσιο
7	pH εδάφους.	7,9 μέτρια αλκαλικό
8	(EC₂₅	847 μS/cm, κανονικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας
9	(SiL	μέσης μηχανικής σύστασης
10	CaCO₃	9,43 % πλούσιο

Το έδαφος, για την γέμιση των δοχείων πάρθηκε από το αγρόκτημα του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας το οποίο βρίσκεται στο Ασπρόχωμα της περιοχής της Μεσσηνίας. Το επιφανειακό στρώμα (0-30cm) του εδάφους χαρακτηρίζεται ως (SiL) μέσης μηχανικής σύστασης, μέτρια αλκαλικό (pH=7,9), κανονικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας ($EC_{25}: 847 \mu S/cm$) πλούσιο σε $CaCO_3$ (9,43%) επαρκώς εφοδιασμένο σε οργανική ουσία (3,09%), με ολικό άζωτο (0,31%), φτωχό σε φώσφορο (Olsen 6,7 ppm), πλούσιο σε αφομοιώσιμο κάλιο (1,09 me /100 g), ανταλλάξιμο ασβέστιο (25,8 me/100g) και μαγνήσιο (1,1 me /100g).



Εικόνα 9. Το κομπόστ από απόβλητα ελαιοτριβείων που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα (αριστερά), και το έδαφος των πειραματικών δοχείων (δεξιά).

Επίδραση του κομποστ σε συνδυασμό με τα λιπάσματα στη νωπή και ξηρή βιομάζα του φυτού.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του νωπού και ξηρού βάρους του φυτού παρουσιάζονται στο πίνακα 4. Η εφαρμογή του κομπόστ στο έδαφος σε συνδυασμό με συμβατική λίπανση ευνόησε σημαντικά την αύξηση της υπέργειας νωπής και ξηρής βιομάζας του μαρουλιού (μέχρι και 177,53 gr / φυτό.) σε αντίθεση με τους υπόλοιπους συνδυασμούς. Οι τιμές της υπέργειας νωπής βιομάζας του μαρουλιού κυμαίνονται από 10,8 έως 177,53 gr. / φυτό. Επίσης παρατηρείται μεγάλη διακύμανση των τιμών της ξηρής βιομάζας του φυτού (πίνακας 4).



Εικόνα 10. Τα φυτά Μαρουλιού σε πειραματικά δοχεία.



Εικόνα 11. Το φυτό Μαρουλιού με έντονα συμπτώματα προσβολής. (Πηγή – Μ. Παπαδοπούλου – προσωπικό αρχείο.)

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων είχε επίδραση και η αυξημένη ανάπτυξη την ασθένειας τεφρά σήψη (παθογόνο αίτιο *Botrytis cinerea*), διότι, στις περιπτώσεις έντονης προσβολής παρατηρείτε σήψη της βάσης

του φυτού, καχεξία και μειωμένη ανάπτυξη, που οδηγεί σαφώς, στην απώλεια βάρους (εικόνα 10 και 11).

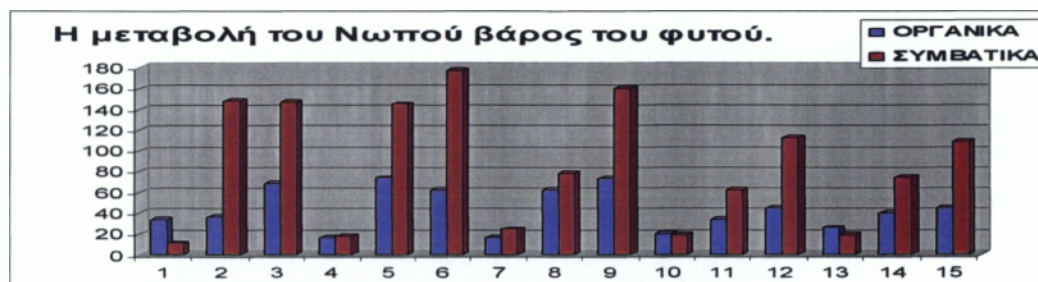
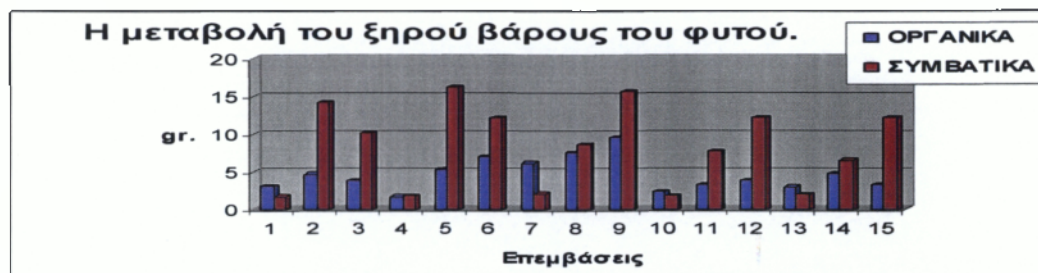
Πίνακας 4. Το νωπό και ξηρό βάρος του μαρουλιού (gr / φυτού).

	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Οργανικά λιπάσματα.		Συμβατικά λιπάσματα.	
		νωπό βάρος (gr/φ).	ξηρό βάρος (gr/φ).	νωπό βάρος (gr/φ).	ξηρό βάρος (gr/φ).
1	Μάρτυρας.	33,4	3,0	10,8	1,7
2	Μάρτυρας, χωρίς κομπόστ + N _{0,15} P _{0,10} K _{0,10}	36,2	4,64	147,58	14,17
3	Μάρτυρας, Χωρίς κομπόστ + N _{0,30} P _{0,20} K _{0,20}	67,7	3,82	146,72	10,12
4	5% κομ. + 95% έδαφος, Χωρίς λίπανση	16,7	1,74	17,53	1,8
5	5% κομ. + 95% έδαφος, N _{0,10} , P _{0,15} , K _{0,15}	73,5	5,33	144,6	16,13
6	5% κομπ. + 95% έδαφος, N _{0,30} P _{0,20} K _{0,20}	61,8	6,93	177,53	12,15
7	10% κομ. + 90% έδαφος, Χωρίς λίπανση	15,9	6,11	24,32	2,1
8	10% κομ. + 90% έδαφος N _{0,10} P _{0,15} K _{0,15}	61,8	7,5	77,99	8,63
9	10% κομ. + 90% έδαφος, N _{0,30} P _{0,20} K _{0,20}	72,86	9,52	160,22	15,61
10	15% κομ. + 85 % έδαφος, Χωρίς λίπανση	19,885	2,3525	18,705	1,82
11	15% κομ. + 85 % έδαφος, N _{0,15} P _{0,10} K _{0,10}	33,39	3,28	61,29	7,7275
12	15% κομ. + 85 % έδαφος, N _{0,30} P _{0,20} K _{0,20}	45,03	3,78	111,68	12,09
13	20% κομ. + 80% έδαφος, Χωρίς λιπάσματα.	25,38	2,9675	18,45	2,0025
14	20% κομ. + 80% έδαφος, N _{0,15} , P _{0,10} K _{0,10}	39,19	4,74	73,66	6,5075
15	20% κομ. + 80% έδαφος, N _{0,30} P _{0,20} K _{0,20}	44,312	3,28	108,12	12,1

Στο διάγραμμα 1, όπως γίνεται εμφανές ικανοποιητική αύξηση του ξηρού βάρους του φυτού σημειώθηκε στις επεμβάσεις με 5% κομπόστ. + 95% έδαφος σε συνδυασμό με συμβατική λίπανση - N_{0,30} P_{0,20} K_{0,20}, και 10% κομ. + 90% έδαφος σε συνδυασμό με συμβατική λίπανση - N_{0,30} P_{0,20} K

0.20 .

Διάγραμμα 1,2. Η μεταβολή του ξηρού και του νωπού βάρους του φυτού από την προσθήκη του κομπόστ σε συνδυασμό με συμβατικά και οργανικά λιπάσματα.



Επίδραση των διαφορών επιπέδων του κομπόστ σε συνδυασμό με λίπανση στην βιοποικιλότητα των εδαφικών μικροοργανισμών

Η συνήθη συγκέντρωση μικροοργανισμών, όπως υποστηρίζουν οι ερευνητές (Fiastas & Borja, (1992), Fiastas Rosde Ursinos. & Borja Padilla, (1992)), σε συνθήκες εφαρμογής αποβλήτων από ελαιοτριβείο μπορεί να είναι της τάσης των 10^5 / ml. Εδώ συχνά βρίσκονται τα βακτήρια του γένους *Pseudomonas*, που διασπών τα δύσκολα διασπώμενα λιπαρά και φαινολικά συστατικά, επίσης της ζύμης του γένους *Saccharomyces*, τα είδη των μυκήτων *Penicillium*, *Aspergillus*, και *Aerobacter*, *Escherichia*, *Bacillus*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Fusarium* οι μικροοργανισμοί που έχουν απομονωθεί από ελαιόκαρπο.

Στο εργαστήριο η καταμέτρηση του αριθμού διάφορων ομάδων εδαφικών βακτηρίων, μυκήτων, ακτινομυκήτων και εδαφογενών φυτοπαθογόνων πραγματοποιήθηκε in vitro με την μέθοδο των βιώσιμων μονάδων (Colony- forming units (CFU). Η απομόνωση των μικροοργανισμών από το έδαφος σε αυτή την περίπτωση πραγματοποιήθηκε με την τεχνική σειριακών αραιώσεων των εδαφικών δειγμάτων και την επίστρωσή τους σε

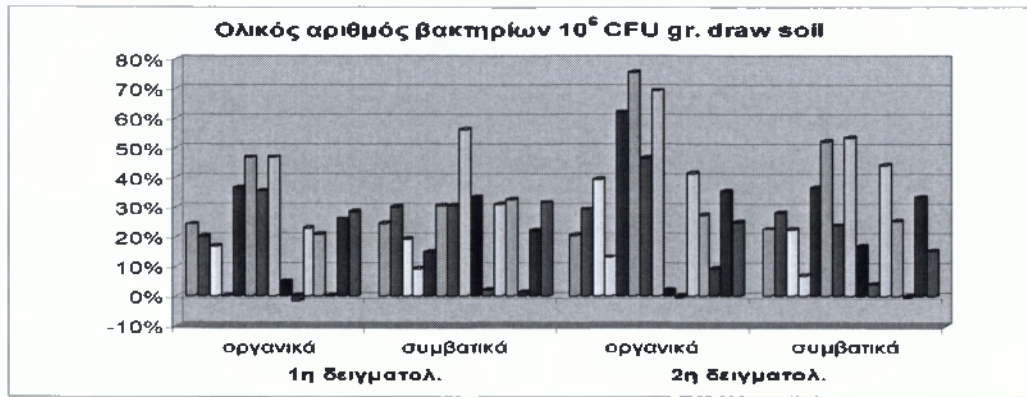
Η καταμέριση των αναπτυγμένων πάνω στα θρεπτικά υποστρώματα αποικιών δείχνει ότι ο αριθμός μικροοργανισμών ειδικά των βακτηρίων είναι αυξημένος σε εδάφη με λίπανση. Ο αριθμός των μυκήτων ανά γραμμάριο ξηρού εδάφους ήταν αυξημένος στο έδαφος με προσθήκη του κομπόστ και αζωτούχων λιπασμάτων. Αντιθέτως ο συνδυασμός του κομπόστ με οργανική λίπανση σε υψηλές δόσεις προκάλεσε ελαφρό μείωση της μικροβιακής κοινότητας.

Πίνακας 5. Θρεπτικά υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν στην απομόνωση και καταμέτρηση των εδαφικών μικροοργανισμών.

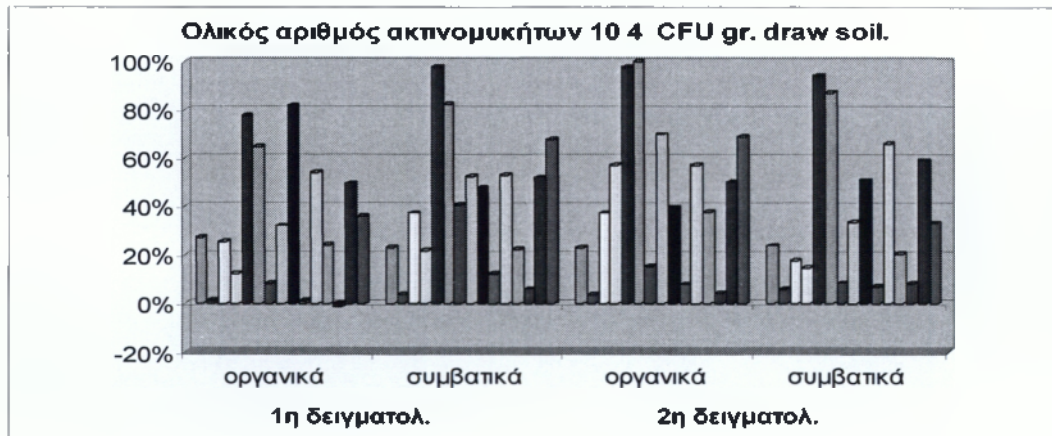
Είδος μικροοργανισμού	Θρεπτικό μέσο.		Βαθμός αραιώσης. Χρόνος επώασης
Ολικός αριθμός Μυκήτων.	SRBA - Streptom. Rose Bengal Agar +0,1mg ml ⁻¹ streptomycin,	Martin 1950	10 ³ , 10 ⁴ 22°C, 6 ημέρες
Ολικός αριθμός βακτηρίων	TSA - Tryptic soy agar.	Martin 1975	10 ⁶ , 10 ⁷ . 20 – 25°C, 2 ημέρες.
Ολικός αριθμός ακτινομυκήτων	SKA- Starch – casein Agar	Kyster and Williams 1966	10 ³ 10 ⁴ 20 -22° C, 8-10 ημέρες
<i>Botrytis cinerea</i>	Potato Dextrose Agar PDA		10 ³ – 10 ⁴ , 22° C.
<i>Botrytis cinerea</i>	Maltose Agar MA		10 ³ – 10 ⁴ , 22° C. ,

Αν και ο συνδυασμός του compost με λίπανση οργανικής προέλευσης σε υψηλές δόσεις προκάλεσε ελαφρό μείωση της μικροβιακής κοινότητας, αλλά και αύξηση του αριθμού τους στα εδαφικά δείγματα στο τέλος της βλαστικής περιόδου του φυτού ξενιστή (Διάγραμμα 2, 3, 4).

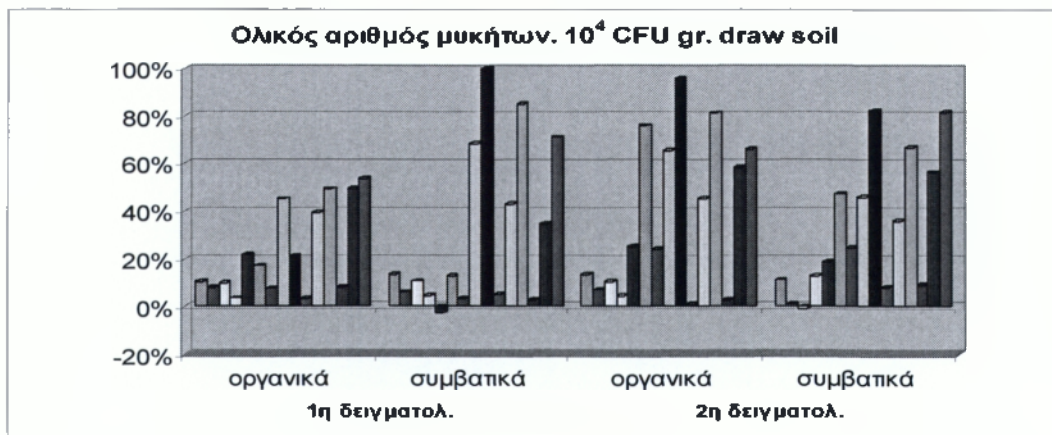
Διάγραμμα 2. Η επί της 100 % μεταβολή, στα εδαφικά δείγματα του αριθμού των βακτηρίων σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς λίπανση).



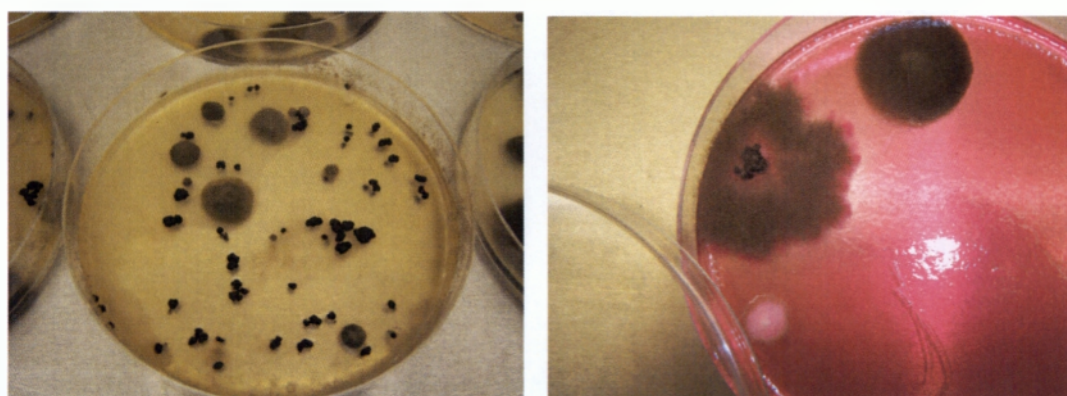
Διάγραμμα 3. Η επί της 100 % μεταβολή, στα εδαφικά δείγματα του αριθμού των ακτινομυκήτων σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς λίπανση).



Διάγραμμα 4. Η επί της 100 % μεταβολή, στα εδαφικά δείγματα του αριθμού των μυκήτων σε σχέση με το μάρτυρα (χωρίς λίπανση)



Και οι άλλοι ερευνητές (Ayers, Adams 1981. Argeiti, et. al. 2001;) έδειξαν ότι το κομπόστ είναι ευεργετικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη της εδαφικής μικροχλωρίδας. Συμφωνούν ότι η εφαρμογή του κομπόστ στο έδαφος βελτιώνει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και η συνεχής παροχή οργανικής ουσίας δημιουργούν ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξή τους. Επίσης η παρουσία του κομπόστ καθυστέρησε το σχηματισμό των σκληρωτίων του παθογόνου μύκητα *Botrytis cinerea* Pers, σε in vitro καλλιέργειες. Σημαντικό, αν λάβουμε υπόψη ότι ο μύκητας διατηρείται στο έδαφος με μορφή σκληρωτίων (εικόνα 12).



A

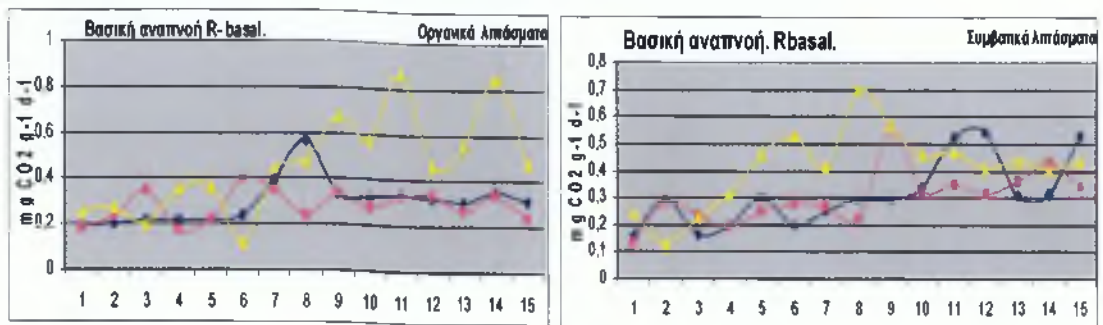
B

Εικόνα 12. Τα κονίδια και σκληρώτια του μύκητα *Botrytis cinerea* που απομονώθηκαν από το έδαφος σε τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα A. - PDA και B. - SRBA – φαίνονται η βλάστηση των σκληρωτίων. (Πηγή – Μ. Παπαδοπούλου - προσωπικό αρχείο, Ιδία ερασιτεχνική λήψη)

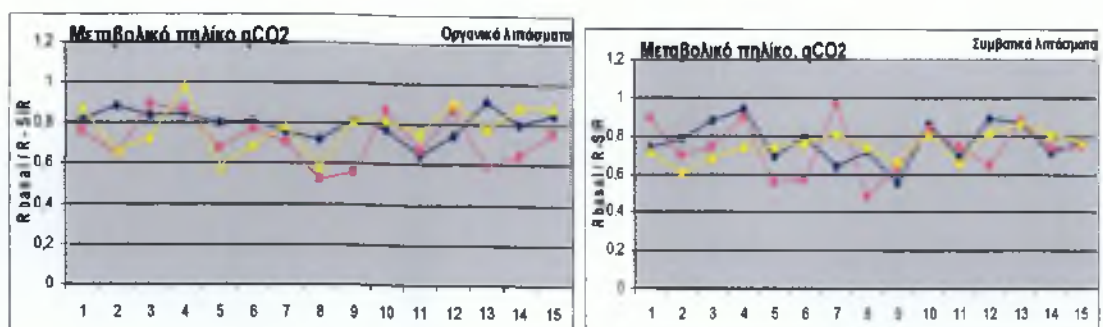
Μικροβιακή βιομάζα και μικροβιακή δραστηριότητα των εδαφικών μικροοργανισμών.

Σε συνθήκες εργαστηρίου έγινε η εκτίμηση της επίδρασης του κομπόστ, όταν εφαρμόζεται στο έδαφος, είτε με τα οργανικά, είτε με τα ανόργανα λιπάσματα, στην μικροβιακή βιομάζα και την δραστηριότητα της εδαφικής μικροχλωρίδας.

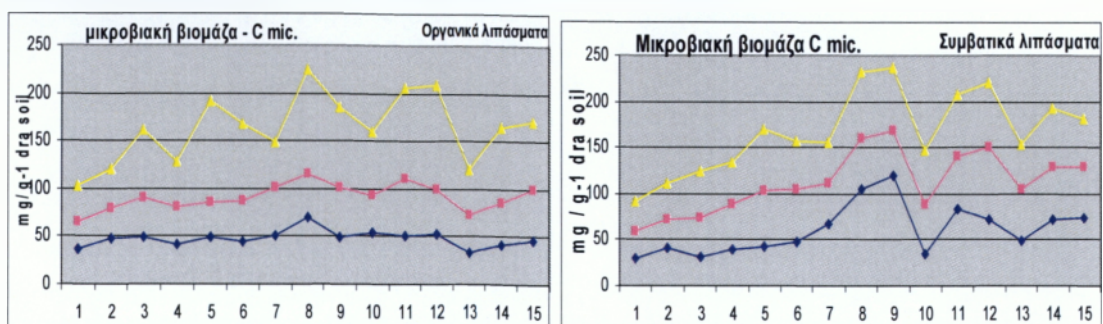
Διάγραμμα 5. Η μεταβολή της μικροβιακής αναπνευστικής δραστηριότητας ($R_{\text{basal}} - \text{mg CO}_2 - \text{C g}^{-1} \text{d}^{-1}$), κατά την εφαρμογή: κομπόστ + οργανικά και κομπόστ + συμβατικά λιπάσματα.



Διάγραμμα 6. Η μεταβολή του λόγου $-q \text{ CO}_2 = R_{\text{basal}} / R_{\text{SIR}}$, κατά την εφαρμογή: του κομπόστ + οργανικά και κομπόστ + συμβατικά λιπάσματα.



Διάγραμμα 7. Η μεταβολή της εδαφικής μικροβιακής βιομάζας (C_{mic} , mg g^{-1} dry soil), σε εδαφικά δείγματα με κομπόστ σε συνδυασμό με οργανική (αριστερά) και συμβατική (δεξιά) λίπανση.



Για την μελέτη της επίδρασης αυτών των εξωτερικών παραγόντων στην εδαφική μικροχλωρίδα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης της μικροβιακής βιομάζας C_{mic} (fumigation –extraction method Vance 1987 και Wu 1990), της βασικής εδαφικής αναπνοής και της εδαφικής

αναπνοής, μετά από την προσθήκη του ενεργητικού υλικού. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διαγράμματα 5, 6, 7.

Παρατηρήθηκε μια αύξηση εδαφικής αναπνοής σε επεμβάσεις με υψηλά επίπεδα του κομπόστ (διάγραμμα 5). Πιστεύεται, ότι η μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών υπό διαφορετικά συστήματα διαχείρισης του εδάφους οφείλεται, στην μεγάλη συγκέντρωση της οργανικής ουσίας στα εδαφικά δείγματα ή μπορεί να είναι μια ένδειξη της αντίδρασής τους στην αλλαγή του περιβάλλοντος. Η θετική ή αρνητική διακύμανση της εδαφικής μικροβιακής δραστηριότητας πιθανών εξαρτάτε από την αλλαγή στην ισορροπία των θρεπτικών συστατικών, στην αναλογία κομπόστ / έδαφος και το συνδυασμό της με την λίπανση, δηλαδή από την αναλογία οργανικής ουσία στην μικροβιακή βιομάζα, C_{org}/C_{mic} και το λόγος άνθρακα / άζωτο C/N , που δημιουργήθηκε κατά του πείραμα. Το μεταβολικό πηλίκο (qCO_2), σύμφωνα με το Anderson, Domsch (1990) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της αντίδρασης των μικροοργανισμών στο στρες και αντανακλά την ικανότητα τους στην μετατροπή οργανικού C σε μικροβιακή βιομάζα. Στα εδαφικά δείγματα, μετά την προσθήκη διάφορων επιπέδων κομπόστ σε συνδυασμό με οργανικά, και συμβατικά λιπάσματα (διάγραμμα 6) η τιμές του μεταβολικού πηλίκου των τριών δειγματοληψιών, κυμαίνονται από 0,52 – 0,99 στις επεμβάσεις με οργανικά και 0,48 – 0,97 συμβατικά λιπάσματα. Οι μικρότερες τιμές του qCO_2 παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις 5% κομπόστ / 95% έδαφος + $N_{0,15}P_{0,10}K_{0,10}$ και 10 % κομπόστ / 90% έδαφος $N_{0,15}P_{0,10}K_{0,10}$, εξαιτίας του υψηλού R_{SIR} σε αυτές της επεμβάσεις σε σχέση με το R_{basal} . Σε συνθήκες μη ευνοϊκές όπως είναι ο συνδυασμός του κομπόστ με λίπανση για την ανάπτυξη του μικροβιακού πληθυσμού η τιμή του qCO_2 αυξάνεται έως 0,75 - 0,99 και χαρακτηρίζουν την μειωμένη αύξηση της βιομάζας.

Η μικροβιακή βιομάζα (Cmic) στα εδαφικά δείγματα γενικά αυξήθηκε στο τέλος της βλαστικής περιόδου του μαρουλιού (70ημέρες). Η ποσότητα της εδαφικής μικροβιακής βιομάζας (διάγραμμα 7) στις μεταχειρίσεις με υψηλές συγκεντρώσεις κομπόστ παρέμενε σχεδόν στα ίδια επίπεδα σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ σε συνδυασμό με τα συμβατικά λιπάσματα ήταν υψηλότερη, στα δείγματα της πρώτης δειγματοληψίας προφανώς λόγω πιο ισορροπημένης αναλογίας οργανικού άνθρακα και αζώτου. Ως τόσο στα εδαφικά δείγματα της επόμενης δειγματοληψίας παρατηρήθηκε μείωση της μικροβιακής βιομάζας. Ακριβός το αντίθετο συνέβη στα εδαφικά δείγματα που πάρθηκαν από επεμβάσεις κομπόστ + οργανικά λιπάσματα. Η αύξηση της μικροβιακής βιομάζας πιθανός οφείλεται στην υψηλή ακόμα οργανική ουσία ή στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών ικανών για την αποσύνθεση της παρούσας οργανικής ουσίας αυτής που έχει εισαχθεί στο πείραμα.

Αξιολόγηση της επίδρασης της εφαρμογής του κομπόστ σε συνδυασμό με την λίπανση στην εξέλιξη της ασθένειας «τεφρά σήψη» και στο παθογόνο μύκητα *Botrytis cinerea Pers*

Εξετάστηκε η δυνατότητα παρεμπόδισης της φυτοπαθογόνα δράσης του μύκητα του γένους *Botrytis* με την προσθήκη στο έδαφος του κομπόστ από απόβλητα ελαιοτριβείων. Η εκτίμηση της έντασης της προσβολής των υπό εξέταση φυτών από το μύκητα *Botrytis cinerea Pers.*, πραγματοποιήθηκε με κριτήρια του αριθμού και του βαθμού των προσβεβλημένων φύλλων, καθώς και του αριθμού αυτών πάνω στα οποία αναπτύχθηκε η εξάνθηση από τα κονίδια του μύκητα.

Τα πειραματικά δοχεία μαρουλιού ήταν φυσικά μολυσμένα με μύκητα.

Botrytis cinerea Pers., που πρόσβαλε τα φυτά σε μεγάλο βαθμό και προκάλεσε την σήψη της βάσης και των φύλλων του μαρουλιού από την νεαρή ηλικία. Την ανάπτυξη της ασθένειας ευνοούσαν η σχετικά χαμηλές

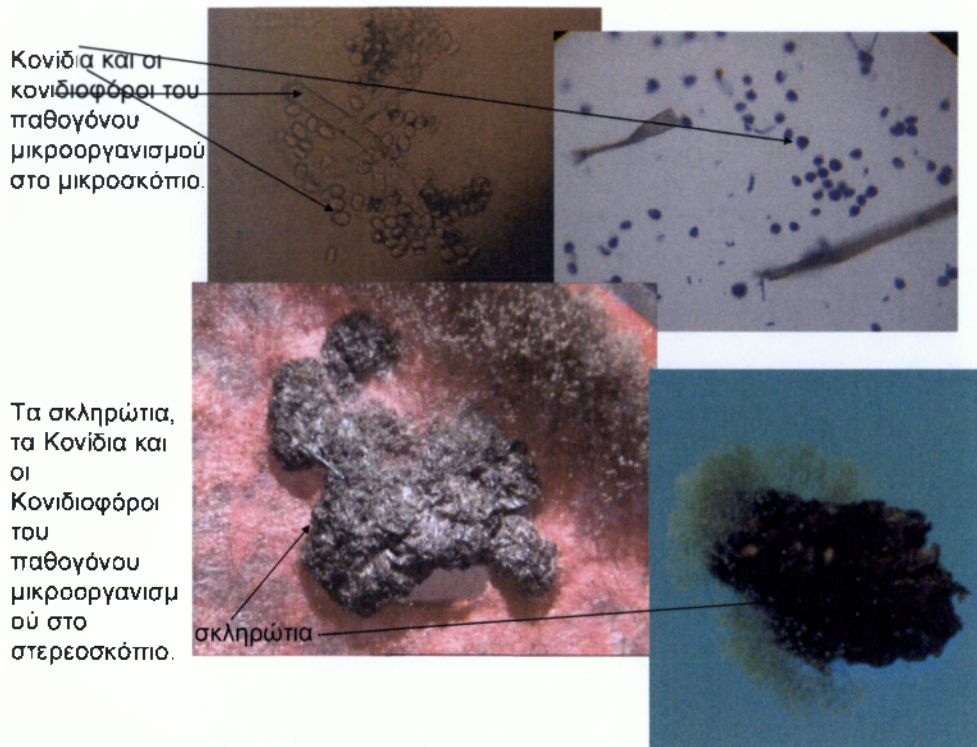
Θερμοκρασίες ασυνήθιστες για την εποχή και υψηλή σχετικά υγρασία.
(εικόνα 13 και 14)



Εικόνα 13. Τα πειραματικά δοχεία με προσβεβλημένα φυτά.



Εικόνα 14. Το προσβεβλημένο φυτό Μαρούλι με έντονα συμπτώματα προσβολής και καλυμμένο με την εξάνθηση από τα κονίδια και κονιδιοφόρους του μύκητα *Botrytis cinerea Pers.* (Ιηγή – Μ. Παπαδοπούλου - προσωπικό αρχείο)

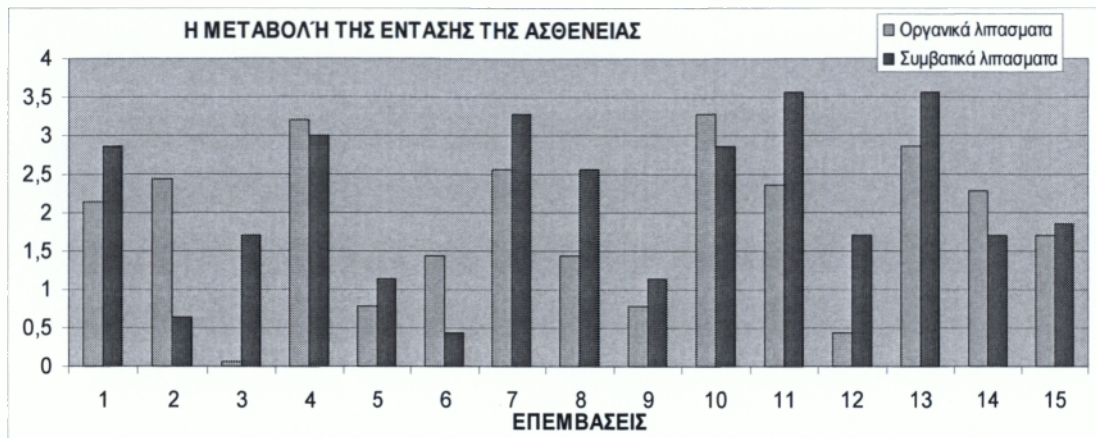


Εικόνα 15. Επάνω : μικροσκοπική παρατήρηση των κονιδίων και κονιδιοφόρων του μύκητα *Botrytis cinerea Pers.*, τα οποία απομονώθηκαν από τα προσβεβλημένα φυτά μαρουλιού.

Κάτω : στερεοσκοπική παρατήρηση των σκληρωτίων του μύκητα, πάνω σε θρεπτικό υπόστρωμα SRBA. Κατά την βλάστησή τους παρατηρείται ο σχηματισμός των κονιδίων. (Πηγή – Μ. Παπαδοπούλου - προσωπικό αρχείο)

Εξετάστηκε η δυνατότητα παρεμπόδισης της φυτοπαθογόνος δράσης του μύκητα *Botrytis cinerea Pers* σε πειράματα με φυτά μαρουλιού σε δοχεία από την πρόσθεση στο έδαφος στερεού κομπόστ, η οποία είχε προστεθεί στο έδαφος των δοχείων σε διαφορετικές δόσεις ως εδαφοβελτιωτικό. Η εφαρμογή του κομπόστ στο έδαφος σε συνδυασμό με συμβατική λίπανση ευνόησε σημαντικά την αύξηση της υπέργειας νωπής και ξηρής βιομάζας του μαρουλιού (μέχρι 177,53 gr., και 16,1 αντίστοιχα) σε σύγκριση με τους υπόλοιπους συνδυασμούς (πίνακας 4).

Διάγραμμα 8. Η επίδραση του κομπόστ στην έντασή της ασθένειας σε πειράματα φυσικά μολυσμένα με *Botrytis cinerea* P.



Συγκεκριμένα στην έρευνά μας η ταχύτατη ανάπτυξη της υπό μελέτη ασθένειας ευνοήθηκε από συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας, απότομες μεταβολές της υγρασίας που επικρατούσαν στην διάρκεια του πειράματος. Όλα αυτά προκάλεσαν την ραγδαία ανάπτυξη του παθογόνου μύκητα *Botrytis cinerea* P., και την αύξηση του αρχικού μολύσματος. Όμως ο συνδυασμός του κομπόστ με τα οργανικά λιπάσματα δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικά την ένταση της προσβολής, τη μόλυνση και τη σήψη φύλλων. Παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση της έντασης της προσβολής στις μεταχειρίσεις με προσθήκη 5 και 10% κομπόστ σε συνδυασμό με οργανική λίπανση. Στις επεμβάσεις με υψηλότερες δόσεις του κομπόστ η ένταση της ασθένειας ήταν ελαφρώς αυξημένη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η εφαρμογή του κομπόστ στο έδαφος βελτίωσε τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Η εφαρμογή του κομπόστ σε συνδυασμό με συμβατική λίπανση ευνόησε σημαντικά την παραγωγή υπέργειας νωπής και ξηρής βιομάζας του μαρουλιού σε σύγκριση με τους υπόλοιπους λιπαντικούς συνδυασμούς. Η προσθήκη κομπόστ στο έδαφος αύξησε σημαντικά την εδαφική μικροβιακή βιομάζα και την μικροβιακή δραστηριότητα, ωστόσο οι υψηλές δόσεις (> 10% / 90% compost προς έδαφος) δεν είχαν σημαντικό αποτέλεσμα. Η αύξηση του αριθμού μυκήτων οφείλεται κυρίως στην παρουσία του N λιπασμάτων. Η παρουσία του κομπόστ καθυστέρησε το σχηματισμό των σκληρωτίων σε *in vitro* καλλιέργειες. Οι ευνοϊκές καιρικές συνθήκες που επικράτησαν για την ανάπτυξη του παθογόνου μύκητα *Botrytis cinerea Pers*, προκάλεσαν την αύξηση του αρχικού μολύσματος, όμως ο συνδυασμός του κομπόστ με τα οργανικά λιπάσματα δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικά την ένταση της προσβολής τις ασθένειας, τη μόλυνση και τη σήψη φύλλων.

ΞΕΝΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Alef. K. 1995. Estimation of soil respiration, in: K. Alef, P. Nannipieri (Eds.), *Methods in Soil Microbiology and Biochemistry*, Academic Press, New York, pp. 464 – 470.
- Anderson J.M., Domsch K.H., (1990). Application of ecophysiological quotients ($q\text{ CO}_2$ and qD) on microbial biomass from soil of different cropping histories. *Soil Biol. Biochem.* 22, pp. 251 – 255.
- Argeiti G., Ehaliotis C., Katsaris P., Zervakis G., & Papadopoulou K., 2001: Effect of olive mill wastes on soil –borne phytopathogenic fungi. – *Phytopathologia Mediterranean* 40: 201 (abstract).
- Ayers W. A. and Adams P. B. 1981. Mycoparasitism and its application to biological control of plant diseases. P. 91 – 103. in : *Biological Control in Crop Production*. G.G. Papavizas, ed. Allanheld, Osmun & Co, Totawa, NJ.
- Balis C., Chatzipavlidis J., Flouri F., 1996 : Olive Mill Waste as a Substrate for Nitrogen Fixation. *International Biodeterioration & Biodegradation*. – 38: 169 – 178.
- Beccani G(1922) Apparatus for working garbage and refuse of towns. Patent 1, January 27, 1920
- Chew J., Obbard. J.P., Stanforth R.R. 2001 Microbial cellulose decomposition in soils from a rifle range contaminated with heavy metals. *Environmental Pollution* 111. 365 – 375.
- Coley – Smith, J. R. and Cooke R. C. 1971. Survival and germination of fungal Sclerotia. *Annu. Rev. Phytopathology* . 9 : 65 – 92.
- Dorman S. W., Parkin T.B., 1994. Defining and assessing soil quality. In Dorman S. W., Coleman D. C., Bezdicek D. F., Stewart B. A., (Eds) *Defining soil quality for a sustainable. Environment* Soil Science Society of America, Madison, pp – 3 – 21.
- Ehaliotis C., Papadopoulou K., Kotsou M., Mari J. & Balis C., 1999 : Adaptation and population dynamics of *Azotobacter vinelandii* during

aerobic biological treatment of olive – mill wastewater. – FEMS Microbial. Ecol. 30: 301- 31.

- Erhart E., Burian K., Stich K.. 1999. Suppression of *Pythium* by Bio waste to Composts in Relation to Compost Microbial Biomass, Activity and Content Phenolic Compounds. J. Phytopathology 147. 299 – 305.
- Fiastas Rosde Ursinos J. A. & Borja Padilla R., 1992. Use and treatment of olive mill wastewater : current situation and prospects in Spain – Grasas y Aceites 43: 101 – 106.
- Hoitink H. A. J. , Van Doren, D. M., Jr., and Schmitthenner A. F. 1977. Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in a composted hardwood bark potting medium. Phytopathology. 67 : 561 – 565.
- Hoitink H. A. J. and Poole H. A. 1980. Factors affecting quality of composts for utilization in container media. Hort. Science. 15, pp. 171 – 173.
- Horwath W. R., Paul E. A. 1994. Microbial Biomass. In . Methods of Soil Analysis, Part 2. Microdiological and Biochemical. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA Properties -SSSA Book Series, no 5. pp. 753 – 772.
- Jenkison D.S., Powlson D.S., (1976). The effects of biocidal treatments on metabolism in soil 1: Fumigation with chloroform, Soil Biol. Biochem. 8, 167 – 177.
- Kotsou M., Mari J., Lasaridi K., Chatzipavlidis I., Balis C. & Kyriacou A., 2004: The effects of of olive oil mill wastewater (OMW) on soil microbial communities and suppressiveness against *Rhizoctonia solani*. – Applied Soil Ecology (in press).
- Latter P.M., Walton D.W. 1988. The cotton strip assay for cellulose decomposition studies in soil Listory of the assay and development. In. Harrison, A.F., Latter P.M., Walton D.W.H. Cotton Strip Assay : An Index of Decomposition in Soils (Symposium N 24). Institute of Terrestrial Ecology pp. 7 – 10.

- Lumsden R.D., Lewis J.A., Millner P.D. (1983). Effect of Compost Sewage Sludge on Soilborne Pathogens and Diseases. *Phytopathology*, Vol. 73, no. 11. 1543 – 1548.
- Papavizas G.C., and Lumsden R.D., 1980. Biological control of Soilborne fungal propagules. *Annu. Rev. Phytopathology*. 18 : 389 – 413.
- Germida J. J. 1993. Cultural Method for Soil Microorganisms. In *Soil Sampling and Method of Analysis*. M.R. Carter, Ed., Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers., p 263 – 273.
- Saiz – Jimener C, Gomez G., and L – Alarcon G., Leeuw J. W. 1986. Chemical properties of polymer isolated in fresh vegetation water and sludge evaporation ponds. In *Proceedings of the International Symposium on Olive By – Products Valorization*, pp 41 – 60. F.A.O. – U.N.D.P. Seville, Spain.
- Schinner, F., R. Ohlinger, E. Kandeler, R. Margesin (Hrsg).
- Sparling G. P., 1997. Soil microbial biomass activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In : Pankhurst C. E., Doube B. M., Gupta V.V., S. R. *Biological Indicators of soil health*. CAB International, Walling ford UK, pp 97 – 119.
- Spenser , S, and Benson, D. M., 1981. Root rot of *Aucuba japonica* caused by *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola* and suppressed with bark media. *Plant Dis*. 65 pp. 918 – 921.
- Spenser , S, and Benson, D. M., 1982. Pine bark, hardwood bark compost, and peat amendment effects on development of *Phytophthora* spp and lupine root rot. *Phytopathology* 72. pp. 346 – 351.
- Tamburino V., Zimbone S.M. and Quattrone P., 1999: Storage and Land Application of Olive – Oil Wastewater. – *Olivae* 76: 36 – 45.
- Wollum A.G. (1982). Cultural methods for soil micro organisms. In : *Methods of soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties* 9 (A.L. Page, Ed.), pp 781 – 802. American Society of Agronomy. Madison.

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αναλογίτης Δ. Α., 2000: Έδαφος Θρεπτικά Στοιχεία και Φυτική Παραγωγή. – Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ. 376.
- Κουκουλάκης Π.Χ., Σιμωνής Α.Δ., Γκερτσής Α.Κ. 2000. Οργανική Ουσία Του Εδάφους. Το Πρόβλημα των Ελληνικών Εδαφών. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης Αθήνα. σελ.487.
- Κυριακόπουλος Χ. 2005: Η αποδόμηση των Υγρών Αποβλήτων Ελαιοτριβείων μετά από εφαρμογή τους στο έδαφος. Πανεπιστήμιο Πατρών .
- Χριστιάς Χ.. 1999. Μυκητολογία. Αθήνα. ΑγροΤύπος . ΑΕ. 208 σελ.
- Παναγόπουλος Χ. Γ. 1995. Ασθένειες Κηπευτικών Καλλιεργειών. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. 476 σελ.
- Πασχαλίδης Χ. 2005. Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας. Εκδόσεις Έμβρυο, Ιερά Οδός 286, 122 43 Αιγάλεω. Σ. 183.
- Πασχαλίδης Χ. 2006. Λιπασματολογία. Εργαστηριακές Ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο, Ιερά Οδός 286, 122 43. Αιγάλεω. Σ. 327.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<http://www.ekke.gr/estia>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - 1.

Τα προτεινόμενα διαλύματα και θρεπτικά υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού με την μέθοδο εκτίμησης των βιώσιμων μονάδων

- Ρυθμιστικό διάλυμα (K_2HPO_4 - 1,21 g., KH_2PO_4 - 0,34g., NaCl - 8,2g., Ph = 7.3).
- Φυσιολογικό αλατούχο διάλυμα (8,5 gr. NaCl₂ σε 1000 mL νερό).
- Διάλυμα Ringer, (Umbreit et al , 1972), το οποίο αποτελείται από τα εξής συστατικά NaCl - 8,2g. , KCl - 4,18g., $CaCl_2$ - 3,32g., KH_2PO_4 - 1,9g., $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - 3.46g., /1 λίτρο. Διάλυμα Winogradsky. K_2HPO_4 - 3,8 g., KH_2PO_4 - 1,2 g., $MgSO_4 \cdot H_2O$ - 5,1g., NaCl - 2,5g., $Fe_2(SO_4)_3$.

Τα προτεινόμενα **θρεπτικά υποστρώματα** τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού με την μέθοδο εκτίμησης των βιώσιμων μονάδων

1. Nutrient agar: yeast extract 1,0g. ; beef extract 3,0 g; peptone 5.0 g; sodium chloride,5.0g.; agar 15 g; distilled water,1L; pH,7,3.

2. Tryptic soy agar (Marttin 1975) : add 3g of tryptic soy broth and 15g of agar to 1L distilled water. Sterilize the medium by autoclaving.

Θρεπτικά μέσα για την απομόνωση των ακτινομυκήτων. (Media for Actinomycetes).

3. Starch-casein agar (Küster and Williams 1966) : starch, 10.0g casein (vitamin free), 0,3g KNO_3 2.0g NaCl,2,0g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,05g $CaCO_3$, 0,02g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,01g agar , 15 g distilled water, 1L pH 7,2. Sterilize in autoclave as described above. Can be improved by the addition of fungistatic agents (Williams and Davies 1965).

Streptomycin-rose bengal agar (Martin 1950) : glucose, 10 g peptone 5 g KH_2PO_4 1,0g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5 g rose bengal 0,03 g agar, 20 g tap water, 1 L . Autoclave, cool medium to about 48°C and add 1 ml of a solution of streptomycin (0,4 g/ 10 ml sterile water). The final concentration of streptomycin medium should be about 30 mg/ ml.