

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

Τμήμα: Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας,



**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Της σπουδάστριας

ΝΙΚΗΣ ΠΑΠΑΛΑΖΑΡΙΔΟΥ



Καλαμάτα 2010

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

Τμήμα: Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.**

Της σπουδάστριας: ΠΑΠΑΛΑΖΑΡΙΔΟΥ ΝΙΚΗ

Υπεύθυνος καθηγητής: Δρ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ Χ

Επιβλέπων Καθηγήτρια : ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ. Ph. D.

Καλαμάτα 2010

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α .

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
Α. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.	6
1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ.	
1.1. Ταξινόμηση – Βοτανικοί χαρακτήρες	8
1.2. Θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις.	10
1.3. Θρέψη-λίπανση.	12
1.4. Άρδευση.	17
1.5. Ποικιλίες- υβρίδια	19
1.6. Συνοπτική παρουσίαση των διαδεδομένων εχθρών και ασθενειών της θερμοκηπιακής τομάτας.	21
1.6.1 Μυκητολογικές ασθένειες.....	21
1.6.2. Βακτηριολογικές ασθένειες	25
1.6.3. Ιολογικές ασθένειες	27
1.6.4. Εντομολογικές ασθένειες - εχθροί	28
1.7. Φυτοπροστασία στα θερμοκήπια της τομάτας.....	31
1.7.1. Καταπολέμηση ασθενειών	31
1.7.2 Καταπολέμηση εχθρών	34
1.7.3 Εναλλακτική μέθοδοι φυτοπροστασίας.....	35
2. ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΟΥΣ .	
2.1. Ταξινομική κατάταξη των εδαφικών μικροοργανισμών.	39
2.2. Η σημασία των μικροοργανισμών του εδάφους στην θρέψη των φυτών.....	46
2.2.1. Ο κύκλος του αζώτου.....	47
2.2.2. Ο κύκλος του φωσφόρου.....	50

Β. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.

3.1. Δειγματοληψία.53

3. 2. Φυσικοχημικές αναλύσεις του εδάφους.

3.2.1. Προσδιορισμός του pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας.52

3.2.2. Προσδιορισμός μακροστοιχείων στο έδαφος.54

3.2.3. Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας.55

3.2.4. Προσδιορισμός αφομοιώσιμου φωσφόρου (μέθοδο OLSEN)57

3. 3. Μέθοδοι μικροβιολογικής ανάλυσης του εδάφους.

3.3.1. Μέτρηση του αριθμού βιώσιμων μονάδων..... 59

3.3.2. Αξιολόγηση της εδαφικής μικροβιακής δραστηριότητας με την μέτρηση της εδαφικής αναπνοής.61

3.3.3. Μέτρηση της μικροβιακής βιομάζας.....63

3.3.4. Προσδιορισμός της δραστηριότητας των μικροοργανισμών υπευθύνων για την μετατροπή του αζώτου στο έδαφος.65

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.

Εκφράζω τις ευχαριστίες μου στην Δρα Παπαδοπούλου Μαρία καθηγήτρια του Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας για την πολύτιμη βοήθειά της να βγάλω εις πέρας αυτήν την πειραματική πτυχιακή εργασία. Ομοίως, ευχαριστώ την κυρία κα Αντωνία Κορίκη και τον συμφοιτητή, συνάδελφο και φίλο Κωνσταντίνο Ζουμπούλη για την πολύτιμη βοήθεια τους στο πειραματικό μέρος της εργασίας μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον κ. Παρασκευόπουλο Αντώνη Προϊστάμενο Διεύθυνσης Αγροτικής Ανάπτυξης Τριφυλίας, και την κα Μπέσσα για τις πολύτιμες πληροφορίες πάνω στον τομέα της φυτοπροστασίας και την σημαντική βοήθειά της στην διαδικασία της δειγματοληψίας.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τους ιδιοκτήτες των θερμοκηπίων της Κυπαρισσίας τον κ. Γεώργιο Καλλιάνη και τον κ. Γεώργιο Θεοδωρακόπουλο, που μας φιλοξένησαν και μας έδωσαν την δυνατότητα να πάρουμε δείγματα από τα θερμοκήπιά τους για να τα αναλύσουμε καθώς και όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειαστήκαμε.

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Η τομάτα καλλιεργείται ευρύτατα σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη της υφηλίου, είτε στην ύπαιθρο, είτε στα θερμοκήπια. Στη χώρα μας η τομάτα κατέχει σημαντική θέση μεταξύ των κηπευτικών όπου καλλιεργείται για επιτραπέζια και βιομηχανική χρήση και καλλιεργείται τόσο υπό κάλυψη όσο και υπαίθρια. Η τομάτα είναι κατά κανόνα ετήσιο λαχανικό, αρκετά διαδεδομένο και πολύ δημοφιλές και ανήκει στα παραδοσιακά μεταφυτευμένα φυτά.

Σε διεθνή κλίμακα, η καλλιέργεια της τομάτας καταλαμβάνει την τρίτη σε έκταση θέση μετά την πατάτα και γλυκοπατάτα, ενώ στην Ελλάδα η επιτραπέζια τομάτα καταλαμβάνει την δεύτερη θέση μετά την πατάτα. Καλλιεργείται για τον καρπό της, ο οποίος καταναλώνεται ώριμος, νωπός, αποξηραμένος σε άλμη, ακέραιος ή σε πολτό. Ακόμα και άωροι καρποί συντηρούνται σε άλμη ή ξύδι και καταναλώνονται ως τουρσί.

Μέχρι τον 20 αιώνα επικρατούσαν φόβοι στις περιοχές της Μεσογείου, στην Β. Ευρώπη και στην Β Αμερική ότι οι τομάτες περιέχουν τοξικές ουσίες γεγονός που εμπόδιζε την κατανάλωση τους. Αυτοί οι φόβοι ωφείλονταν στην παρουσία δηλητηριωδών γλυκοαλκαλοϊδών στα φύλλα και στους καρπούς άλλων μελλών της ίδιας οικογένειας, αυτό όμως ξεπεράστηκε στις αρχές του 20 αιώνα, και από τότε η κατανάλωση της τομάτας αυξήθηκε σημαντικά.

Οι λόγοι που καθιστούν την τομάτα δημοφιλές λαχανικό είναι πολλοί. Οι σπουδαιότεροι είναι ότι εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με πολλές βιταμίνες (A, B, B2, D, K) και ιδίως με την βιταμίνη C. Έχει ελκυστικό χρώμα και ιδιαίτερο άρωμα, γεγονός που την καθιστά αρεστή στην διατροφή. (Χρίστου Μ. Ολυμπίου 2001).

Πίνακας 1. Καλλιεργούμενη έκταση και παγόμενη ποσότητα τομάτας στις κυριότερες χώρες παραγωγή το έτος 2007 {πηγή : UN Food & Agriculture Organization Of the United Nations (FAO), <http://faostat.fao.org/site/567/DekstopDefault.aspx?PageID=567>}.

Ήπειρος ή χώρα	Έκταση (χ 1000 στρέμματα)	Παραγωγή (χ 1000 τόνοι)	Ποσοστό (%) επί του συνόλου της παράγωγης
Κατά ήπειρο			
Ασία	28.278	67.798	53,70
Ευρώπη	5.947	20.498	16,23
Αμερική	5.343	22.880	18,12
Αφρική	6.602	14.507	11,48
Ωκενία	93	564	0,47
Σύνολο	42.263	126.247	100,00

Πίνακας 2 Καλλιεργούμενη έκταση και παράγωγη τομάτας (υψηλή και χαμηλή) στην Ελλάδα το έτος 2006. (πηγή : υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Δ/ση Πολιτικής & Τεκμηρίωσης, Τμήμα Αγροτικής Στατιστικής)

Περιφέρεια/Νόμος	Υψηλή κάλυψη		Υπό χαμηλή κάλυψη.	
	Έκταση (στρέμματα)	Παράγωγη (τόνοι)	Έκταση (στρέμματα)	Παράγωγη (τόνοι)
Δυτικής Ελλάδας				
Αιτωλοακαρνανίας	60	6.400	610	6.520
Αχαΐας	330	650	330	650
Ηλείας	890	8.900	940	9.330
Σύνολο	1.280	15.950	1.880	16.500
Πελοποννήσου				
Αργολίδος	550	8.570	550	8.570
Αρκαδίας	220	2.480	370	4.280
Κορινθίας	180	1.500	280	2.300
Λακωνίας	360	4.135	400	4.595
Μεσσηνίας	760	7.960	1.180	11.350
Σύνολο	2.070	24.645	2.780	31.095

Πηγή (Βακαλουνακης, 2010)

Οι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό του εδάφους με σημαντική αγρονομική, περιβαλλοντική και οικονομική σημασία. Αποτελούν το βασικό παράγοντα της ποιότητας και αειφορίας του εδάφους. Συμμετέχουν στους βασικούς βιοχημικούς τροφικούς κύκλους και κατά συνέπεια επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών. Ο αριθμός των μικροοργανισμών στο έδαφος και η δραστηριότητα τους εξαρτάται, αφενός από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και αφετέρου από τις διάφορες ανθρώπινες παρεμβάσεις (οργανική και ανόργανη λίπανση, φυτοφάρμακα, απολύμανση εδάφους, ρύπανση με τοξικές ουσίες).

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι να τονίσει την σπουδαιότητα των μικροοργανισμών του εδάφους, και τον ρόλο τους στη ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων. Γίνεται μια προσπάθεια μελέτης της επίδρασης των εξωτερικών παραγόντων, όπως είναι η διαχείριση του εδάφους στην δραστηριότητα της εδαφικής μικροχλωρίδας. Έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία στους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους όπως είναι τα βακτήρια και οι μύκητες.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ.

1.1. Ταξινόμηση – Βοτανικοί χαρακτήρες.

TOMATA - *Lycopersicon esculantum*. Mill 2n = 24

Οικογένεια : Solanaceae

Lycopersicon: από το ελληνικό λυκοροδάκινο. Συνώνυμο - ντομάτα - πομιδόρο - πομλόρκα κ.α.

Το όνομά της προέρχεται από το τομάτλ (tomatl) με το οποίο ονομάζουν το φυτό οι ιθαγενείς του Μεξικού. Επικρατούσε η άποψη ότι η χώρα καταγωγής της τομάτας κατάγεται από την περιοχή Vera Cruz-Puebla του Μεξικού. Στην Ελλάδα η τομάτα εισάχθηκε το 1818.

Το ριζικό σύστημα της τομάτας είναι πασσαλώδες, εφόσον το φυτό προέρχεται από σπόρο που σπάρθηκε απευθείας στη μόνιμη θέση καλλιέργειας. Τα φύλλα είναι σύνθετα, και αποτελούνται συνήθως από 7-11 φυλλίδια και φύονται στους βλαστούς εναλλάξ. Στην επιφάνεια των φύλλων, όπως και στους βλαστούς,

υπάρχουν αδενώδεις τρίχες, οι οποίες όταν υποστούν θραύση αναδίδουν χαρακτηριστική οσμή.

Τα άνθη είναι “τέλεια” και φέρονται ανά 4-12 ή και περισσότερα σε ταξιανθίες, απλές, διχαλωτές ή διακλαδιζόμενες. Ο κάλυκας αποτελείται από 5 ή περισσότερα πέταλα, τα οποία αποπίπτουν μετά την γονιμοποίηση του άνθους. Οι στήμονες είναι 5 ή περισσότεροι, μερικώς ενωμένοι στη βάση τους με τη στεφάνη και αποτελούνται από ανθήρες επιμηκυσμένους και ενωμένους μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, τον οποίο συνήθως καλύπτουν τελείως. Ο ύπερος αποτελείται από την ωθήκη η οποία είναι πολύχρωμη με πολλά ωάρια και από βραχύ ή μακρύ στύλο, που στη δεύτερη περίπτωση το στίγμα εξέρχεται από των κώνο των ανθέρων. Η άνθηση αρχίζει τις πρωινές ώρες και συνεχίζεται καθ’ όλη την διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα τα άνθη που σχηματίζονται να έχουν βραχείς στύλους σε βραχείς φωτοπεριόδους και μακρείς στύλους σε μακρές φωτοπεριόδους. Η βλάστηση της γύρης είναι βραδεία και η γονιμοποίηση των ωαρίων γίνεται περίπου δύο ημέρες μετά την επικονίαση. (Βακαλουνάκης, 2010).

Από την γονιμοποίηση του άνθους μέχρι την ωρίμανση του καρπού απαιτούνται 45-60 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία, τις καλλιεργητικές συνθήκες και την εποχή της καλλιέργειας.

Ο καρπός της τομάτας είναι ράγα με σχήμα σφαιροειδές, πολύχρωμη, περιορισμένο στους πόλους ή επιμήκης και με περικάρπιο λείο και λεπτό, σάρκα χυμώδη με πολυάριθμους σπόρους, οι οποίοι είναι δισκοειδείς, τραχείας επιφάνειας και ελαιούχοι. Το χρώμα του καρπού είναι κόκκινο, κίτρινο ή κτρινοκόκκινο, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε καροτένια και λυκοπένιο. Ο καρπός είναι πλούσιος σε βιταμίνες A, B₁, B₂, C και K (Βακαλουνάκης 2010).

Η τομάτα πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Πρέπει οπωσδήποτε ο σπόρος να έχει απολυμανθεί, πριν από την αποθήκευση ή πριν από την σπορά, ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών και παθογόνων δια του σπόρου.

1.2. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Γαλβανισμένος σκελετός: Για την κατασκευή θερμοκηπίου χρησιμοποιείται και ο σίδηρος. Ο σίδηρος σε αντίθεση με το ξύλο έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και είναι πιο ανθεκτικός. Ένα από τα πλεονεκτήματά του, είναι ότι δεν σαπίζει και ότι δεν προσβάλλεται από έντομα. Οι μεταλλικοί σκελετοί έχουν λιγότερο αδιαφανή μέρη για αυτό φωτίζονται καλύτερα. Το σοβαρότερο μειονέκτημα του σιδήρου είναι ότι έχει υψηλό κόστος και σκουριάζει στο υγρό περιβάλλον του θερμοκηπίου. Γι αυτό το λόγο θα πρέπει ο σίδηρος να είναι γαλβανισμένος ή προστατευμένος με άλλους τρόπους για να μην σκουριάζει. Για την καλύτερη προστασία του μπορεί να γίνει βάψιμο με μίνιο και λαδομπογιά. Ο γαλβανισμός μπορεί να καταστραφεί με ηλεκτρολυτική αντίδραση, στα σημεία επαφής κράματος και σιδήρου. Αυτό το γεγονός πάντως είναι πολύ γνωστό και σπάνια συμβαίνει σε καλοσχεδιασμένα μικρά, ερασιτεχνικά θερμοκήπια. Ο σίδηρος προσβάλλεται επίσης από τα οξέα αλλά και τα οξειδία του θείου. Τέλος, μειονέκτημα του σιδήρου είναι η δύσκολη διαμόρφωση του σε προφίλ. Υλικό κάλυψης: Πλαστικά- Τα πλαστικά φύλλα χρησιμοποιούνται σαν υλικό κάλυψης του θερμοκηπίου. Συνήθως είναι από πολυαιθυλένιο και πιο σπάνια από καθαρό Η.Ε. και πολυπροπυλένιο. Το πολυαιθυλένιο έχει την δυνατότητα να διαμορφώνεται σε φύλλα μεγάλου πλάτους, είναι ελαφρύ, εύκαμπτο, αντέχει σε θερμοκρασίες από -60°C έως 60°C και έχει το χαμηλότερο κόστος από όλα τα άλλα είδη πλαστικού και επιπλέον επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες με το γυαλί και δεν σπάνε.

Σοβαρό μειονέκτημα του πολυαιθυλενίου είναι ότι επιτρέπει σε μεγάλο βαθμό την έξοδο της θερμικής ακτινοβολίας από το θερμοκήπιο. Έτσι μερικές φορές (ειδικά όταν ο καιρός δεν έχει σύννεφα) η θερμοκρασία του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο πέφτει κάτω από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Άλλο ένα μειονέκτημα είναι ότι έχει περιορισμένο χρόνο ζωής 1-4 χρόνια. Επιπλέον, λόγω των ηλεκτροστατικών του ιδιοτήτων, έλκει την σκόνη, που καλύπτει το φύλλο και περιορίζει τη διέλευση του φωτός. Ακόμα αν και το πλαστικό δεν σπάει σαν το γυαλί, μπορεί όμως να σχιστεί σε ισχυρούς ανέμους εξαιτίας των φθορών που έχουν δημιουργηθεί από τις υπεριώδεις ακτίνες. Αυτό συμβαίνει ακόμα και όταν τα φύλλα είναι καινούρια εάν χρησιμοποιηθούν σε περιοχές με πολύ ισχυρούς ανέμους

Η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία, το οξυγόνο του αέρα, η θερμοκρασία και η υγρασία συμβάλλουν στην παλαιώση και καταστροφή του πολυαιθυλενίου. Σαν αποτέλεσμα της παλαιώσης είναι ο αποχρωματισμός και η μείωση της μηχανικής αντοχής του πολυαιθυλενίου.

Για να προστατέψουμε από όλα αυτά το πολυαιθυλένιο, μπορούμε να προσθέσουμε χημικές ουσίες αντιοξειδωτικές και σταθεροποιητικές όπως είναι οι βενζοτριζόλες ,ακρυλονιτριλία κ.α. Αυτές οι ουσίες δίνουν ένα ελαφρύ χρωματισμό στο πολυαιθυλένιο μειώνοντας έτσι την διαπερατότητα του φωτός έως 5% όμως αυξάνουν σημαντικά τη διάρκεια ζωής του.

Γυάλινα θερμοκήπια: Το γυαλί είναι το παραδοσιακό υλικό κάλυψης για τα θερμοκήπια και για πολύ καιρό ήταν και το μόνο διαθέσιμο. Αν και συνηθίζεται το πλαστικό φύλλο, το γυαλί χρησιμοποιείται πολύ ακόμα. Τα τζάμια που χρησιμοποιούνται για θερμοκήπια έχουν διάφορα πάχυ , άρα και αντοχή, και διάφορες διαστάσεις, ανάλογα με τη χρήση τους. Οι μεγαλύτερες διαστάσεις τζαμιών διευκολύνουν την διόδο της ηλιακής ακτινοβολίας όμως οι απώλειες θερμότητας είναι μεγαλύτερες. Τα τζάμια των θερμοκηπίων δεν θα πρέπει να έχουν κυματισμούς και φουσκάλες, γιατί μπορεί να δράσουν ως φακοί και να καλύψουν τα φυτά, όταν ο ήλιος είναι σε ορθή γωνία. Το καλό γυαλί των θερμοκηπίων αφήνει να περνά το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας και φιλτράρει το υπεριώδες φως των ακτίνων του ήλιου. Οποσδήποτε, το υπεριώδες φως δεν είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών και όταν είναι υπερβολικό, είναι και επιζήμιο.

Η ασφάλιση με στόκο ή άλλα παρόμοια σφραγιστικά δίνει περισσότερο αεροστεγές αποτέλεσμα και βοηθά στη μείωση των απωλειών θερμοκρασίας. Παρόλα αυτά, η χρήση αυλακίων είναι περισσότερο συνηθισμένη, κι όπως αποδείχτηκε στις ελαφρές, ολλανδικές κατασκευές, έχει πολλούς λόγους που εξηγούν τη χρησιμοποίησή τους.

Αν το ηλιακό φως είναι υπερβολικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ημιδιαφανές γυαλί. Αυτό πάντως, θα μειώσει τη διείσδυση του φωτός τον χειμώνα κι έτσι για τα ήπια κλίματα είναι προτιμότερη η σκίαση όταν ο καιρός είναι ζεστός. (Becket Kenneth. 1998).



Εικόνα 1 : Γυάλινη κατασκευή θερμοκηπίου. (Κυπαρισσία, 2010).

1.3. ΘΡΕΨΗ-ΛΙΠΑΝΣΗ

Η λίπανση είναι πολύπλοκο θέμα καθώς καθορίζεται από γενετικούς, κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες. Σύμφωνα με τον επιστημονικό τρόπο θα πρέπει να γίνονται αναλύσεις τόσο του εδάφους όσο και των φύλλων των φυτών. Στην καλλιέργεια της τομάτας έχει μεγάλη σημασία η σχέση ανάμεσα στο άζωτο και στο κάλιο. Όσο ο καιρός βελτιώνεται τόσο τα φυτά χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου. Το ίδιο συμβαίνει και όταν βρίσκονται σε μεγάλο στάδιο ανάπτυξης. Αντίθετα το χειμώνα και σε μικρό στάδιο ανάπτυξης χρειάζονται πολύ κάλιο. Μια καλή σχέση είναι 1(N) : 1(P) : 2(K) : 0.5 mg.

Άζωτο.

Η ποσότητα του αφομοιώσιμου αζώτου που πρέπει να υπάρχει στο έδαφος κατά την μεταφύτευση πρέπει να είναι περιορισμένη, γιατί υψηλά επίπεδα αζώτου οδηγούν τα φυτά σε βλαστομανία. Όταν το φυτό αρχίζει να αναπτύσσεται στην οριστική του θέση τότε η τροφοδοσία με άζωτο πρέπει να γίνεται συστηματικά μέσω του συστήματος άρδευσης και επομένως η βασική λίπανση με άζωτο θα πρέπει να περιορίζεται στον εφοδιασμό των φυτών τις πρώτες βδομάδες μετά την

μεταφύτευση. Συνήθως τα εδάφη του θερμοκηπίου έχουν μεγάλες ποσότητες αζώτου από την προηγούμενη καλλιέργεια ώστε να μην χρειάζονται καθόλου προσθήκη με την βασική λίπανση. Το αμμωνιακό άζωτο είναι το 20% του συνολικού αζώτου που δίνουμε στα φυτά. Αν το έδαφος έχει υψηλή αλατότητα πρέπει να του παρέχουμε καθαρό νερό.

Φώσφορος

Όλες οι ανάγκες των φυτών σε φώσφορο κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πρέπει να ικανοποιούνται από τα αποθέματα του εδάφους και από τις ποσότητες που προστίθενται κατά την βασική λίπανση αντίθετα με την επιφανειακή λίπανση όπου η προσθήκη φωσφόρου αποφεύγεται, γιατί προκαλεί συχνά προβλήματα στο σύστημα άρδευσης.

Κάλιο και Μαγνήσιο.

Τα επιθυμητά επίπεδα καλίου στο έδαφος πριν την μεταφύτευση, είναι μεταξύ 600 – 1000 mg/l. έχει βρεθεί ότι αυτά τα επίπεδα προκαλούν κάποιο έλεγχο στη ζωνρότητα βλάστησης των φυτών μετά την μεταφύτευση και είναι αρκετά για την παραγωγή καλής ποιότητας καρπών, νωρίς την παραγωγική περίοδο.

Οι μεγάλες ποσότητες καλίου στο έδαφος μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης μαγνησίου από τα φυτά, και για να αποφευχθούν τροφοπενίες μαγνησίου, θα πρέπει η σχέση καλίου : μαγνησίου στο έδαφος, να διατηρείται γύρω στο 2 : 1. όταν εφαρμόζονται μεγάλες ποσότητες καλίου, θα πρέπει να εφαρμόζονται και οι ανάλογες ποσότητες μαγνησίου, αλλά οι ολικές ποσότητες που προστίθενται από αυτά τα δυο στοιχεία θα πρέπει να ρυθμίζονται έτσι ώστε η αγωγιμότητα του εδάφους να μην ξεπερνά τα 2.800 micromhos ή 2.700 micromhos στα αμμώδη εδάφη. Το K ανταγωνίζεται πολύ το Mg γιατί εκδηλώνεται συχνά τροφοπενία Mg η οποία διορθώνεται με διαφυλλικούς ψεκασμούς με θεικό μαγνήσιο. (Χρίστου, 2001).

Το ασβέστιο παρέχεται στο 1/3 έως 1/2 περίπου της ποσότητας του καλίου και ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο.

Τα θειικά άλατα καλό είναι να αποφεύγονται ενώ τα λιπάσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι νιτρικό κάλιο, μονοφωσφορικό κάλιο, θεικό μαγνήσιο κ.α.

Το νερό άρδευσης πρέπει να έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο και χλώριο.

Βασική λίπανση

Με την βασική λίπανση επιδιώκεται η κάλυψη όλων των αναγκών μιας καλλιέργειας τομάτας με φώσφορο και μαγνήσιο, η μερική κάλυψη των αναγκών σε κάλιο και η κάλυψη των αναγκών σε άζωτο μόνο των αρχικών σταδίων ανάπτυξης των φυτών. Η βασική λίπανση στοχεύει στην δημιουργία εδάφους που να έχει τα πιο κάτω χαρακτηριστικά πριν από την μεταφύτευση.

- α) Υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας.
- β) Ικανοποιητική ποσότητα φωσφόρου για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο.
- γ) Αρκετά αποθέματα καλίου, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα των πρώτων καρπών και να προκαλείται ανάσχεση της ζωηρής βλάστησης των φυτών.
- δ) Αρκετό άζωτο, αναγκαίο για την πρώτη ανάπτυξη των φυτών αλλά όχι τόσο πολύ που να προκαλεί ανάσχεση της ζωηρής βλάστησης των φυτών.
- ε) Αντίδραση εδάφους γύρω στο $pH = 6 - 6,5$ (εκτός από τα ασβεστώδη εδάφη, όπου αυτό είναι αδύνατον).

Οι ποσότητες των κύριων θρεπτικών στοιχείων που θα προστεθούν με την βασική λίπανση για την συμπλήρωση της γονιμότητας του εδάφους του θερμοκηπίου πρέπει να υπολογίζονται με βάση την ανάλυση του εδάφους και των φύλλων.

Επιφανειακή λίπανση.

Με την επιφανειακή λίπανση επιβάλλεται ο εφοδιασμός των φυτών κυρίως σε άζωτο και κάλιο κατά την διάρκεια της ανάπτυξης και της καρποφορίας των φυτών. Βασικό στοιχείο επιτυχίας της καλλιέργειας, είναι η ορθολογική λίπανση σε συνδυασμό με το πότισμα.

Η εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης, μπορεί να γίνει, είτε με την απευθείας χρήση των στερεών λιπασμάτων κατά τακτά χρονικά διαστήματα γύρω από τα φυτά ή κατά μήκος της γραμμής φύτευσης, είτε με τη μορφή υγρών διαλυμάτων σε συνδυασμό με το νερό άρδευσης.

Για την αποφυγή ζημιών 'κάψιμου' στα φυτά από υψηλές συγκεντρώσεις λιπασμάτων στη ριζόσφαιρα ιδιαίτερα μετά την διασπορά τους στην επιφάνεια, επιβάλλεται καλό, πότισμα πριν από την διασπορά, η να ακολουθεί τη διασπορά γενναιόδωρο πότισμα έτσι ώστε να αραιώνεται η πυκνότητα των θρεπτικών στοιχείων και κυρίως των νιτρικών αμμωνιακών ιόντων στη ριζόσφαιρα. Για αυτόν τον λόγο οι δόσεις των λιπασμάτων δεν μπορεί να είναι υψηλές και συνεπώς απαιτούνται περισσότερες εφαρμογές, γεγονός που επιβαρύνει το κόστος παραγωγής με περισσότερα εργατικά. Οι παραγωγοί προκειμένου να μειώσουν αυτό το κόστος εφαρμόζουν την επιφανειακή λίπανση στερεών λιπασμάτων σε 2 η 3 δόσεις για να καλύψουν τις ποσότητες των αζωτούχων λιπασμάτων λόγω διήθησης των στα βαθύτερα στρώματα ως αποτέλεσμα των ποτισμάτων, προθέτουν ανά δόση μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων.

Η διατήρηση της καλλιέργειας της τομάτας σε κατάσταση υψηλής παραγωγής προϋποθέτει τον εφοδιασμό του εδάφους με τις ιδανικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και νερού και η προσθήκη να γίνεται πάντα την κατάλληλη στιγμή και στις σωστές αναλογίες. Οι προϋποθέσεις αυτές μπορούν να εξασφαλισθούν σε μεγάλο βαθμό με την υγρή λίπανση, δηλαδή με την προσθήκη πυκνών διαλυμάτων των θρεπτικών στοιχείων στο νερό άρδευσης.

Σήμερα η πιο επιθυμητή και εύκολη προσέγγιση της επιφανειακής λίπανσης είναι η τροφοδοσία πυκνών διαλυμάτων των λιπαντικών στοιχείων μέσα στο νερό ποτίσματος με την βοήθεια ειδικών "λιπαντήρων" (λιπασματοδιανομέων). Στην υδρολίπανση μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο τα λιπάσματα που διαλύονται πλήρως στο νερό. Τέτοια είναι η νιτρική αμμωνία, το νιτρικό κάλιο, το νιτρικό ασβέστιο, το ανθρακικό κάλιο, η ουρία και ο διαμμωνιακός φώσφορος. Ακόμα πρέπει να αποφεύγονται λιπάσματα τα οποία συμβάλλουν στον σχηματισμό ιζήματος γιατί προκαλούν φράξιμο στους σταλακτήρες με καταστρεπτικές συνέπειες στην καλλιέργεια. Τέτοια λιπάσματα είναι τα φωσφορικά τα οποία σε συνδυασμό με τα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και μαγνησίου που υπάρχουν στο νερό, δημιουργούν ιζήματα. Όταν είναι αναγκαία η χρήση φωσφόρου στην υδρολίπανση, τότε προτιμάται η χρήση του δισόξινου φωσφορικού αμμωνίου, το οποίο σε χαμηλές τιμές pH (περίπου 4.5) μπορεί να διατηρηθεί ως πυκνό διάλυμα για μεγάλο χρονικό διάστημα. (Χρίστου, 2001).

Για εξειδικευμένα μικροστοιχεία, όταν παρουσιάζεται κάποιο πρόβλημα

(τροφοπενία), τότε μπορεί να εφαρμοστεί και υπό μορφή διαφυλλικών ψεκασμών με το κατάλληλο σκεύασμα που περιέχει το συγκεκριμένο στοιχείο (χηλικός σίδηρος, χηλικό μαγνήσιο κ.α).

Κατά τον Ολύμπο (1994) η υδρολίπανση σε σύγκριση με την στερεή μορφή λίπανσης παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα όπως τα παρακάτω :

α) Τα φυτά εφοδιάζονται συνεχώς με τα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία των οποίων οι ποσότητες μπορούν να αυξομειώνονται σταδιακά, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και τις αλλαγές των καιρικών συνθηκών.

β) Είναι πιο αποτελεσματική η αξιοποίηση του λιπάσματος.

γ) Τα φυτά απορροφούν σε σύντομο χρονικό διάστημα τα θρεπτικά στοιχεία και αντιδρούν γρήγορα σε αυτά.

δ) Γίνεται πιο ακριβής έλεγχος της βλάστησης της καρποφορίας και της ποιότητας του καρπού.

ε) Εξοικονομούνται εργατικά.

Το μόνο ίσως μειονέκτημα της υδρολίπανσης είναι το αρχικό κόστος της αγοράς.

Οργανική λίπανση

Εκτός από την βασική και την επιφανειακή λίπανση, είναι πολύ σημαντική και η προσθήκη της οργανικής ουσίας στο έδαφος του θερμοκηπίου η οποία συμβάλει στη διατήρηση σταθερής δομής στο έδαφος και βελτώνει την υδατοϊκανότητά του, καταστάσεις που συμβάλλουν στην ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγή της τομάτας. Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας γίνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς γι' αυτό θα πρέπει να γίνεται τακτικά προσθήκη οργανικής ουσίας (μια φορά τον χρόνο ή το αργότερο μια φορά κάθε δύο χρόνια), για να διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η οργανική ουσία μπορεί να προστεθεί με διάφορες μορφές όπως κοπριά, τύρφη, υποστρώματα καλλιέργειας μανιταριών κ.λπ.

Την πιο συνηθισμένη μορφή οργανικής ουσίας που προστίθεται στην Ελλάδα, είναι η κοπριά. Όπου υπάρχει, θα πρέπει να προστίθεται χωνεμένη και σε ποσότητες περίπου 5 τον/στρ. Παρ' όλα τα πλεονεκτήματα που εξασφαλίζει η προσθήκη

κοπριάς έχει και μειονεκτήματα, όπως είναι η δυσκολία που παρουσιάζει στην χρήση της, η αστάθειά της στην μηχανική και χημική της σύνθεση, τον κίνδυνο να περιέχει υπολείμματα ζιζανιοκτόνων καθώς και σπόρους ζιζανίων, τα υψηλά επίπεδα αλάτων, την απελευθέρωση αμμωνιακού αζώτου κατά την απολύμανση με ατμό κ.λπ. Θα πρέπει να αποφεύγεται η ενσωμάτωση στο έδαφος αχώνευτης κοπριάς λίγο πριν την μεταφύτευση, γιατί όπως είναι γνωστό δημιουργεί περισσότερα προβλήματα. Η κοπριά πρέπει να τοποθετείται πριν από τη απολύμανση του εδάφους. (Ολύμπιος, 1994).

Η τύρφη θεωρείται κατάλληλο υλικό για την αύξηση και την διατήρηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, αλλά το κόστος της είναι πολύ υψηλό, όταν γίνεται προσθήκη της στο έδαφος για πρώτη φορά, συνίστανται δόσεις μέχρι 70 m^3 /στρ. χαλαρής τύρφης (μη συμπιεσμένης), ενώ όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία είναι ικανοποιητική, για να διατηρηθεί η οργανική ουσία, γίνεται προσθήκη 17 m^3 /στρ. ετησίως. Η τύρφη έχει όξινη αντίδραση με $\text{pH} = 4$ και όταν τα εδάφη δεν είναι αλκαλικά θα πρέπει παράλληλα να γίνεται προσθήκη με ασβέστιο (ασβεστόπετρα, μαρμαρόσκονη) σε αναλογία 6 κιλά/m^3 τύρφης. Η τύρφη, όπως και η κοπριά, προστίθεται κατά την κατεργασία του εδάφους και ενσωματώνεται σε βάθος 30 εκ.

Τέλος οργανική ουσία στο έδαφος μπορεί να προστεθεί και με τα υπολείμματα της καλλιέργειας μανιταριών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου υπάρχουν, αλλά χρειάζονται προσοχή γιατί περιέχουν θρεπτικά στοιχεία σε υψηλά επίπεδα, και μπορεί να προκαλέσουν αύξηση της αγωγιμότητας του εδάφους.

Μη αποσυντιθέμενο άχυρο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται, γιατί προκαλεί δυσκολίες στην ενσωμάτωση, και κίνδυνο πρόκλησης τροφopenίας αζώτου στα φυτά, λόγω του ανταγωνισμού από τους μικροοργανισμούς. (Χρίστου, 2001).

1.4. ΑΡΔΕΥΣΗ.

Για την άρδευση της τομάτας η μέθοδος που έχει επικρατήσει πλέον είναι η στάγδην άρδευση(πότισμα με σταγόνες). Το σύστημα αυτό όμως απαιτεί ειδική μελέτη για την εγκατάστασή του και για την χρήση του. Με αυτή την μέθοδο το έδαφος τροφοδοτείται με ελάχιστες ποσότητες νερού που φέρονται μόνο στο χώρο της

βιόσφαιρας και δεν πρέπει εκεί να παρατηρείτε έλλειψη. Όταν υπάρχει έλλειψη νερού καθυστερείται η ανάπτυξη των φυτών η παρατηρούνται ανωμαλίες κατά την ανάπτυξη όπως : αδύνατα στελέχη με μικρά σκούρα πράσινα φύλλα, πτώση ανθέων και δημιουργία καρπών μικρότερου μεγέθους. Αντίθετα, όταν έχουμε περίσσεια νερού σχηματίζονται φυτά με πλούσια φυλλική επιφάνεια ανοιχτού πράσινου χρώματος με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα και υδαρείς ιστούς. Επιπλέον παρατηρείται καθυστέρηση της εμφάνισης των πρώτων ταξιανθιών και υπάρχει δυσμενής επίδραση στην γονιμοποίηση και την κομπόδεση. Με τα ακανόνιστα ποτίσματα ευνοείται η ξηρά κορυφή και το σχίσσιμο των καρπών.

Η συχνότητα των αρδεύσεων, σχετίζεται με την ποσότητα του νερού που θα χορηγηθεί σε κάθε πότισμα. Πολύ αραιές αρδεύσεις με μεγάλες ποσότητες νερού ιδιαίτερα τον χειμώνα, δημιουργούν προβλήματα ασφυξίας στις ρίζες των φυτών, ενώ την άνοιξη και το καλοκαίρι λόγω μεγάλης διακύμανσης της εδαφικής υγρασίας προκαλούν δυσκολίες στην κομπόδεση, μείωση της παραγωγής και σκισίματα στους καρπούς.

Η πιο ικανοποιητική συχνότητα άρδευσης είναι συχνές αρδεύσεις με μικρές ποσότητες νερού οι οποίες μπορούν να διατηρήσουν την εδαφική υγρασία χρονικά ομοιόμορφη σε κανονικά επίπεδα, χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις και επομένως να εξασφαλίσουν το μέγιστο της παραγωγής επειδή τα φυτά έχουν στην διάθεσή τους πάντα αρκετή ποσότητα νερού.

Στην αρχή πρέπει να γίνονται 1 - 2 ποτίσματα μετά την φύτευση και στην συνέχεια για τις επόμενες 40 ημέρες πρέπει να υπάρχει προσοχή στο πότισμα για να μην ευνοηθεί η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και για να μην γίνει ανεξέλικτη ανάπτυξη του φυλλώματος.

Η κατάλληλη χρονική στιγμή που πρέπει να γίνει το πότισμα είναι όταν η υγρασία του εδάφους φτάσει στο 20 % της

υδατοικανότητάς του και όταν τα φυτά αποκτήσουν σκούρο πράσινο χρώμα και είναι φανερό ότι διψούν.

Ο προσδιορισμός των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας προσδιορίζεται είτε εμπειρικά από τον καλλιεργητή ή με την παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών μακροσκοπικές εξετάσεις της υγρασίας του εδάφους(πίεση με την παλάμη), οπτική εξέταση των φυτών, είτε με την χρήση επιστημονικών μεθόδων μεγαλύτερης ακριβείας. Με τις επιστημονικές μεθόδους ο προσδιορισμός των αναγκών σε νερό γίνεται με μέτρηση της υγρασίας του εδάφους με τασίμετρα, ηλεκτρικές αντιστάσεις, ατομική ενέργεια προσδιορισμό με βάση τις καιρικές συνθήκες κυρίως της ηλιακής ακτινοβολίας και με μέτρηση εξάτμισης στο περιβάλλον του θερμοκηπίου. (Χρίστου, 2001).

1.5. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ

Οι ποικιλίες ή καλύτερα τα υβρίδια (*F1*) που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια διακρίνονται βασικά σε δυο κατηγορίες :

A) αυτές που η ανάπτυξή τους σταματά από μόνη της όταν φτάσουν σε ένα ορισμένο στάδιο (*determinate*) και

B) τις ποικιλίες ή υβρίδια (*F1*) που αναπτύσσονται συνέχεια όσο διαρκεί η καλλιέργεια (*indeterminate*).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κυρίως οι ποικιλίες και υβρίδια (*F1*) που ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία. Για την επιλογή ενός υβριδίου ή μιας ποικιλίας και για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα υβρίδιο ή ποικιλίας τομάτας είναι : καλή απόδοση, πρωϊμότητα, καλή ποιότητα καρπού (σχήμα, χρώμα, υφή, γεύση), αντοχή στις ασθένειες, αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και τέλος το φυτό να έχει ομοιόμορφη ανάπτυξη και όχι πολύ μεγάλα φύλλα. Ο υβριδίοσπορος της τομάτας παράγεται εξ-ολοκλήρου στο εξωτερικό. Τα καλλιεργούμενα υβρίδια στα θερμοκήπια ταξινομούνται ανάλογα με το μέγεθος του καρπού σε μεγαλόκαρπα – μεσόκαρπα – μικρόκαρπα. Επίσης η επιλογή του υβριδίου γίνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς. Έτσι διακρίνονται τα παρακάτω υβρίδια : α) Μεγαλόκαρπα με βάρος καρπού 150g και άνω. : *Domambo, Dombito, GC 204, Larma, Athens,*

Gloty, Lotus, Robin, Jolly, β) Μεσόκαρπα με βάρος καρπού μεταξύ 100-150 g. :
Durato, Meltine, Precator, γ) Μικρόκαρπα με βάρος καρπού μεταξύ 60-100 g. :
Angella, Grenadier, Marathon, Marcanto και δ) πολύ μικροί καρποί με βάρος 10 –
20 g γνωστός με το όνομα *Cherry*.

Θα μπορούσε να γίνει διαχωρισμός στις ποικιλίες και στα υβρίδια (F1)
“κανονικής” διάρκειας ζωής και σε αυτά με μεγάλη διάρκεια ζωής (τα long life).

Στην Ελλάδα προτιμούνται οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες και υβρίδια και τα
συνηθισμένα καλλιεργούμενα είναι τα παρακάτω :

Dombo F1: Φυτό δυνατής ανάπτυξης, με βραχεία μεσογονάτια διαστήματα και
μεγάλο αριθμό ταξιανθιών στην μονάδα του ύψους και είναι φυτό απεριόριστης
ανάπτυξης. (indeterminate). Ο καρπός του είναι σφαιρικός, συνεκτικός,
πολύχρωμος μέσου βάρους 270-300 g και αντέχει στην μεταφορά. Είναι ανθεκτικό
στις φυλές A και B του *Cladosporium fulvum*, και *Verticillium albo-artum* και στις
φυλές 1 και 2 του *Fusarium oxysporum*.

Dombito F1: Φυτό ζωηρής ανάπτυξης, με βραχεία μεσογονάτια διαστήματα.
Είναι υβρίδιο πρώιμο και παραγωγικό και είναι φυτό απεριόριστης ανάπτυξης. Ο
καρπός του είναι πολύχρωμος, σχετικά ομοιόμορφος στο μέγεθος, μεγάλος, μέσου
βάρους 250-270g, συνεκτικός, έχει καλό χρωματισμό και αντέχει στην μεταφορά.
Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού (*TMV*), στις φυλές A και B του
Cladosporium fulvum και στις φυλές A και Β του *Fusarium oxysporum*.

Concreto F1: Φυτό καλή ανάπτυξης με βραχεία μεσογονάτια διαστήματα,
αναβλαστώνει πολύ εύκολα. Οι ταξιανθίες είναι εκ φύσεως σχετικά μικρού μήκους
και φέρουν περιορισμένο αριθμό ανθέων και επομένως και καρπών. Είναι μέσης
πρωιμότητας και φυτό απεριόριστης ανάπτυξης. Ο καρπός του είναι σχετικά
μεγάλος, μέσου βάρους 180 g πολύχρωμος, με σφαιρικό σχήμα και φέρει μαλακές
αυλακώσεις, είναι αρκετά συνεκτικός και ανθεκτικός στο σχίσιμο, χωρίς πράσινους
ώμους. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού (*TMV*), στις φυλές A, B, C, D και
E του *Cladosporium fulvum* και στις φυλές 1 και 2 του *Fusarium oxysporum*.

Caruso F1: Φυτό μέσης προς ζωηρής ανάπτυξης, με βραχεία μεσογονάτια
διαστήματα και με τάση ανάπτυξης των φύλλων προς τα έξω. Είναι μέσης
πρωιμότητας υβρίδιο και φυτό απεριόριστης ανάπτυξης. Ο καρπός του είναι
μεγάλος μέσου βάρους 200-320 g, σφαιρικός με ελαφρές αυλακώσεις και
πολύχρωμος και με ελαφρώς πράσινους ώμους. Είναι ανθεκτικός στο μωσαϊκό του
καπνού (*TMV*) στις φυλές A, B, C, D και E του *Cladosporium fulvum*, στο
Verticillium albo-artum και στις φυλές 1 και 2 του *Fusarium oxysporum*.

Jolly F1 : Φυτό ζωηρής ανάπτυξης και υβρίδιο πρώιμης παραγωγής και φυτό
απεριόριστης ανάπτυξης. Ο καρπός είναι μεγάλος μέσου βάρους 200-300 g,
πολύχρωμος και σφαιρικού σχήματος. Είναι ανθεκτικό στο *Fusarium oxysporum*
στο *Verticillium albo-artum* στις ιώσεις και στα νηματώδη.

Fantastic F1: είναι υβρίδιο πρώιμο και παραγωγικό. Ο καρπός είναι μεγάλος,

μέσου βάρους άνω των 250 g. Είναι ανθεκτικό στο *Fusarium oxysporum* στο *Verticillium albo-artum* και νηματώδεις

Vision FI: φυτό με “ανοιχτή” ανάπτυξη πρώιμης ως μέσης πρωιμότητας και είναι φυτό απεριόριστης ανάπτυξης. Ο καρπός είναι πολύχρωμος σφαιρικός, αρκετά συνεκτικός και σαρκώδης, μέσου βάρους 180-220 g. Χωρίς πράσινους ώμους. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού(TMV) στις φυλές A, B, C, D και E του *Cladosporium fulvum*, στο *Verticillium albo-artum* και στις φυλές 1 και 2 του *Fusarium oxysporum*.

Angela FI: φυτό ζωηρό με “ανοιχτή” ανάπτυξη. Ο βλαστός αναπτύσσεται συνεχώς (indeterminate) και είναι κατάλληλο για παραγωγή το χειμώνα. Ο καρπός είναι δίχωρος ή τρίχωρος σφαιρικός με χονδρά εξωτερικά τοιχώματα, μέσου βάρους 70-90 g, χωρίς πράσινους ώμους και αντέχει πολύ στην μεταφορά. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού (TMV) στις φυλές A, B, C του *Cladosporium fulvum* και στις φυλές 1 και 2 του *Fusarium oxysporum*.

Carmello FI(CG 204) : Φυτό δυνατής απεριόριστης ανάπτυξης με μεγάλα φύλλα. Οι ταξιανθίες είναι σχετικά μικρού μεγέθους με περιορισμένο αριθμό ανθέων και επομένως και καρπών. Ο καρπός είναι μεγάλος πολύχωρος και αρκετά συνεκτικός.

Daniella FI : Φυτό ζωηρής ανάπτυξης και όψιμης ωρίμανσης, πολύ παραγωγικό και είναι κατάλληλο για ανοιξιάτικη καλλιέργεια. Είναι ανθεκτικό στις φυλές 1 και 2 του *Fusarium oxysporum* στο v1 του *Verticillium albo-artum* και στο μωσαϊκό του καπνού (TMV). Το φυτό μπορεί να αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε συνθήκες ελαφράς αλατότητας και να καρποδένει σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Ο καρπός είναι πεπλατυσμένος με πράσινους ώμους, μέσου βάρους 120-180 g ,συνεκτικός με μεγάλη διάρκεια ζωής κατά την ωρίμανση και την συγκομιδή.

Garnet 622 FI: Φυτό ζωηρής ανάπτυξης, μεσοπρώιμο, πολύ παραγωγικό, κατάλληλο για καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού (TMV),στο *Verticillium albo-artum* και στις φυλές 1 και 2 του *Fusarium oxysporum*. Ο καρπός είναι ομοιόμορφος με ωραίο κόκκινο χρώμα κατά την πλήρη ωρίμανση, είναι αρκετά συνεκτικός με μέσο βάρος 200-250 g και αντέχει στις μεταφορές και έχει την ικανότητα να διατηρείται πολύ μετά την συγκομιδή.

Preveza FI: Υβρίδιο μεγάλης διάρκειας ζωής, με μεγάλη αντοχή στις μεταφορές με μεγάλου μεγέθους καρπούς 250-300 g, ομοιόμορφους, σφαιρικούς με βαθύ κόκκινο χρώμα κατά την ωρίμανση και οι ταξιανθίες έχουν 5-7 καρπούς. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού (TMV) και στην φυλή 1 του *Fusarium oxysporum* και στους νηματώδεις. (Χρίστου, 2001).

1.6. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ.

1.6.1. ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ



Εικόνα 2 : Συμπτώματα προσβολής.

Ο περονόσπορος οφείλεται στον μύκητα *Phytophthora infestans* ο οποίος ανήκει στην οικογένεια *Pythiaceae* και είναι μια από τις πιο καταστροφικές ασθένειες γιατί παίρνει την μορφή της επιδημίας και μπορεί να αφανίσει την καλλιέργεια τομάτας ενός θερμοκηπίου μέσα σε λίγες ώρες, αν δεν ληφθούν έγκαιρα τα κατάλληλα μέτρα. Προσβάλλει όλα τα εναέρια τμήματα του βλαστού, όπου προκαλεί χαρακτηριστικές κηλίδες. Στην αρχή οι κηλίδες στα φύλλα είναι μεγάλου μεγέθους με χρώμα υποκίτρινο και στην συνέχεια γίνονται καστανές.

Όταν ο καιρός είναι ξηρός οι κηλίδες ξηραίνονται και θρυμματίζονται ενώ όταν ο καιρός είναι υγρός επεκτείνονται ταχύτατα σε όλη την επιφάνεια του φύλλου και εμφανίζουν λευκές εξανθήσεις.

Τέτοιες κηλίδες εμφανίζονται ακόμα και στους μίσχους των φύλλων και στα στελέχη. Στο σημείο προσβολής τα στελέχη κάμπτονται και σπάζουν και τα φύλλα κρέμονται.

Στους καρπούς εμφανίζονται κηλίδες σκοτεινού χρώματος και ελαιώδους υφής που μπορούν να καλύψουν έως και ολόκληρο τον καρπό. Αργότερα οι καρποί σαπίζουν. (Δημόπουλος, 1995).

ΩΪΔΙΟ



Εικόνα 3 : Συμπτώματα προσβολής και τα κλειστοθήκια του μύκητα στο στερεοσκόπιο.

Το ωΐδιο οφείλεται στον μύκητα *Laveiulla taurica* της τάξης *Erysiphales*. Τα συμπτώματα της ασθένειας εμφανίζονται στην πάνω επιφάνεια των φύλλων της βάσης του φυτού με την μορφή κιτρινοπράσινων έως έντονα κίτρινων γωνιωδών κηλίδων

μεγέθους έως και 1cm. Στην κάτω επιφάνεια του φύλλου εμφανίζεται το σημείο το οποίο βρίσκεται με την μορφή λευκής εξάνθησης. Τα συμπτώματα βαθμιαία πηγαίνουν προς τα ανώτερα φύλλα. Η πολύ υψηλή σχετική υγρασία ευνοεί την μόλυνση 55 – 90 % αλλά ακόμα και χαμηλές 20 – 30 % όπως και η θερμοκρασία των 26 °C . Στα θερμοκήπια εκδηλώνεται τον φθινόπωρο ενώ το χειμώνα η ασθένεια περιορίζεται ή εξαφανίζεται.

ΦΕΛΛΩΔΕΙΣ ΣΗΨΙΡΡΙΖΙΑ

Η φελλώδης σηψιρριζία (Brown root ή corky root) οφείλεται στο μύκητα *Pyrenopeziza lycopersicio* ο οποίος προκαλεί καστανή σηψιρριζία, η οποία διαφέρει από τις άλλες καστανές σηψιρριζίες (*Colletotrichum coccodes*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*) στο ότι αυτή συνοδεύεται και από φελλώδη ρίζα καρπού.

ΑΔΡΟΜΥΚΩΣΕΙΣ



Εικόνα 4 : Προσβολή ασθένειας σε καλλιέργεια τομάτας .

Οι αδρομυκώσεις οφείλονται στους μύκητες *Verticillium dahliae* και σε είδη *Fusarium spp* και ανήκουν στους Δευτερομύκητες. Είναι πολύ διαδεδομένες καταστρεπτικές ασθένειες για την τομάτα. Είναι ασθένειες που εκδηλώνονται κυρίως με τοπικές ή καθολικές μαράνσεις των φυτών. Το σύμπτωμα αυτό οφείλεται στο φράξιμο των αγγείων από την ανάπτυξη του μυκηλίου των παθογόνων μυκήτων, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται μερικώς ή ολοσχερώς η μεταφορά νερού και των θρεπτικών στοιχείων. Τα προσβεβλημένα φυτά συνήθως υποκύπτουν. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι ο μαρασμός των φυτών τις ζεστές ώρες της μέρας, ενώ τις νύχτες επανέρχονται. Σε προχωρημένο στάδιο έχουμε μόνιμο μαρασμό. Τα φύλλα της βάσης κιτρινίζουν περιφερικά και αργότερα ξηραίνονται. Ακόμα διακρίνεται εσωτερικός καστανός μεταχρωματισμός των ξυλωδών αγγείων του φυτού. (Δημόπουλος, 1995).

Το βερτιτσίλιο (*Verticillium*) ευνοείται από χαμηλές θερμοκρασίες (όχι πάνω από 25 °C) γι αυτό σημειώνονται οι προσβολές του χειμώνα και αρχές άνοιξης.

Το φουζάριο (*Fusarium spp*) ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες γι' αυτό σημειώνονται οι προσβολές στο τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι. (Ζαρμπούτη, 1992).

ΚΛΑΔΟΣΠΟΡΙΑΣΗ.

Η κλαδισπορίαση οφείλεται στον μύκητα *Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*. Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Στην πάνω επιφάνεια των φύλλων δημιουργούνται ανοικτοπράσινες έως κιτρινοπράσινες κηλίδες με χλωρωτική άλω. Στην κάτω επιφάνεια των φύλλων δημιουργείται εξάνθηση μπεζ – καφέ χρώματος. Ο μύκητας ευνοείται από πολύ υψηλή υγρασία 90 – 100% και θερμοκρασία 24 -25 °C.

ΑΛΤΕΡΝΑΡΙΩΣΗ



Εικόνα 5 : Προσβολή ασθένειας.

Η αλτερναρίωση ή αλλιώς ο πρώιμος περονόσπορος οφείλεται στον μύκητα *Alternaria solani* ο οποίος ανήκει στην οικογένεια *Dematiaceae* της τάξης *Moniliales* των Δευτερομυκήτων. Σε προσβολή των φυτών στο σπορείο παρουσιάζουν σήψη του λαιμού, μαύρο έλκος γύρω από αυτόν και μαραίνονται απότομα.

Στα ανεπτυγμένα φυτά προσβάλλονται όλα τα υπέργεια όργανα του φυτού (τα φύλλα, οι βλαστοί και οι καρποί). Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στα φύλλα της βάσης με καστανές κηλίδες που προοδευτικά συγκεντρώνονται καταλαμβάνουν όλο το έλασμα και τα φύλλα ξηραίνονται. Ίδιες κηλίδες εμφανίζονται στους μίσχους των φύλλων και τους ποδίσκους των καρπών. Στους καρπούς γύρω από την περιοχή πρόσφυσης με τον ποδίσκο αναπτύσσονται μεγάλες βυθισμένες κηλίδες μαύρου χρώματος. Στα νεαρά φυτά προσβάλλεται ο λαιμός

Ο μύκητας ευνοείται από υψηλή θερμοκρασία και υψηλή υγρασία.

ΣΕΠΤΟΡΙΩΣΗ



Εικόνα 6 : Συμπτώματα ασθένειας.

Η ασθένεια εμφανίζεται σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα αυτής της ασθένειας είναι οι πολλές μικρές κηλίδες στα φύλλα με γκριζό κέντρο και

περιφερικά είναι σκοτεινή. Τα φύλλα συνήθως ξηραίνονται. Ευνοείται από υψηλή θερμοκρασία 15 – 18 °C και υγρασία. (Ζαρμπούτη, 1992).

ΣΚΛΗΡΩΤΙΝΙΑΣΗ



Εικόνα 7 : Συμπτώματα και το σκληρώτιο με τα αποθήκια.

Η σκληρωτινίαση οφείλεται στον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς.

ΕΛΚΟΣ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ ΑΠΟ ΔΙΔΥΜΕΛΛΑ

Η Ντιντιμέλλα οφείλεται στον μύκητα *Didymella lycopersici*. Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς του φυτού. Αρχικά σχηματίζεται μια μεγάλη επιμήκης κηλίδα σκούρου χρώματος, που αργότερα γίνεται βυθισμένη και καστανού χρώματος, μήκους 2- 10 cm.

ΤΕΦΡΑ ΣΗΨΗ Η ΒΟΤΡΥΤΗΣ



Εικόνα 8 : Προσβολή ασθένειας και τα σκληρώτια του μύκητα στο στερεοσκόπιο.

Η τεφρά σήψη ή βοτρύτης οφείλεται στον μύκητα *Botrytis cinerea*, ο οποίος ανήκει στην οικογένεια *Moniliaceae*, της τάξης *Hyphomycetales (Moniliales)*, της κλάσης *Hyphomycetes* των Δευτερομυκήτων.

Θεωρείται μια από τις σοβαρότερες ασθένειες των θερμοκηπίων. Ο μύκητας εμφανίζεται σε όλα τα φυτικά μέρη σε υγιείς αλλά και σε προσβεβλημένους ιστούς. Όλοι οι προσβεβλημένοι ιστοί σε συνθήκες υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας καλύπτονται από την χαρακτηριστική τέρφη εξάνθηση. Πάνω στην εξάνθηση μπορεί να υπάρχουν και τα σκληρώτια του μύκητα. Το παθογόνο αναπτύσσεται σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών από 1 – 30 °C. και σε υψηλή σχετική υγρασία. Οι μολύνσεις ξεκινούν από το μυκήλιο που αναπτύσσεται πάνω σε νεκρούς ή εξασθενημένους καρπούς. (Ζαρμπούτη, 1992).

1.6.2. ΒΑΚΤΗΡΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

ΚΟΡΥΝΟΒΑΚΤΗΡΙΩΣΗ (ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΟΣ ΚΑΡΚΙΝΟΣ).



Εικόνα 9: Προσβολή ασθένειας .

Αν και αυτή η ασθένεια δεν είναι τόσο συχνή όσο άλλες ασθένειες της τομάτας, θεωρείται σοβαρότερη διότι όταν εκδηλωθεί προκαλεί σοβαρές απώλειες και είναι αδύνατο να αντιμετωπιστεί. Η κορυνοβακτηρίωση οφείλεται στο βακτήριο *Clavibacter michiganensis* (ή *Corynebacterium michiganense*). Το βακτήριο αυτό είναι από τα ελάχιστα φυτοπαθογόνα βακτήρια, που είναι θετικά κατά Gram. Σε τεχνητό υπόστρωμα σχηματίζει κίτρινες αποικίες και προσβάλλει μόνο την τομάτα. (Δημόπουλος, 1995).

Τα νεαρά φυτά στο σπορείο παρουσιάζουν μαρασμό και ξηραίνονται ενώ αν επιζήσουν εμφανίζουν έντονο νανισμό. Στα αναπτυγμένα φυτά μαραίνονται πρώτα τα κοντότερα φύλλα, το έλασμα συστρέφεται, ενώ ο μαρασμός είναι μονόπλευρος.

Αργότερα ολόκληρα τα φυτά μαραίνονται ή παθαίνουν ημιπληγία. Στο βλαστό έχουμε κίτρινο έως καστανό μεταχρωματισμό. Σε προχωρημένα στάδια ο φλοιός των στελεχών καταστρέφεται, η επιδερμίδα σχίζεται και σχηματίζονται επιμήκη έλκη.

Στους καρπούς αρχικά εμφανίζονται υπόλευκες κηλίδες αργότερα έχουν καστανό κέντρο που σχίζεται.

Η μόλυνση μπορεί να έχει προκληθεί από μολυσμένο σπόρο, πληγές ριζών ή στέλεχος ή από μολυσμένα εργαλεία κατά τις καλλιεργητικές εργασίες ενώ ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες 26 – 28 °C. (Ζαρμπούτη, 1992).

ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΣΤΙΓΜΑΤΩΣΗ



Εικόνα 10 : Συμπτώματα ασθένειας.

Σοβαρή ασθένεια στην καλλιέργεια της τομάτας. Στα νεαρά φυτά μπορεί να καταστρέψει όλη την καλλιέργεια. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα της καλλιέργειας είναι κηλιδώσεις σε όλα τα φυτικά όργανα(μίσχοι, φύλλα ,καρποί, βλαστό). Η βακτηριακή στιγματώση ευνοείται από υψηλή υγρασία και θερμοκρασία 23 – 25 °C.

1.6.3. ΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

ΜΩΣΑΙΚΟ ΤΟΥ ΚΑΙΠΝΟΥ – ΤΜΝ.



Εικόνα 11: προσβολή ασθένειας.

Ο ιός αυτός μεταδίδεται με αφίδες και είναι αιτία σοβαρότατων ζημιών κάθε χρόνο στην καλλιέργεια της τομάτας στην χώρα μας. Προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα του μωσαϊκού τα οποία είναι καρούλιασμα και περιφερικές εγκοπές. Γενικά τα φυτά παρουσιάζουν καθυστερημένη ανάπτυξη, περιορισμένη ανθοφορία και μειωμένη κομπόδεση. Οι καρποί είναι μικρότερου μεγέθους και με ανομοιόμορφη ωρίμανση.

Μια άλλη φυλή προκαλεί εσωτερικό καστάνισμό των καρπών χωρίς απαραίτητα μωσαϊκό στα φύλλα.

Ο ιός είναι ανθεκτικός και σε πολύ ψηλές θερμοκρασίες δηλ 90 – 95 C. Και διατηρεί την μολυσματικότητά του για πολλά χρόνια.

ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΑΡΟΥΛΙΑΣΜΑ – TYLCV

Ο ιός αυτός μεταδίδεται με τα αλευρώδη και προσβάλλει ολόκληρο το φυτό, αλλά κυρίως την βλαστανούσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση.

ΜΑΡΑΣΜΟΣ ΜΕ ΚΗΛΙΔΩΣΗ

Ο ιός αυτός μεταδίδεται με μηχανικά με τον χυμό ή με τον σπόρο και με τους θρίπες. Στην πάνω επιφάνεια στα φύλλα των νεαρών φυτών εμφανίζονται συμπτώματα μωσαϊκού , ορειχάλκινος χρωματισμός που μπορεί να επεκταθεί στους μίσχους, στα στελέχη, στους ποδίσκους και στους κάλυκες. Αργότερα οι ορειχάλκινες κηλίδες νεκρώνονται και τα φύλλα πέφτουν. Τα φυτά παρουσιάζουν μείωση της ανάπτυξης. Αν

οι κηλίδες εμφανιστούν στην αναπτυσσόμενη κορυφή ακολουθεί μαρασμός και ξήρανση. Στους νεκρούς καρπούς έχουμε κηλίδες με συγκεντρικές ζώνες. (Ζαρμπούτη, 1992).

1.6.4 ENTOMΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ - ΕΧΘΟΡΟΙ

ΑΛΕΥΡΩΔΕΙΣ



Εικόνα 12 : Ακμαίο *Bemissia tabaci* (κάτω δεξιά) κ' ακμαία *Trialeurodes vaporariorum*. Ακμαία και νύμφες *Trialeurodes vaporariorum*.

Οι αλευρώδεις είναι έντομα φυλλώματος και είναι γνωστές ως και άσπρες μύγες. Είναι είδη της οικογένειας *Aleurodidae* των ημίπτερων (*Heteroptera*) και συγκεκριμένα τα είδη *Bemisia tabacae* και *Trialeurodes vaporariorum* είναι αυτά που προκαλούν σοβαρές ζημιές στην καλλιέργεια της τομάτας. Τα ακμαία γενούν τα αυγά τους στην κάτω επιφάνεια των φύλλων σε ημικυκλική διάταξη και ο αριθμός τους εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το είδος του φυτού – ξενιστή. Οι αλευρώδεις τρέφονται εις βάρος των φυτών, αποξυμώντας φυτικούς χυμούς τόσο στο στάδιο της νύμφης όσο και στο στάδιο του ακμαίου, προκαλώντας κιτρίνισμα των φύλλων, μερική φυλλόπτωση και εξασθένηση των φυτών. Οι αλευρώδεις εκκρίνουν κάποιες ουσίες <<μελιτώδεις εκκρίσεις>> οι οποίες συμβάλουν στην ανάπτυξη της καπνιάς και σε πολλές περιπτώσεις είναι φορείς σημαντικών ασθενειών. Η καπνιά καλύπτει τα φυτά υποβαθμίζοντας έτσι την ποιότητά τους καθώς ανεβάζει το κόστος γιατί χρειάζονται πλύσιμο πριν βγουν στην αγορά. Τα φυτά εξασθενούν και κιτρινίζουν. Οι αλευρώδεις επιβιώνουν τον χειμώνα στα θερμοκήπια. (Δημόπουλος, 1995).

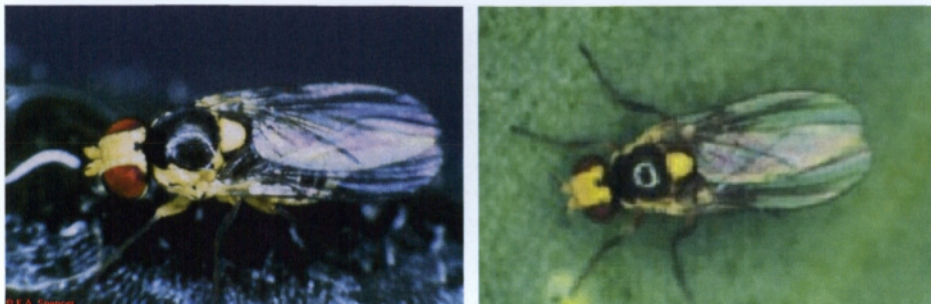
ΑΦΙΔΕΣ – διάφορα είδη

Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς.



Εικόνα 13: *Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Aphis craccivora*.

ΦΥΛΛΟΡΥΚΤΗΣ Ή ΥΠΟΝΟΜΕΥΤΗΣ



Εικόνα 14 : *Liriomyza trifolii*: Ακμαίο, *Liriomyza bryoniae*: Ακμαίο

Οι φυλλορύκτες είναι έντομα φυλλώματος της τάξης των *Diptera* της οικογένειας *Agromyzidae*. Τα πιο συνηθισμένα είδη που προσβάλλουν την τομάτα και πολλά άλλα φυτά είναι τα *Liriomyza trifolii*, τα *Liriomyza bryoniae* και τα *Liriomyza huidobrensis*. Η προνύμφη έχει τοξοειδή άγκιστρα κατάλληλα για να κόβει και να απομυζεί τους φυτικούς χυμούς. Τα ακμαία τρέφονται με το νέκταρ και τους χυμούς από τα φύλλα. Οι ζημιές αυτές που προκαλούν στα φύλλα μειώνουν την φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών, η ξήρανση των φύλλων και σε μερικές περιπτώσεις η νέκρωση των νεαρών φυταρίων. Ακόμα γύρω από τις πληγές των τσιμπημάτων των ακμαίων στα φύλλα, οι ιστοί γίνονται χλωρωτικοί και συχνά ακολουθεί δευτερογενής προσβολή από βακτήρια και μύκητες.

ΣΙΔΗΡΟΣΚΩΔΙΚΕΣ



Εικόνα 15 : Ακμαίο του *Agriotes sp.* και οι προνύμφες του *Agriotes obscurus*.

Προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

ΘΡΙΠΕΣ



Εικόνα 16 : *Thrips tabaci*.

Προσβάλλουν τα φύλλα και μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις.

ΑΚΑΡΕΑ – ΚΟΙΝΟΣ ΤΕΤΡΑΝΥΧΟΣ



Εικόνα 17 : *Aculops lycopersici* : Προσβολή από *Aculops lycopersici*

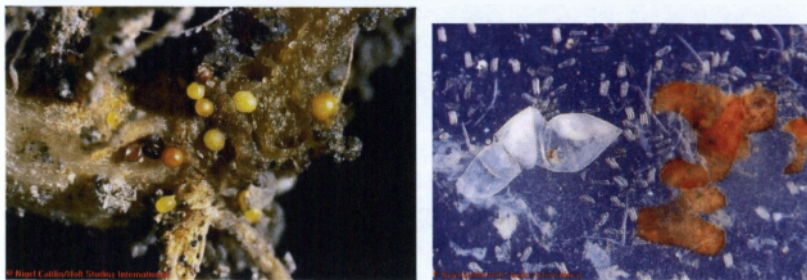
Ο τετράνυχος είναι ένα πολύ τυπικό είδος (με πολλά υποείδη και φυλές) που ανήκει στην οικογένεια *Tetranychidae* και προσβάλλει την τομάτα και πολλά άλλα φυτά. Και συγκεκριμένα το άκαρι της οικογένειας *Eriophyidae* το *Aculops lycopersici* οφείλεται για την μπρούτζινη ακαρίωση της τομάτας το οποίο προσβάλλει όλα τα υπέργεια μέρη της τομάτας και προκαλεί πράσινο – μπρούτζινη απόχρωση, παραμορφώσεις, συστρώσεις και φυλλόπτωση στα φύλλα και στους καρπούς. Ο τετράνυχος εγκαθίσταται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και συγκεκριμένα κοντά στα κεντρικά νεύρα και μέσα σε μικροκοιλότητες των φύλλων όπου ιδρύουν αποικίες τις οποίες περιβάλλουν με μετάξινο ιστό. Εκεί τρέφονται αποζητώντας τον χυμό των φυτών προκαλώντας τον σχηματισμό νεκρωτικών κηλίδων, ανοιχτοκίτρινων κηλίδων χωρίς καθορισμένα όρια όπου σε βαριά προσβολή μπορεί να καλύψουν ολόκληρα τα φύλλα. Πολλές φορές μπορεί να υπάρξει καταστροφή ολόκληρης της καλλιέργειας. (Παπαδοπούλου, 2006).

Τα ακάρεα ευνοούνται από ξηρό και ζεστό καιρό. (Δημόπουλος, 1995).

ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ



Εικόνα 18 : *Meloidogyne arenaria* ←L2 στο ακραίο μέρος των ριζών, Κομβολόγιασμα των ριζών



Εικόνα 19 : Κύστες σε ρίζα πατάτας, Σπασμένη κύστη με αυγά *Meloidogyne spp* και *Heterodera rostochiensis* Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα. (Βλαχόπουλος, 2004).

1.7 ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

1.7.1. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ

Σημαντικός παράγοντας είναι ο περιορισμός της υγρασίας. Ακόμα απαιτούνται προληπτικοί ψεκασμοί με διθειοκαρβαμιδικά (*maneb*, *zineb*, *macrozeb*) με *Chlorithalonil* ή *dichlofluanid*. Ακόμα είναι αποτελεσματικό να χρησιμοποιείται και το *metalaxyl* μόνο όμως σε μείγματα γιατί μπορεί να δημιουργηθούν ανθεκτικά στελέχη. Τα χαλκούχα σκευάσματα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν τα φυτά είναι μικρά γιατί προκαλείται καθυστέρηση στη ανάπτυξή τους. Και τέλος είναι απαραίτητο να αφαιρούνται τα προσβεβλημένα μέρη και να εφαρμόζεται ψεκασμός. (Ζαρμπούτη, 1992).

ΩΙΔΙΟ

Σημαντικός παράγοντας είναι η μείωση της θερμοκρασίας και οι επεμβάσεις με ωιδιοκτόνα όπως είναι τα : *melthyl*, *thiophanate*, *pyrazophos*, *fenarimol* και *triforine*.

ΦΕΛΛΩΔΕΙΣ ΣΗΨΙΡΡΙΖΙΑ

Καταπολεμείται με ανθεκτικές ποικιλίες, ανθεκτικά υποκείμενα και με απολύμανση του εδάφους.

ΦΑΙΑ ΣΗΨΗ

Καταπολεμείται με την διατήρηση της σχετικής υγρασίας του θερμοκηπίου σε επίπεδα κάτω από 80%, με προληπτικούς ή θεραπευτικούς ψεκασμούς και με την βελτίωση συνθηκών στο θερμοκήπιο (καλός εξαερισμός υψηλές θερμοκρασίες)ψεκασμούς με διάφορα μυκητοκτόνα.

ΑΔΡΟΜΥΚΩΣΕΙΣ

Η αντιμετώπιση των αδρωμικών σεων μετά την εκδήλωση τους είναι αρκετά δύσκολη έως αδύνατη.

Προληπτικά αντιμετωπίζονται με :

- Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών.
- Απολύμανση του εδάφους όπου αυτό είναι εφικτό.
- Χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού (υγιή φυτάρια κατά την μεταφύτευση).
- Σε ορισμένες περιπτώσεις εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα.
- Καταπολέμηση εντόμων εδάφους και νηματωδών, επειδή με τις πληγές που δημιουργούν διευκολύνουν την είσοδο των παθογόνων στις ρίζες.
- Εφαρμογή αμειψισποράς με ανθεκτικά φυτά (μικρής αποτελεσματικότητας λόγω της διατήρησης των παθογόνων στο έδαφος επί μακρό χρόνο) και καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας με καύση.
- Ριζοποτίσματα με διασυστηματικά μυκητοκτόνα : *bemomyl, methyl – thiophonate, Carbendazim*.
- Χορήγηση νιτρικών λιπασμάτων (PH= 7). Αποφυγή εγναρμογής αυξημένων ποσοτήτων αζώτου και φωσφόρου.
- Και τέλος με την ηλιοαπολύμανση. (Παπαδοπούλου, 2006).

ΚΛΑΔΟΣΠΟΡΙΑΣΗ

Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με την μείωση της υγρασίας. Ακόμα είναι αποτελεσματικά τα υβρίδια με ανθεκτικότητα στο κλαδοσπόριο.

ΑΛΤΕΡΝΑΡΙΩΣΗ

Επιβάλλεται η καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας και η χρήση υγιούς σπόρου. Ακόμα καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με διθειοκαρβαμδικά, *Chlorothalonil*, *folpet*.

ΣΕΠΤΟΡΙΩΣΗ

Επιβάλλεται η καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας και η χρήση υγιούς σπόρου. Επίσης συνίσταται ψεκασμοί με διθειοκαρβαμδικά ή χαλκούχα.

ΣΚΛΗΡΩΤΙΝΙΑΣΗ

Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με μυκητοκτόνα και με απολύμανση του εδάφους.

ΕΛΚΟΣ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ ΑΠΟ ΔΙΔΥΜΕΛΛΑ

Καταπολεμάται με καρβαμδικά μυκητοκτόνα και το *Benlate*.

ΤΕΦΡΑ ΣΗΨΗ Ή ΒΟΤΡΥΤΗΣ

Μεγάλη σημασία έχουν τα μέτρα που εφαρμόζονται για την διατήρηση της σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου σε χαμηλά επίπεδα. Απαιτούνται καλός αερισμός του θερμοκηπίου, αραιή φύτευση, όχι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας που οδηγούν σε συμπύκνωση υδρατμών, κανονικό κλάδεμα ξεφύλλισμα και κατεύθυνση των γραμμών φύτευσης από βορρά προς νότο. Αφαίρεση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτικών οργάνων και φυτών. Πρέπει να γίνεται προσεκτική αφαίρεση του έλκους με μαχαίρι πριν αυτό προχωρήσει βαθιά και τέλος επάλειψη των αγγείων ιστών με *Chlorothalonil*, μαζί με ένα δικαρβοξαμδικό. Προληπτικοί ψεκασμοί μπορούν να γίνουν με *Chlorothalonil*, *folpet*, *dichlofluanid*... Καλύτερα είναι τα βενζιμιδαζολικά αρκεί να μην υπάρχουν στελέχη του μύκητα που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα. (Ζαρμπούτη, 1992).

ΚΟΡΥΝΟΒΑΚΤΗΡΙΩΣΗ (ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΟΣ ΚΑΡΚΙΝΟΣ)

Επιβάλλεται η απολύμανση του εδάφους και η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου όπως επίσης και η απομάκρυνση των προσβεβλημένων φυτών μαζί με το ριζικό τους σύστημα.

Να γίνεται καταστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας. Τέλος πρέπει να γίνεται απολύμανση του σπόρου με εμβάπτιση σε νερό σε θερμοκρασία 55 °C για 25 min.

ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΣΤΙΓΜΑΤΩΣΗ)

Επιβάλλεται το ξερίζωμα και η καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών όταν ο αριθμός τους είναι μικρός και μείωση της υγρασίας στο θερμοκήπιο. Πρέπει να χρησιμοποιούνται υγιή σπόροι και να γίνονται ψεκασμοί με βορδιγάλειο πολτό, οξυχλωριούχο χαλκό ή αντιβιοτικά κάθε 7 μέρες με βάση τη θεική στρεπτομυκίνη. Πιο καλά αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί όταν υπάρχει συνδυασμός με μείγμα χαλκούχων και *maneb* και *mancoreb*.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΙΩΣΕΩΝ

Επιβάλλονται τα εξής μέτρα :

- Χρήση υγιούς σπόρου.
- Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και υβριδίων.
- Χρησιμοποίηση υγιών φυτών για μεταφύτευση.
- Απολύμανση εδάφους.
- Απομάκρυνση και καταστροφή ιωμένων.
- Συστηματική καταπολέμηση ζιζανίων.
- Μείωση στο ελάχιστο της επαφής μεταξύ τους.
- Καλό πλύσιμο των χεριών πριν έρθουν οι εργάτες σε επαφή με υγιή φυτά και πολύ καλό πλύσιμο εάν είχαν χρησιμοποιήσει πριν ιωμένα.

1.7.2 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ-ΕΧΘΡΩΝ

ΑΛΕΥΡΩΔΕΙΣ

Η χημική καταπολέμηση στα αλευρώδη γίνεται με εντομοκτόνα όπως είναι τα *dazinion*, *endosulfon*, *methomyl*, πυρεθρίνες. Καλά αποτελέσματα δίνονται με τον συνδυασμό πυρεθρίνης και *pyrimiphos – methyl*, *methomyl* και *pyriphos methyl*.

Ακόμα η αντιμετώπιση των αλευρωδών στο θερμοκήπιο μπορεί να γίνει με την χρήση χρωμοεντομοελκυστικών παγίδων (χρώματος κίτρινο με κολλώδες υλικό) που έλκουν και συλλαμβάνουν τα ακμαία.

Τέλος έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα με την βιολογική καταπολέμηση με την χρήση του Υμενόπτερου *Encarsia Formosa*. Το έντομο αυτό τοποθετεί τα αυγά του στο σώμα των νυμφών του αλευρώδους αλλά η παρασιτική του δράση παρεμποδίζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η χαμηλή θερμοκρασία (<17 C) και η ύπαρξη καπνιάς ή μελιτώδων εκκριμάτων στα φύλλα.

ΑΦΙΔΕΣ

Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα.

ΦΥΛΛΟΡΥΚΤΗΣ

Συνίσταται η χρήση χρωμοεντομοελκυστικών παγίδων κίτρινου χρώματος για την σύλληψη των ακμαίων, η καταστροφή των αυτοφυών φυτών – ξενιστών και η χρήση οργανοφωσφορικών. Στην βιολογική καταπολέμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί το εκτοπαράσιτο Υμενόπτερο *Diflyphus isea* που παρασιτεί τις νύμφες των φυλλορυκτών αλλά στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να περιορισθεί η χρήση των αφιδοκτόνων σκευασμάτων. (Δημόπουλος, 1995).

ΣΙΔΗΡΟΣΚΩΛΙΚΕΣ

Καταπολεμούνται με την απολύμανση και με ριζοποτίσματα.

ΘΡΙΠΕΣ

Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα.

ΑΚΑΡΕΑ

Η χημική καταπολέμηση των ακάρεων παρουσιάζει δυσκολίες λόγω της εύκολης και γρήγορης ανάπτυξης ανθεκτικότητας του άκαρι στα διάφορα ακαρεοκτόνα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες δραστικές ουσίες όπως είναι το *dicofol*, *tertadifon*, *amifraz*, *propargit*, *cyhexatin*.. σε περίπτωση που γίνει χρήση των παραπάνω δραστικών ουσιών θα πρέπει να εναλλάσσονται έτσι ώστε να μην αναπτύξουν ανθεκτικότητα τα ακάρεα.

Στην βιολογική καταπολέμηση χρησιμοποιούνται τα αρπακτικά των ακάρεων όπως είναι *Phytoseiulus persimilis* (οικ *Phytoseiidae*) και η εγκατάσταση πρέπει να γίνεται πριν δημιουργηθούν οι πρώτες αποικίες του τετράνυχου.

Ακόμα συνιστώνται προληπτικά μέτρα (αμειψισπορά, χρήση ανθεκτικών υβριδίων, καταστροφή αυτοφυών – ξενιστών) και ψεκασμοί με *dicofol* που δρα τόσο κατά των προνυμφών όσο και κατά του ακμαίου. Καλά αποτελέσματα δίνει και η επίταση με θείο. (Βλαχόπουλος, 2004).

ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Καταπολεμούνται με απολυμάνσεις, ριζοποτίσματα, ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια και με ανθεκτικό υποκείμενο.

1.7.3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Ηλιοαπολύμανση: η ηλιοαπολύμανση αποτελεί μια φιλική προς το περιβάλλον λύση καθώς "εξοντώνει" ένα μέρος παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη θερμοφιλών, ωφέλιμων μικροοργανισμών που ανταγωνίζονται τα παθογόνα.

Η ηλιοαπολύμανση συντελεί στην αποκατάσταση της βιολογικής ισορροπίας, της εδαφικής βιοκοινότητας (μικροχλωρίδα και μικροπανίδα) και να βελτιώσει την υγεία και την γονιμότητα των εδαφών.

Η ηλιοαπολύμανση εφαρμόζεται τόσο σε υπαίθριες όσο και σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Το έδαφος καλύπτεται με μαύρο πλαστικό πολυαιθυλένιο 1-2 μήνες κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

Η θερμοκρασία του εδάφους ανέρχεται στους 40⁰C -60⁰C. Ένα βασικό πρόβλημα με την ηλιοαπολύμανση είναι ότι η θερμοκρασία του εδάφους δεν είναι αρκετά υψηλή για την εξόντωση σπόρων ζιζανίων, παθογόνων βακτηρίων και εντόμων στο

έδαφος.

Εμβολιασμένη καλλιέργεια

Ο εμβολιασμός αποτελεί σήμερα μια καλλιεργητική τεχνική η οποία εφαρμόζεται σήμερα σε πολλά είδη. Ο εμβολιασμός στα λαχανικά εξασφαλίζει την ανθεκτικότητα στα παθογόνα του εδάφους ή άλλες συνθήκες, όπως οι χαμηλές θερμοκρασίες, στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής και την δυνατότητα της αντιμετώπισης των προβλημάτων από τη χρήση φυτοφαρμάκων τα οποία μολύνουν και το περιβάλλον και μέσω των υπολειμμάτων τα προϊόντα και τους καταναλωτές. Λόγω της απαγόρευσης του βρωμιούχου μεθυλίου και στην Ελλάδα επειδή παρ' ότι έχει μεγάλη αποτελεσματικότητα είναι πολύ τοξικό, καθιστά πιο επιτακτική την ανάγκη εφαρμογής του εμβολιασμού σε ανθεκτικά στα παθογόνα εδάφους υποκείμενα. Η εφαρμογή του εμβολιασμού αυξάνει το κόστος της καλλιέργειας, απαιτεί περισσότερα εργατικά εξειδικευμένου προσωπικού και πιο σύγχρονες θερμοκηπιακές φυτωριακές εγκαταστάσεις. Για την διευκόλυνση και επιτάχυνση της διαδικασίας του εμβολιασμού (μείωση κόστους), έχουν επινοηθεί αυτόματα συστήματα robot, τα οποία αποδεικνύονται πολύ αποτελεσματικά. (Χρίστου, 2001).

Οι μέθοδοι εμβολιασμού που εφαρμόζονται σήμερα στην τομάτα είναι κυρίως τρεις.

- 1) Μέθοδος της πλάγιας προσέγγισης .
- 2) Μέγεθος της γεφυρωτής προσέγγισης .
- 3) Μέθοδος με τη χρήση βελόνας.

Υποκείμενο τομάτας

Η σπορά του υποκειμένου γίνεται σε πλαστικούς δίσκους ή σε δίσκους από φελιζόλ ενώ τοποθετείται ένας δίσκος σε κάθε διαμέρισμα. Όταν το φυτό αποκτήσει 2-3 πραγματικά φύλλα με διάμετρο περίπου στα 3 χλστ βγαίνει από τον δίσκο ανάπτυξης και κόβεται υπό γωνία 45° με ένα κοφτερό ξυράφι σε απόσταση περίπου 1 εκ κάτω από τις κοτυληδόνας. Σε μερικές περιπτώσεις, όταν μια αξιόλογη ποικιλία ή υβρίδιο τομάτας δεν είναι ανθεκτικό σε παθογόνα εδάφους, εφαρμόζεται εμβολιασμός της ποικιλίας αυτής πάνω σε ένα ανθεκτικό υποκείμενο τομάτας, στο μέλλον η ανάγκη για εμβολιασμό θα αυξηθεί σημαντικά εξαιτίας της απαγόρευσης της χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου για απολύμανση των εδαφών και απουσίας άλλης αποτελεσματικής και οικονομικής αντιμετώπισης των παθογόνων εδαφών.

KVFN

Ανθεκτικό υποκείμενο στα τέσσερα πιο συνηθισμένα παθογόνα εδάφους είναι :

K: Corky root (Pyrenochaeta lycopersici)

V: Βερπιλλίωση (Verticillium albo-atrum)

F: Φουζαρίωση (Fusarium oxysporum)

N: Νηματώδεις

KVFN – απαλλαγμένο ιώσεων

Είναι μια παραλλαγή του προηγούμενου, με ανθεκτικότητα και στις ιώσεις. Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που το εμβόλιο είναι και αυτό ανθεκτικό στις ιώσεις.

“*MM*”

Υποκείμενο ανθεκτικό στη φουζαρίωση και στην βερτισιλλίωση.

Ακόμα υπάρχουν στην αγορά και τα υποκείμενα “*Beuford*”, “*Energy*”, “*Prima vera*”, “*Nova*” κ.α. Η επιλογή του υποκειμένου γίνεται και με το συγκεκριμένο πρόβλημα (παθογόνο) το οποίο είναι επιθυμητό να επιλύσει ο εμβολιασμός, διότι υπάρχουν διαφορές στις ανθεκτικότητες των διαφόρων υποκειμένων.

Εμβόλιο τομάτας

Η σπορά του εμβολίου γίνεται και αυτή σε πλαστικούς δίσκους ή δίσκους από φελιζόλ. Όταν το φυτό αποκτήσει διάμετρο περίπου στα 3 χλστ βγαίνει και αυτό από τον δίσκο ανάπτυξης και κόβεται υπό γωνία 45° περίπου 1-2 εκατοστά περίπου κάτω από τις κοτυλιδόνες.



Εικόνα 20 : Εισαγωγή βελόνας με το ειδικό “*στυλό*” στο κέντρο της τομάτας του εμβολίου. Η βελόνα εισάγεται κατά το ήμισυ. (Χρίστου, 2001).



Εικόνα 21: Αριστερά :Εμβολιασμένα φυτά τομάτας. Δεξιά – μελιτζάνας . (Από το αρχείο της κυρίας Παδοπούλου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΟΥΣ.

Το έδαφος είναι ένα ζωντανό σύστημα μέσα στο οποίο ζούνε εκατομμύρια μικροοργανισμοί οι οποίοι αποτελούν την “ μικροχλωρίδα” και “μικροπανίδα”. Οι μικροοργανισμοί του εδάφους αποτελούνται από τα βακτηρίδια, τους μύκητες, τους ακτινομύκητες, τα φύκια, τα πρωτόζωα και τους ιούς. Όλοι μαζί συμβάλλουν σημαντικά στην παραγωγικότητα του εδάφους και συμμετέχουν ενεργά στον σχηματισμό της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Οι μικροοργανισμοί αφομοιώνουν τις διάφορες οργανικές ενώσεις, που παράγονται κατά την αποσύνθεση των φυτικών υλικών και ελευθερώνουν αμμωνία κατά την διάσπαση των αμινοξέων, φώσφορο από τα νουκλειικά οξέα, κυανίδια και αζίδια (Creighton and Williams, 1971).

Κάποιοι από τους μικροοργανισμούς του εδάφους είναι επικίνδυνα παράσιτα, οι οποίοι προσβάλλουν τις καλλιέργειες και προκαλούν σοβαρές ασθένειες στα φυτά με οικονομικές επιπτώσεις εις βάρος των καλλιεργειών. Οι περισσότεροι όμως μικροοργανισμοί είναι ωφέλιμοι και χρήσιμοι γιατί οι περισσότεροι από αυτούς συμμετέχουν στην αποσύνθεση των διαφόρων οργανικών υπολειμμάτων φυτικής και ζωικής προέλευσης και με αυτόν τον τρόπο συμβάλλουν στο καθαρισμό του περιβάλλοντος και κυρίως στον σχηματισμό της οργανικής ουσίας του εδάφους. Επιπλέον, λαμβάνουν μέρος σε διάφορες ζωικής σημασίας φυσικές διεργασίες, όπως στην δέσμευση του N_2 , στην νιτροποίηση, στην απονιτροποίηση και στον κύκλο του N και του C στη φύση. Ακόμα συμμετέχουν στη δέσμευση του οργανικού C υπό τη μορφή της οργανικής ουσίας, στην απελευθέρωση του CO_2 το οποίο είναι απαραίτητο για την λειτουργία της φωτοσύνθεσης μέσω της οποίας ο C ενσωματώνεται στην φυτομάζα, ενώ μέσω των φυτικών υπολειμμάτων επιστρέφει στο έδαφος για να αποσυντεθεί και πάλι από τους μικροοργανισμούς.

Ο αριθμός των μικροοργανισμών στο έδαφος εξαρτάται από τις διάφορες ανθρώπινες παρεμβάσεις (απολύμανση εδάφους, ρύπανση με τοξικές ουσίες) και από τις φυσικές και χημικές συνθήκες οι οποίες όταν παραμένουν σχετικά σταθερές η μικροχλωρίδα και η μικροπανίδα του εδάφους δεν μεταβάλλεται ούτε αριθμητικά αλλά ούτε και από πλευράς βαθμού δραστηριότητας.

Η επικράτηση του ενός ή του άλλου είδους μικροοργανισμών εξαρτάται από τις φυσικές και χημικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν κάθε τύπο εδάφους και από τα γνωρίσματα των μικροοργανισμών. Οι μύκητες επικρατούν κυρίως στα “όξινα” δασικά εδάφη, ενώ τα βακτηρίδια υπερέχουν συνήθως στα κατακλυσμένα λασπώδη και ελώδη εδάφη. (Κουκουλάκης, κ.α, 2000).

2.1. ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.

ΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑ

Τα βακτηρίδια είναι οι πλέον κοινοί μικροοργανισμοί και απαντώνται παντού στο φυσικό οικοσύστημα. Είναι “προκαλυπτικοί” οργανισμοί και ανήκουν στην ομάδα των *Bacteriophyta*. Τα βακτηρίδια χρησιμοποιούν διάφορες πηγές ενέργειας. Ορισμένα χρησιμοποιούν το ηλιακό φως και ονομάζονται “φωτότροπα”, ενώ εκείνα που περνούν ενέργεια από τις χημικές αντιδράσεις ονομάζονται “χημειότροπα”. Εάν χρησιμοποιούν το CO₂ τότε καλούνται “Λιθότροπα”. Στην περίπτωση που το υπόστρωμα είναι οργανικό και χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας τότε τα βακτηρίδια ονομάζονται “οργανότροφα”.

Τα κυριότερα γένη των βακτηρίων είναι τα εξής :

- 1) Αρθροβακτήρια (*Artrobacters*)
- 2) Σρεπτομύκητες (*Streptomyces*)
- 3) Ψευδομονάδες (*Pseudomonands*)
- 4) Σποροποιητικοί Βάκιλοι (*Sporulating Bacilli*)
- 5) Κυανοβακτήρια (*Cyanobacter*)

Αρθροβακτήρια (*Arihobacters*)

Τα βακτηρίδια του γένους “αρθροβακτηρίων” υπερέχουν αριθμητικά όλων των άλλων γενών και εκτιμάται ότι αποτελούν περίπου το 40% του συνολικού πληθυσμού. Πολλά

από αυτά παρουσιάζουν μικρή κινητικότητα και τα περισσότερα πολλαπλασιάζονται με βραδείς ρυθμούς κατά τα πρώτα στάδια αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων και γενικά είναι αδύνατοι ανταγωνιστές.

Στρεπτομύκητες (*Streptomyces*)

Η ομάδα αυτή των βακτηρίων περιλαμβάνει τα γένη : *Streptomyces*, *Pseudomonas* και *Bacillus*. Σε σχέση με τα αθροβακτήρια έρχονται δεύτερα σε αριθμό με ποσοστό συμμετοχής στην μικροχλωρίδα του εδάφους ίσο με 5 – 20% του συνολικού πληθυσμού (Paul and Clark 1989).

Στο βασίλειο των μυκήτων η ομάδα των *Streptomyces* εμπίπτει στην τάξη των *Actinomycetales* και διαλαμβάνει τα εξής 5 γένη στο έδαφος :

α) *Micromonospora* : χαρακτηρίζονται από μικρό ρυθμό αύξησης.

β) *Nocardia*: παράγουν με μεγάλη ευκολία σπόρια.

γ) *Streptomyces* : απαντώνται σε πολλά είδη και παράγουν αντιβιοτικά.

δ) *Streptosporangium* : σχηματίζουν σπόρους σε σποριάγγεια.

ε) *Thermoactinomyces* : παράγουν μεμονωμένους σπόρους ανθεκτικούς στις υψηλές θερμοκρασίες.

Ψευδομονάδες (*Pseudomonads*)

Τα είδη του γένους *Pseudomonads* είναι αερόβιοι πλην των απονιτροποιητικών ειδών, που χρησιμοποιούν τα NO_3^- ως πηγή O_2 . Τα περισσότερα είδη είναι “οργανότροφα” μερικά όμως είναι “υποχρεωτικά λιθότροφα” και χρησιμοποιούν το H_2 ή το CO_2 ως πηγή ενέργειας. Απαντώνται στο έδαφος και στα γλυκά νερά. Τα βακτηρίδια της Ψευδομονάδος προσβάλλουν μια γκάμα οργανικών ενώσεων, όπως σακχάρων, αμινοξέων, αλκοολών, υδρογονανθράκων, ελαίων, χουμικών οξέων και συνθετικών ζιζανιοκτόνων. Ορισμένα γένη είναι παθογόνα ενώ πολλά από αυτά είναι σαπροφυτικά και κάποια άλλα ζούνε σε διάφορα φυτά. Ένα γένος που προκαλεί ασθένειες είναι το *Xanthomonas*.

Σποροποιητικοί Βάκκοι (*Sporulating Bacilli*)

Τα περισσότερα βακτήρια ανήκουν στο γένος *Bacillus*. Τα είδη αυτά είναι “οργανότροφα” βακτήρια τα οποία είναι υπεύθυνα για την ζύμωση και παράγουν ανθεκτικά ενδοσπόρια στην θερμότητα.

Ορισμένα είδη όπως το *Bacillus polymyxa* ενδέχεται ενέχεται στην δέσμευση του N_2 . Επίσης διάφορα είδη παράγουν αντιβιοτικά και άλλες τοξικές ουσίες που προκαλούν “λύση” των άλλων μικροοργανισμών. Π.χ. ο *B. anthracis* προκαλεί την θανατηφόρο νόσο του άνθρακα στον άνθρωπο.

Το κλοστρίδιο είναι ένα γένος του οποίου τα περισσότερα είδη είναι αναερόβια. Ορισμένα από αυτά, όπως το *C. butyricum* και *C. pasteurianum* συμμετέχουν στη δέσμευση του N_2 . Το γένος αυτό είναι πολύ διαδεδομένο στο έδαφος, στην κοπριά και στις αποθέσεις των λιμνών.

Τα είδη *C. tetani* και *C. Botulinum* μπορούν να παραμένουν υπό την μορφή σπόρων για μεγάλο χρονικό διάστημα στο περιβάλλον. Απαντώνται ευρέως στο έδαφος και συμμετέχουν στο σχηματισμό των ενώσεων του άνθρακα, καθώς και άλλων θρεπτικών ουσιών.

Το *Azotobacter* ή αζωτοβακτήριδιο είναι ένα είδος τη ομάδας των βακίλλων που παράγουν σπόρους. Είναι αερόβιο “οργανότροφο” και δεσμεύει το N_2 “μη συμβιωτικά”. Ακόμα και άλλα γένη ενέχονται στη “μη συμβιωτική” δέσμευση του N_2 όπως τα : *Beijzerinckia*, *Azomonas* και *Derxia* ενώ τα γένη *Rhizobium* και *Bradyrhizobium* δεσμεύουν N_2 “συμβιωτικά”. Προσβάλλουν τις ρίζες των ψυχανθών και ακόμα προκαλούν τη δημιουργία των “φυματίων” όπου αναπτύσσονται στους ενδοκυτταρικούς χώρους συμβιωτικά. Το βακτήριο *Nitrozomonas* ή νιτροζομονάδα και το νιτροβακτηρίδιο *Nitrobacter* είναι “χημολιθότροφα” γένη που προκαλούν την νιτροποίηση, μετατρέποντας, το $NH_4^+ \rightarrow N_2$ και το $NO_2^- \rightarrow NO_3^-$ αντίστοιχα.

Τα γένη *Lactobacillus* και *Enterobacter* είναι “ζυμογενή” βακτηρίδια δηλαδή προκαλούν ζύμωση. Το *Lactobacillus* απαντάται στα ποώδη φυτά ενώ το *Enterobacter* απαντάται στην ζωική κοπριά και στα βοθρολύματα όπως επίσης στα εδάφη και στα νερά. Τα *Cytophaga* ή αλλιώς τα διυλισθέντα βακτηρίδια συμμετέχουν ενεργά στη διάσπαση της κελουλόζης και ορισμένα άλλα γένη συμμετέχουν στους μετασχηματισμούς του S στο έδαφος (θειβακτήρια).

Κυανοβακτήρια (*Cyanobacter*)

Τα κυανοβακτήρια είναι προκαρυωτικά βακτηρίδια τα οποία περιέχουν χλωροφύλλη και χρωστικά φυκομυκίνης. Απαντώνται ως μονοκύτταροι οργανισμοί υπό την μορφή των αποικιών ή νηματίων. Βρίσκονται παντού όπως στα αλμυρά και στα γλυκά νερά, στους γυμνούς βράχους, στην άμμο και στο έδαφος. Δημιουργούν πρώιμες αποικίες στο μητρικό υλικό του εδάφους είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό με μύκητες και λειχήνες. Ορισμένα είδη μπορεί να δεσμεύσουν N_2 .

ΜΥΚΗΤΕΣ

Στο έδαφος οι μύκητες είναι οργανότροφοι, κυρίως υπεύθυνοι για την αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων παρότι τα βακτηρίδια υπερτερούν σε αριθμό.

Οι ομάδες των μυκήτων είναι οι εξής :

- 1) Μυξομύκητες (τάξη *Acrasiomycetes*).
- 2) “Μαστιγοφόρων μυκήτων” τάξη των *Oomycetes* και *Chytriomycetes*.
- 3) “Σακχαρομύκητες” τάξη των *Zygomycetes* .
- 4) “Ανώτεροι μύκητες” τάξη των *Ascomycetes* και *Basidiomycetes* .
- 5) Ατελή μύκητες της τάξης των *Deuteromycetes* και *Mycelia sterillia*.

Μυξομύκητες (τάξη *Acrasiomycetes*)

Οι μυξομύκητες απαντώνται στα αποσυνπθέμενα φυτικά υπολείμματα και γενικά όπου υπάρχει υγρό περιβάλλον. Γενικά δεν θεωρούνται πρωταρχικοί παράγοντες αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων δεδομένου ότι τρέφονται από τα βακτηρίδια. Περιλαμβάνουν οκτώ γένη από τα οποία το πλέον γνωστό στο έδαφος είναι το *Dictyostelium*. Στην ουσία οι Μυξομύκητες (*Myxomycetes*) είναι οι πραγματικοί *Acrasiomycetes*. Απαντώνται στο έδαφος, ιδιαίτερα στα σημεία αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων και σε δροσερά ή υγρά μέρη. Μερικά είδη αναπτύσσονται στα ποώδη φυτά και άλλα στη ζωική κοπριά. Το μεγαλύτερο γένος είναι το *Physarium* το οποίο περιλαμβάνει 100 είδη. (Κουκουλάκης, κ.α, 2000).

“Μαστιγοφόρων μυκήτων” τάξη των *Oomycetes* και *Chytriomycetes*.

Περιλαμβάνουν τους Ωομύκητες(*Oomycetes*) οι οποίοι απαντώνται στο έδαφος, στα νερά και πολλοί από αυτούς είναι παθογόνοι. Ο μύκητας *Pythium deboryanum* και *Phytophthora infestans* προκαλούν σοβαρές ζημιές στις καλλιέργειες. Η τάξη των Chytridiomycetes αφθονούν ιδιαίτερα στα νερά και στο έδαφος. Μερικοί παρασιτούν τα φυτά ή τα φύκη ή τις νύμφες των εντόμων. Τα πιο συνηθισμένα γένη είναι τα *Allomyces* και *Rhizophydium*.

Σακχαρομύκητες τάξη των *Zygomycetes*

Οι σακχαρομύκητες είναι οι μύκητες οι οποίοι προκαλούν την ζύμωση διαφόρων υδατανθράκων γι αυτό και ονομάζονται και ζυμομύκητες. Είναι συνήθως “σαπρόβια”, αλλά ορισμένα από αυτά είναι παθογόνα, ενώ άλλα παρασιτούν διάφορους μύκητες. Η τάξη των *Zygomycetes* περιλαμβάνει τα εξής αντιπροσωπευτικά γένη : *Mucor*, *Mycotypha*, *Rhizopus* και *Zygorhynchus*.

Τα *Mucorales* χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία για την παραγωγή αλκοολών και οργανικών οξέων όπως γαλακτικού, μυρμηκικού, κιτρικού και οξαλικού οξέως. Μερικά γένη όπως το *Mucor*, *Mycotypha* μπορούν να επιβιώνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα παρουσία γλυκόζης σε περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 5%.

“Ανώτεροι μύκητες” τάξη *Ascomycetes* και *Basidiomycetes*

Πολλά είδη των ασκομυκήτων απαντώνται ως “σαπροφυτικοί” οργανισμοί, ενώ πολλοί άλλοι είναι παθογόνοι όπως το (*Endothia parasitica*).

Τα κυριότερα γένη των ασκομυκήτων είναι τα : *Endothia*, *Ceratocystus*, *Claviceps* και *Saccharomyces*. Το τελευταίο γένος χρησιμοποιείται για την ζύμωση των σακχάρων.

Οι βασιδιομύκητες παρασιτούν τα φυτά και προκαλούν τεράστιες οικονομικές καταστροφές στις καλλιέργειες. Υπάρχουν και οι ωφέλιμοι βασιδιομύκητες όπως είναι τα είδη των εδώδιμωνμανιταριών (*Agaricus brunnesceris* και *Boletus edulis*).

Οι βασιδιομύκητες συμμετέχουν ενεργά στη διάσπαση των φυτικών υπολειμμάτων και κυρίως εκείνων της ξυλώδους προέλευσης πλούσια σε κυτταρίνη (κορμοί δένδρων και πριονίδια). Τα γένη αυτά είναι τα : *Fomes*, *Polysporus*, *Poria*, *Armillariella*.

Ατελή μύκητες της τάξης Deuteromycetes και υπόταξη *Mycelia sterilia*.

Στο έδαφος τα περισσότερα γένη των Δευτερομυκήτων είναι “σαπρόβια”, αλλά πολλά από αυτά τα γένη παρασιτούν άλλους μύκητες, μικροοργανισμούς, ζώα, τον άνθρωπο και τα ανώτερα φυτά. Τα κυριότερα γένη των Deuteromycetes που συμμετέχουν στην αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων είναι τα: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Helminthosporium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Arthrobotrys*, *Glocladium*, και *Cladosporium*.

ΦΥΚΗ (*algae*)

Τα φύκη είναι εγκαρδιωτικοί οργανισμοί είναι “χλωροφυλλικά” και διακρίνονται από τα υπόλοιπα φύκη μέσω των χαρακτηριστικών αναπαραγωγής. Τα φύκη έχουν ανθεκτικότητα στα άλατα. Απαντώνται στο έδαφος, στα λασπόνερα, στους βράχους, στα κτήρια, στα χιόνια και στα ανώτερα φυτά(κορμό, φύλλα, φλοιό).

ΛΕΙΧΗΝΕΣ (*Lichens*)

Οι λειχήνες αποτελούν συμβιωτικό συνδυασμό μύκητα και φυκών που σχηματίζουν τον “θαλλό”. Συνήθως ο Μύκητας υπάγεται στην τάξη των *Ascomycetes* και πιο σπάνια στους *Basidiomycetes*. Οι λειχήνες δημιουργούν αποικίες σε γυμνούς βράχους καθώς και στο “Μητρικό υλικό” και με αυτό τον τρόπο συμμετέχουν στα πρώιμα στάδια της “Παιδογένεσης”. Γενικά οι λειχήνες δεν παίζουν σοβαρό ρόλο στο κύκλο του C και των θρεπτικών στοιχείων στα υψηλής παραγωγικότητας συστήματα του εδάφους. (Κουκουλάκης κ.α , 2000).

ΠΡΩΤΟΖΩΑ

Τα πρωτόζωα είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί, μικροσκοπικής διάστασης και ποικίλης μορφολογίας. Τα πρωτόζωα που ζούνε ελεύθερα στο έδαφος, τρέφονται από διαλελυμένες οργανικές ουσίες και άλλους μικροοργανισμούς.

Στο έδαφος τα πρωτόζωα επιδρούν στην δομή και στην λειτουργικότητα των μικροβιακών πληθυσμών. Η αύξηση του πληθυσμού των βακτηρίων στο έδαφος στο οποίο ενσωματώθηκε νωπή φυτική ύλη, συνήθως συνοδεύεται από την αύξηση του αριθμού σε πρωτόζωα. Ο επλεκτικός τρόπος διατροφής των πρωτόζωων επιφέρει μεταβολές στα μίγματα των γενών των μικροοργανισμών, αυξάνοντας έτσι το ρυθμό της διάσπασης των φυτικών υπολειμμάτων. Κι αυτό συμβαίνει γιατί τα πρωτόζωα διατηρούν τον πληθυσμό των βακτηρίων πιο νέο, με αποτέλεσμα, τα βακτηρίδια να είναι πιο ενεργά και να αυξάνουν τον ρυθμό διάσπασης. Τέλος τα πρωτόζωα επιτυγχάνουν την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων.

Οι κύριες ομάδες πρωτόζωων που ζούνε στο έδαφος είναι οι εξής :

- 1) Γυμνή – Αμοίβα (*Naked Ameoba*) όπου βρίσκεται παντού στην φύση.
- 2) *Testacea* (ημισφαιροειδή ή ωοδή).
- 3) Μικρά Μαστιγοφόρα (*Small flagellates*) όπου βρίσκονται παντού στην φύση.
- 4) *Ciliates* (με τριχίδια για κίνηση): Σχετίζονται με την δομή του εδάφους, την υγρασία και τον αερισμό (π.χ. τα γένη *Trichostomes*, *Colpoda*, *Leptopharynx*)

ΜΕΤΑΖΩΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Τα μετάζωα χαρακτηρίζουν την μικρό και μέσο πανίδα του εδάφους, η οποία συμπεριλαμβάνει τους νηματώδεις σκώληκες, τους γαιοσκώληκες, τις σαρανταποδαρούσες, τα τρωκτικά, τα ποντίκια, τις σαύρες, τις αράχνες και τα μυρμήγκια.

Οι νηματώδεις στο έδαφος καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες μικροχλωρίδας καθώς και διάφορα άλλα είδη μικροπανίδας.

Οι γαιοσκώληκες, αποτελούμενα σημαντικό ποσοστό της βιομάζας των ασπόνδυλων στο έδαφος. Κατεργάζονται τα φυτικά υλικά μέσω του πεπτικού τους σωλήνα και

έπειτα τα ενσωματώνουν κατατεμαχισμένα, στο έδαφος. Έτσι αυξάνουν την ειδική επιφάνεια των φυτικών υπολείμματων και συμβάλλουν στην επιτάχυνση της αποσύνθεσής τους.

Γενικά η Ισπανίδα επιδρά στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους καθώς και στα οργανικά υπολείμματα και στην δομή των μικροβιακών κοινοτήτων.

Τα μυρμήγκια, οι γαιοσκώληκες και τα διάφορα τρωκτικά καταναλώνουν τα οργανικά υπολείμματα, τα κατατεμαχίζουν και μέσω του πεπτικού τους συστήματος τα επιστέφουν στο έδαφος ενσωματώνοντάς τα στις βαθύτερες στρώσεις. Άλλα μέλη της μεσοπανίδας διανοίγουν διόδους μέσα στο έδαφος και αναμιγνύουνε αυτό με τα φυτικά υπολείμματα συμβάλλοντας στη συγκέντρωση νερού στο έδαφος και στην κυκλοφορία του αέρα και στην κατανομή τους στο εδαφικό προφίλ.

Η μείωση της μεσοπανίδας στο έδαφος μπορεί να αναστείλει την αναπνοή του εδάφους σε σημαντικό βαθμό. Ωστόσο η ανοργανοποίηση των θρεπτικών στοιχείων που επιτυγχάνεται μέσω της μεσοπανίδας είναι μικρότερη από εκείνη της μικροχλωρίδας χωρίς αυτό να σημαίνει πως πρέπει να παραβλέπεται η συμβολή της μεσοπανίδας στην παραγωγικότητα του εδάφους. (Κουκουλάκης κ. α , 2000).

2.2. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.

Για να διατηρηθεί η ζωή σε ένα οικοσύστημα, είναι αναγκαία, πέρα από τις ενεργειακές ροές, και τα βασικά χημικά στοιχεία του ζωντανού πρωτοπλάσματος. Αυτά τα στοιχεία κυκλοφορούν στην βιόσφαιρα ακολουθώντας μια καθορισμένη πορεία, μεταφερόμενα από το αβιοτικό περοβάλλον προς τους οργανισμούς (μέσω των απεκκρίσεων και απορριμμάτων τους), στο αβιοτικό περιβάλλον. Αυτές οι πορείες ή δρόμοι των στοιχείων που είναι κατά κανόνα κυκλικές, αποτελούν τους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων. Οι παραγωγοί δηλαδή, μεταφέρουν μέσω της τροφικής τους αλυσίδας τα απαραίτητα στοιχεία στα φυτοφάγα και από αυτά μεταφέρονται στα σαρκοφάγα ζώα. Προκειμένου να επιστρέψουν τα στοιχεία αυτά ξανά στους παραγωγούς και να κλείσει ο κύκλος, υπεισέρχονται στην κυκλική διαδικασία οι αποικοδομητές (βακτήρια και μύκητες κ.α) , οι οποίοι διασπούν απεκκρίσεις, περιττώματα και νεκρά συστατικά σε απλούστερα, τα οποία προσλαμβάνονται και επαναχρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς.

Οι πιο σημαντικοί κύκλοι για τον άνθρωπο είναι ο κύκλος του νερού και οι βιοχημικοί κύκλοι του αζώτου, του άνθρακα και του φωσφόρου.

2.2.1 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Στην φύση υπάρχουν τρεις <<αποθήκες>> αζώτου. Η ατμόσφαιρα, οι ανόργανες ενώσεις (νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνία) και οι ανόργανες ενώσεις (πρωτεΐνες, ουρία, ουρικό οξύ). Στην ατμόσφαιρα υπάρχει τεράστια ποσότητα αζώτου (78% κατ' όγκο) όμως υπάρχουν ελάχιστοι οργανισμοί που μπορούν να πάρουν αυτό το στοιχείο απευθείας από την ατμόσφαιρα. Τα περισσότερα φυτά για να μπορέσουν να προσλάβουν το άζωτο, πρέπει να το συναντήσουν στην μορφή του νιτρικού ιόντος (NO_3^-). Αυτή η μετατροπή είναι γνωστή ως δέσμευση του αζώτου και μπορεί να γίνει στη φύση με την βιολογική δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου από μικροοργανισμούς και με την χημική δέσμευση.

1) Βιολογική δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου από μικροοργανισμούς:

Στα χερσαία οικοσυστήματα, η δέσμευση του αζώτου γίνεται κυρίως από τα βακτήρια που ζουν συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών. Τα βακτήρια αυτά ανήκουν στο γένος *Rhizobium*. Η δέσμευση του αζώτου μπορεί ακόμα να γίνει και από βακτήρια μη συμβιούντα με φυτά (ελεύθερα), τα οποία ανήκουν κυρίως στα γένη *Azotobacter*, *Clostridium*, *Aerobacter*, *Chromatium*. Στα υδάτινα οικοσυστήματα, η δέσμευση γίνεται κυρίως από ορισμένα κυανοφύκη ή ελεύθερα βακτήρια.

2) Χημική δέσμευση:

Με την φωτοχημική και ηλεκτρομαγνητική ενέργεια (θύελλες, αστραπές, κεραυνοί), το άζωτο της ατμόσφαιρας ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζουν NO_2 το οποίο αντιδρά με το νερό της βροχής και σχηματίζει HNO_3 . Αυτό με την σειρά του αντιδρά με τα ορυκτά του εδάφους και σχηματίζει νιτρικά άλατα.

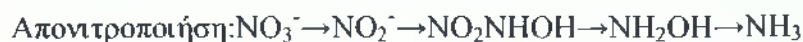
Από την στιγμή που τα νιτρικά έχουν χρησιμοποιηθεί από τα φυτά, το άζωτο χρησιμοποιείται για την σύνθεση των φυτικών πρωτεϊνών. Στην συνέχεια αυτές οι πρωτεΐνες μετατρέπονται από τα φυτοφάγα, σε ζωικές. Μετά τον θάνατο των φυτών και των ζώων, οι αποικοδομητές μετατρέπουν το άζωτο των πρωτεϊνών τους δηλαδή τις αζωτούχες οργανικές ενώσεις, σε αμμωνία (NH_3 και NH_4^+). Το άζωτο των περιττωμάτων, μετατρέπεται επίσης σε NH_3 . Η μετατροπή των αζωτούχων

οργανικών ενώσεων σε NH_3 είναι γνωστή ως αμμωνιοποίηση (ammonification). Στην μετατροπή αυτή συμμετέχουν βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες. Σε αλκαλικά και ουδέτερα εδάφη κυριαρχούν τα βακτήρια ενώ σε όξινα εδάφη κυριαρχούν οι μύκητες. Τα πιο γνωστά βακτήρια που προσβάλλουν τις οργανικές ουσίες του εδάφους ανήκουν στα γένη *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridia*, *Serraria* και *Micrococcus*.

Υπάρχουν πολύ λίγοι οργανισμοί που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το άζωτο υπό την αμμωνιακή του μορφή. Σε κανονικές συνθήκες όμως, η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρώδη και στην συνέχεια σε νιτρικά. Η οξείδωση αυτή είναι γνωστή ως νιτροποίηση (nitrification) και συντελείται σε δυο στάδια : Κατά το πρώτο στάδιο, η *Nitrosomonas* και το *Nitrosococcus*, κλειδώνουν την NH_3 και σχηματίζουν νιτρώδη. Κατά το δεύτερο στάδιο, το *Nitrobacter* οξειδώνει τα νιτρώδη σε νιτρικά. Το άζωτο, καθώς εισέρχεται στο φυτό σε νιτρική μορφή, ανάγεται σε αμμωνιακό άζωτο το οποίο χρησιμοποιείται για την σύνθεση των αμινοξέων. Το επιπλέον άζωτο που παραμένει ως νιτρικό στο έδαφος, ανάγεται ξανά σε αέριο άζωτο και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Η λειτουργία αυτή, αποτελεί την απονιτροποίηση (denitrification). Έτσι κλείνει ο κύκλος του αζώτου. (Πολυράκης, 2003).

Οι απονιτροποιητικοί μικροοργανισμοί ανήκουν στα γένη *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* και *Micrococcus*.

Η νιτροποίηση και η απονιτροποίηση, μπορούν να παρασταθούν με τα εξής γενικά σχήματα



Ποιο από τα τρία τελικά προϊόντα (NH_3 , N_2O , N_2) σχηματίζεται, εξαρτάται

από το

οξειδοαναγωγή δυναμικό του μικροπεριβάλλοντος. Σε συνθήκες ασθενώς αναερόβιες, οι απονιτροποιητικοί μικροοργανισμοί παράγουν αμμωνία,

ενώ

σε αυστηρά

αναερόβιες συνθήκες, παράγουν N_2O και N_2

Η νιτροποίηση έχει ιδιαίτερη σημασία για την γονιμότητα του εδάφους πέρα από την περιβαλλοντική διάστασή της και αυτό γιατί λόγω της αυξημένης κινητικότητας των νιτρικών είναι δυνατόν να εκλυθούν προς τους κατώτερους ορίζοντες και να συσσωρευτούν στα υπόγεια νερά ή να μεταφερθούν προς τα επιφανειακά νερά.

Το 1870 ο Pasteur απόδειξε ότι η νιτροποίηση είναι μια βιολογική διεργασία δεδομένου ότι πραγματοποιείται με δράση μικροοργανισμών. Αργότερα ο Warington του Γεωργικού σταθμού του Rothamstes της Αγγλίας υποστήριξε ότι η νιτροποίηση λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο το NH_4^+ μετατρέπεται σε NO_2^- και κατά το δεύτερο το NO_2^- μετατρέπεται σε NO_3^- . Τόνισε ακόμα ότι η κάθε μια από τις φάσεις αυτές πραγματοποιείται από διαφορετικούς μικροοργανισμούς. Ο winogradsky βρήκε ότι οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι οι εξής :

1 η φάση: μετατροπή NH_4^+ σε NO_2^- (Nitrosomonas)

2 η φάση: μετατροπή NO_2^- σε NO_3^- (Nitrobacter)

Από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε, προέκυψε ότι οι νιτροποιητικοί μικροοργανισμοί είναι γενικά “αυτότροφοι”, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι και ετερότροφοι. Βρέθηκε ακόμα ότι ορισμένοι Ακτινομύκητες και μερικά “ετερότροφα” βακτήρια όπως το *Arthrobacter* ή ο μύκητας *Aspergillus flavus* συμμετέχουν στη νιτροποίηση. Το πιο σημαντικό ρόλο στη νιτροποίηση παίζουν οι “αυτότροφοι” μικροοργανισμοί, ενώ οι “ετερότροφοι” παίζουν μικρό ρόλο. (Paul and Clark, 1989).

Η υγρασία, η θερμοκρασία, ο αερισμός του εδάφους, το επίπεδο της οργανικής ουσίας αλλά και το pH είναι σημαντικοί παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν την νιτροποίηση. (Κουκουλάκης, 2000).

2.2.2 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Στον κύκλο του φωσφόρου απουσιάζει η ατμοσφαιρική φάση, ενώ είναι ανεπτυγμένη η ιζηματογενής φάση. Η ιζηματογενής φάση, χρησιμοποιεί ως δεξαμενή τα φωσφορικά πετρώματα, τα οποία αποσαθρούμενα ελευθερώνουν φωσφορικά ιόντα τα οποία εισέρχονται στις ρίζες των φυτών και μέσω αυτών στη φυτοφάγα τροφική αλυσίδα. Ένα μέρος από τα φωσφορικά ιόντα καθιζάνει στον πυθμένα των θαλασσών και των λιμνών. Ο φώσφορος ακόμα αποβάλλεται από τα περιττώματα ορισμένων θαλασσοπούλιων, τα οποία έχουν ειδικές τροφικές προτιμήσεις (πλακτόν, ψάρια). Τα περιττώματα αυτά αποτιθέμενα στην ξηρά, σχηματίζουν σε ορισμένες περιοχές τις γνωστές φωσφορικές αποθέσεις guano.

Τα φυτά καταναλώνουν τον φώσφορο με τον οποίο συνθέτουν την Τριφορική Αδενοσίνη (ATP) που παίζει ειδικό ρόλο στην αποθήκευση και στην μεταφορά ενέργειας σε κυτταρικό επίπεδο. Τα φυτά στην συνέχεια καταναλώνονται από ζώα που με την αποσύνθεσή τους, ελευθερώνουν φώσφορο ο οποίος επιστρέφει έτσι στο περιβάλλον. Ο φώσφορος δηλαδή, αν και υπάρχει σε μερικές ποσότητες στις οργανικές ουσίες, παίζει σημαντικό ενεργειακό, καταλυτικό και γενετικό ρόλο στη βιόσφαιρα. (Πολυράκης Γ.Θ 2003)

Οι παραπάνω φάσεις του κύκλου του φωσφόρου βρίσκονται σε ισορροπία όταν απουσιάζουν οι έντονες ανθρωπογενής δραστηριότητες και φυσικές αιτίες. Σήμερα ο κύκλος του φωσφόρου έχει διαταραχτεί στα υδάτινα συστήματα λόγω της αφθονίας χρήσης στη γεωργία των φωσφορικών λιπασμάτων και της χρήσης απορρυπαντικών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της φυτικής βιομάζας στο νερό και να ενισχύεται το φαινόμενο του ευτροφισμού.

Στην εμφάνιση του φαινομένου αυτού συντελεί η συνεχής προσθήκη στους υδάτινους αποδέκτες μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών αλάτων και κυρίως νιτρικών και φωσφορικών. (Paul and Clark 1989).

Β. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Δεν θα είχε κανένα ενδιαφέρον οι μελέτη της δραστηριότητας εδαφικής μικροχλωρίδας, αν δεν είχαν οι μικροοργανισμοί καθοριστική σημασία στην ανακύκλωση ορισμένων στοιχείων, τόσο απαραίτητων για την θρέψη των φυτών, και γενικά για τα ζωντανά συστήματα.

Είναι φανερό ότι στα οικοσύστημα που δημιουργήθηκαν επί πολλά χρόνια, οι πληθυσμοί των μικροοργανισμών που σχηματίζουν διάφορες κοινωνίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, και με τρόπους επωφελείς ή επιβλαβείς επιδρούν στο γύρο περιβάλλον τους. Από την άλλη μεριά η ποικιλότητα αυτών των εδαφικών πληθυσμών, που αναμφισβήτητα καθορίζεται από τα ενδιαιτήματα τους, κατά ένα μεγάλο βαθμό, εξαρτάται από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. Παραδείγματος χάριν, μερικοί μικροοργανισμοί, για την καλύτερη ανάπτυξη τους χρειάζονται ειδικούς παράγοντες ανάπτυξης, ένα συγκεκριμένο περιβαλλοντικό pH, χαμηλή ποσότητα οξυγόνου και τ. π.

Είναι, λοιπόν, απαραίτητη η εξέταση των χημικών και φυσικών συνθηκών που χαρακτηρίζουν το κάθε τύπο εδάφους και η διερεύνηση των παραγόντων που ενδεχομένων επηρεάζουν την φυσική κατάσταση των πληθυσμών της μικροχλωρίδας και την δραστηριότητα τους και κατά συνέπεια, συμβάλουν στη μεταβολή της άριστης για την ανάπτυξη των φυτών κατάστασης.

Η μικροβιακή εξέταση της μικροχλωρίδας του εδάφους συμπεριλαμβάνει την μελέτη

1. για την ποικιλομορφία και την περιεκτικότητα των μικροοργανισμών (μέχρι και το γένους) στο έδαφος.
2. την επικράτηση του ενός ή του άλλου μικροοργανισμού.
3. για τον προσδιορισμό της ποσότητας αντίστοιχης «βιομάζας».
4. για της μεταβολικές δραστηριότητές του εδαφικού πληθυσμού.

Για την μελέτη της επίδρασης της θερμοκηπιακής διαχείρισης του εδάφους στην δραστηριότητα των μικροοργανισμών και στις φυσικοχημικές ιδιότητες του ίδιου του

εδάφους διαλέξαμε τρία θερμοκήπια με καλλιέργεια τομάτας της περιοχής Τριφυλίας, τα οποία διαφέρανε σε τρόπους διαχείρισης της καλλιέργειας. Η αναλυτική τους περιγραφή δίνεται παρακάτω στον πίνακα 1. Από τα θερμοκήπια αυτά πραγματοποιήθηκαν τρεις συνολικά δειγματοληψίες. Τα δείγματα του εδάφους εξεταστήκαν στα εργαστήρια Εδαφολογίας - Λιπασματολογίας και Φυτοπροστασίας του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.

3.1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ.

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις υπάρχουσες προδιαγραφές, σχετικά με το βαθμό ομοιογένειας εδαφικών συνθηκών, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί ο αντιπροσωπευτικός χαρακτήρας του εδαφικού δείγματος.

Η δειγματοληψία έγινε με δειγματολήπτη τύπου Edelman, που μπορεί να εισχωρήσει στο έδαφος κατά μέσο όρο 20 εκατοστά, που ήταν και το απαιτούμενο για την εργασία βάθος δειγματοληψίας. Τηρώντας της αρχές δειγματοληψίας στα θερμοκήπια τα δείγματα πάρθηκαν και από τις άκρες και από κέντρο με μορφή zig – zag. Τα ομοιογενή εδαφικά δείγματα αναμιγνύονται σε ένα σύνθετο αντιπροσωπευτικά δείγμα. Έτσι από τα 36 - 48 δείγματα από το κάθε θερμοκήπιο μετά την ανάμιξή τους είχαμε 6 έως 12 σύνθετα εδαφικά δείγματα για την μακροσκοπική και μικροσκοπική εργαστηριακή ανάλυση. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες: η πρώτη και η δεύτερη κατά την πορεία της καλλιέργειας τομάτας και η 3^η μετά την συγκομιδή, όπου πάρθηκαν εδαφικά δείγματα από τα δυο επίπεδα εδάφους (0 – 15 και 15 – 30 εκατοστά). Σε επαναληπτικές αναλύσεις τα δείγματα ληφθήκαν περίπου από τα ίδια σημεία και με την ίδια διαδικασία.

Τα εδαφικά δείγματα αεροξηράνθηκαν, περαστήκαν από το κόσκινο διαμέτρου 2 χιλιοστά. 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 προϊόν που πρόκειται να εξεταστεί μεταφέρθηκε στο εργαστήριο το συντομότερο χρονικό διάστημα και διατηρούνται στο ψυγείο το πολύ 48 ώρες.

3. 2. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

3.2.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΥΓΡΑΣΙΑ , ΤΟΥ ΡΗ ΚΑΙ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ.

Στης μικροβιολογικές έρευνες είναι σημαντικό να ξέρουμε την περιεκτικότητα υγρασίας στα εδαφικά δείγματα με την προϋπόθεση ότι η μέτρηση του μικροβιολογικού πληθυσμού μεταφράζεται σε 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 νεπού εδάφους.

b - το βάρος του δοχείου με το έδαφος .

c – το ξηρό βάρος του δείγματος.

Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Ένα διάλυμα προβάλλει αντίσταση (R) στη διέλευση (αγωγή) του ηλεκτρικού ρεύματος, αντιστρόφως ανάλογη προς τη συγκέντρωσή του σε ιόντα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) είναι μέγεθος αντίστροφο της αντίστασης ($EC=1/R$) και άρα είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ιόντα. Μονάδα αντίστασης είναι το Ohm και μονάδα αγωγιμότητας του αντίστροφο του Ohm, δηλαδή το mho. Επειδή όμως η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός διαλύματος συνήθως είναι πολύ μικρή, για πρακτικούς λόγους, χρησιμοποιούνται τα υποπολλαπλάσια του mho, δηλαδή το mmho και μmho. Για τον προσδιορισμό της αγωγιμότητας χρησιμοποιείται κυρίως το αγωγιμόμετρο.

Υπολογισμοί της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε mmho/cm ή Ds/m υπολογίζεται από τη σχέση :

$$EC_{25}^{\circ} = EC \times f_t \times K$$

Όπου : EC = η αγωγιμότητα του κυπάρου

f_t = η διόρθωση για τη θερμοκρασία

Τα σύγχρονα αγωγιμόμετρα κάνουν αυτόματα τις αναγωγές αυτές και δίνουν κατευθείαν την τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του μέσου όπου γίνεται η μέτρηση.

3.2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ K, Mg, Ca.

Ο προσδιορισμός του αφομοιώσιμου καλίου στηρίζεται στον κορεσμό του εδάφους με NH_4^+ οπότε επιτυγχάνεται εναλλαγή των υπαρχόντων K, και στον φλογοφωτομετρικό προσδιορισμό τους σε μήκος κύματος 766,5 nm. Ο προσδιορισμός του **K**, επίσης του **Mg, Ca** και έγινε με την συσκευή της ατομικής απορρόφησης (με καθοδική λυχνία ή με τη λειτουργία emission).

Αντιδραστήρια

1. NH_4OH πυκνό
2. CH_3COOH παγόμορφο
3. Διάλυμα $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1N Ph 7
4. Δάλυμα K^+ (Stok 1)
5. Δάλυμα K^+ (Stok 2)
6. Σειρά standards K

Εργασία – πορεία της άσκησης

1. Ζυγίζουμε ακριβώς 5 g αεροξηραθέντος εδάφους σε σωλήνα φυγοκεντρήσεως των 50 ml.
2. Προσθέτουμε 25 ml διαλύματος $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1N pH 7, πωματίζουμε και ανακινούμε επί 10 min.
3. Αφαιρούμε το πόμα και φυγοκεντρούμε στις 2000 στροφές, μέχρις ότου το υπερκείμενο υγρό γίνει διαυγές (περίπου 10 min).
4. Τα μεταφέρουμε ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml, διηθώντας το με ηθμό V itman no 40.
5. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται άλλες δύο φορές.
6. Ξεπλένουμε τον ηθμό με διάλυμα $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1N pH 7 και συμπληρώνουμε μέχρις τα 100 ml.
7. Προσδιορίζουμε φλογοφωτομετρικά τη συγκέντρωση των k^+

3.2.3. Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥ (ΜΕΘΟΔΟΣ WALKLEY BLACK) .

Η μέθοδος της υγρής οξείδωσης κατά Walkley – Black (1934) για τον υπολογισμό του οργανικού άνθρακα στηρίζεται στην οξείδωση του, από το $K_2Cr_2O_7$ με την παρουσία H_2SO_4 σύμφωνα με την αντίδραση:



Το $K_2Cr_2O_7$ προστίθεται σε γνωστή περίσσεια, έτσι ώστε να φθάσει για την οξείδωση του οργανικού άνθρακα και να περισσέψει. Μετά την ολοκλήρωση της οξείδωσης υπολογίζεται η περίσσεια του $Cr_2O_7^{2-}$ μέσω αντίδρασης οξειδοαναγωγής με Fe^{2+} παρουσία δείκτης διφαινυλαμίνης. Για να διαπιστωθεί σαφέστερα το τελικό σημείο της ογκομέτρησης μαζί με το διάλυμα της διφαινυλαμίνης, που χρησιμοποιείται σαν δείκτης, χρησιμοποιούνται και μίγματα όπως το H_3PO_4 με NaF ή HF . Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα κατά της ογκομέτρησης της περισσειας του στο δείγμα από τον Fe^{2+} είναι η ακόλουθη:



ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1. Κανονικό διάλυμα διχρωμικού καλίου ($K_2Cr_2O_7$ N). παρασκευάζεται με διάλυση 49,04 χημικά καθαρού και ξηρού αναδραστηρίου (στεγνωμένο στους 105 C) ανά λίτρο διαλύματος.
2. Πυκνό θείο οξύ (98% H_2SO_4). Αν υπάρχει αφθονία χλωρίου στο έδαφος προστίθενται 15g θείου αργύρου ($AgSO_4$) L οξέος.
3. Πυκνό φωσφορικό οξύ (85% H_3PO_4).
4. Φθοριούχο νάτριο (NaF).
5. Δείκτης διφαινυλαμίνης. Παρασκευάζεται με διάλυση 0,5 g διφαινυλαμίνης σε 20 ml νερού και προσθήκη 100 ml πυκνού H_2SO_4 .
6. Διάλυμα εναμμώνιου θεικού σιδήρου 0,5N $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. παρασκευάζεται με διάλυση 196.1 g αναδραστηρίου σε 800ml νερού όπου προστίθενται και 20ml πυκνού H_2SO_4 για να αποτραπεί η υδρόλυση του σιδήρου και αραιώνεται τελικά έως όγκο 1L με νερό. Σε περίπτωση που δεν διατίθεται εναμμώνιος θεικός σίδηρος, μπορεί να γίνει χρήση του $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (139g).

Εκτέλεση προσδιορισμού.

Ζυγίζουμε 1,0gr. εδάφους (αεροξηραμένου, λειοτριβημένου και κοσκινισμένου με κόσκινο που έχει τρύπες με διάμετρο 2mm), και το βάζουμε σε κωνική φιάλη των 500ml.

- Προσθέτουμε 10ml $K_2Cr_2O_7$ 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 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5N (ένυδρο δισθενή θειικό σίδηρο) μέχρι το χρώμα του διαλύματος από βαθύ μπλε να γίνει απότομα πράσινο. Σημειώνουμε τα ml T' του $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 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 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ και σημειώνουμε τα ml T' , που καταναλώθηκαν στην προχοΐδα.
- Ακολουθεί ο υπολογισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους με την βοήθεια της σχέσης:

$$\text{Οργανική ουσία σε g\% εδάφους} = 10 \times (1 - V_d/V_t) \times (0,3 \times 1,3 \times 1,724/B)$$

Όπου

V_t = ο όγκος σε ml του διαλύματος εναμμόνιου θειικού σιδήρου 0,5N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση των 10 ml 1N $K_2Cr_2O_7$ στο τυφλό

V_d = ο όγκος σε ml του διαλύματος εναμμόνιου θειικού σιδήρου 0,5N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση της περισσειας του διχρωμικού καλίου στο δείγμα

B = τα g του εδάφους

0,3 = συντελεστής μετατροπής του 1ml $K_2Cr_2O_7$ 1N σε άνθρακα %.(ο συντελεστής αυτός προκύπτει από την σχέση $(12/4000) \cdot 100 = 0,3$. Το πηλίκο αντιπροσωπεύει το 4000 βάρος σε g ενός mmr 10 άνθρακα και το 100 χρησιμοποιείται για να γίνει αναγωγή του αποτελέσματος σαν ποσοστό επί τις εκατό).

1,3 = συντελεστής, που αναφέρεται στο ποσοστό του άνθρακα της οργανικής ουσίας που οξειδώνεται με τη μέθοδο αυτή. Όπως ήδη αναφέρθηκε παραπάνω, μόνο ένα ποσοστό του άνθρακα της οργανικής ουσίας οξειδώνεται με την μέθοδο αυτή. Το ποσοστό αυτό είναι κατά μέσο όρο με 77%.

1,724 = συντελεστής, που αναφέρεται στη μετατροπή του ποσοστού του άνθρακα σε ποσοστό οργανικής ουσίας. Προκύπτει από την παραδοχή ότι το ποσοστό του άνθρακα στις οργανικές ενώσεις του εδάφους είναι κατά μέσο όρο 58%.

3.2.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ (P) (ΜΕΘΟΔΟΣ OLSEN).

Για τον προσδιορισμό του φωσφόρου οι σπουδαιότεροι μέθοδοι είναι: του Olsen , Bray και Dirks-Scheffer.

Για τα εδάφη της χώρας μας κατάλληλη είναι ιδιαίτερα η μέθοδος του Olsen.

Με την μέθοδο Olsen ο φώσφορος εκχειλίζεται από το έδαφος με διάλυμα 0,5 N διττανθρακικού νατρίου (NaHCO_3) με σχεδόν σταθερό pH 8,5. Η αναλογία εδάφους – εκχυλιστικού είναι 1:20.

Με το διάλυμα αυτό εκχειλίζονται : Α) οι ενώσεις του φωσφόρου που βρίσκονται σε διαλυτή μορφή, Β) τα φωσφορικά ιόντα.

Απαραίτητα υλικά, σκεύη και όργανα

1. ζυγός
2. κουταλάκι
3. φιάλη ανακίνησης των 250 mL
4. ηθμός Whatman no 40
5. σιφόνιο
6. ογκομετρικές φιάλες των 50ML
7. φασμαφωτόμετρο

Αντιδραστήρια

1. διάλυμα NaOH 5N
2. διάλυμα NaHCO_3 0,5N
3. διάλυμα H_2SO_4 5N
4. μολυβδαινικό αμμώνιο $(\text{NH}_4)_6\text{M}_0_7\text{O}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
5. τρυγικό καλιοαντιμόνιο $\text{KSbO C}_4\text{H}_4\text{O}_6$
6. διάλυμα Α
7. ασκορβικό οξύ (L(+)) – Ascorbic Acid)

8.διάλυμα Β

9.δείκτης p – νιτροφαινόλη

10.ενεργός άνθρακας

11.Stock standard P (500 mg/L)

12.Standard διάλυμα P (3 mg/L NaHCO₃)

13.Standard διάλυμα P (0, 0,3, 0,6, 0,9 και 1,2ppm).

Η πορεία της ανάλυσης.

Ζυγίζουμε περίπου 5g αεροξηραμένου εδαφικού δείγματος.

1. Προσθέτουμε 1g περίπου ενεργού άνθρακα (1 κοφτό κουταλάκι) και 100 ml διαλύματος NaHCO₃ 0,5N(Ph=8,5).
2. Τοποθετούμε σε φιάλη ανακίνησης των 250ml και ανακινούμε επί 30 min.
3. Διηθούμε το εκχύλισμα με ηθμό Whatman no 40.
4. Μεταφέρουμε με σιφόνιο, 5 ml διηθήματος και τις ανάλογες ποσότητες από το πρότυπο διάλυμα των 3 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 50ml.
5. Προσθέτουμε 3 σταγόνες δείκτη p – νιτροφαινόλη, οπότε αυτό χρωματίζεται κίτρινο.
6. Αποχρωματίζουμε το διάλυμα προσθέτοντας στλαγδην διάλυμα H₂SO₄ 5N, οπότε το pH του διαλύματος ισούται με 5[Στην πράξη υπολογίζουμε τα ml διαλύματος H₂SO₄ 5N που απαιτούνται για ένα δείγμακαι κατόπιν προσθέτουμε την ίδια ποσότητα και στα υπόλοιπα (περίπου 0,8 – 1ml)].
7. Αφήνουμε τις φιάλες για 1 min(αφρίζουν) και κάθε τόσο ανακινούμε.
8. Προσθέτουμε 15 ml αποσταγμένο νερό περίπου (λίγο πιο πάνω από την μέση) και 8 ml αναδραστήριο Β.
9. Συμπληρώνουμε με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή και το ανακινούμε 5 – 6 φορές.
10. Μετά από παραμονή 40 min μετράμε σε φασματοφωτόμετρο 880 nm με κυψελίδα 1 cm,ενώ ταυτόχρονα εκτελείται και τυφλός προσδιορισμός.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

$$P = (A - T) * [100 + (\%H_2O)] * \Sigma A / W \text{ σε}$$

(σε g/1000 g ξηρού βάρους)

Όπου:

A= συγκέντρωση ρ του δείγματος σε mg/l

T=συγκέντρωση ρ του τυφλού σε mg/l

W= g αεροξηρανθέντος εδαφικού δείγματος

%H₂O=υγρασία του δείγματος

ΣΑ= Συντελεστής αραιώσης

3. 3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

3.3.1. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΔΙΑΔΟΧΙΚΩΝ ΑΡΑΙΩΣΕΩΝ. (Wollum 1982).

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 της γης 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 βασικές ομάδες μικροοργανισμών που πρόκειται να απομονωθούν από το εδάφους και να καταμετρηθούν κατά την έρευνα είναι: τα βακτήρια (αερόβια), οι μύκητες, ακτινομύκητες, .

Οι διαδικασίες εκτελέσεις.

- **Διαδοχικές αραιώσεις του εδαφικού δείγματος.**

Για την παρασκευή του σειριακού 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 μέσο 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 (εναωρήματος) 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 εναίωρημα 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 10^6 (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 επιστρέφεται με τη διασπορά πάνω στην επιφάνεια στερεοποιημένου υποστρώματος. Ο εμβολιασμός των τρυβλίων Petri με στερεό θρεπτικό υπόστρωμα πραγματοποιείται με εναπόθεση μικρής ποσότητας του εναωρήματος (0,1 ml) των μικροοργανισμών. Το εμβόλιο από κάθε αραιωμένο δείγμα εδάφους, ξεκινώντας από την αραιώση 10^0 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), Streptom. Rose Bengal Agar (SRBA), (Martin 1950), και το Starch – casein Agar (SKA), (Kyster and Williams 1966), Potato Dextrose Agar PDA 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 τρυβλία Petri πάνω στα στερεά θρεπτικά υποστρώματα. Η καταμέτρηση των αποικιών διευκολύνετε με το ειδικό καταμετρητή ή με στερεοσκόπο. Τα τρυβλία Petri με τις αποικίες με πλούσια θρεπτικά υποστρώματα εξετάζονται με κλειστό καπάκι συνήθως στο φως και οι αποικίες σημαδεύονται με στυλό στην εξωτερική πλευρά του τρυβλίου.

Ο αριθμός βιώσιμων κυττάρων εκφράζεται ανά ml αρχικής καλλιέργειας ή ανά γραμμάριο ξηρού εδάφους.

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

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

3. 3. 2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

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. Για την μελέτη της επίδρασης των εξωτερικών παραγόντων στην εδαφική μικροχλωρίδα προσδιοριστική η μικροβιακή βιομάζα με την μέθοδο fumigation-extraction method του Vance 1987, και Wu (1990), όπου μετρήθηκε η ποσότητα του μικροβιακού άνθρακα της μικροβιακής βιομάζας (C_{mic}). Μετρήθηκε η βασική εδαφική αναπνοή (R_{basal} ή R_{mic}), και η εδαφική αναπνοή, μετά από την προσθήκη του ενεργητικού υλικού, (SIR ή R_{SIR}), σύμφωνα με την μέθοδο του Anderson and Domsch (1978), Horwath, Paul (1994), Alef. (1995). Υπολογίστηκε το μεταβολικό πηλίκο (Metabolic quotient qCO₂) ως εξής qCO₂ = R_{basal} / R_{SIR}. (Jenkinson and Powlson, 1976, Wardle, Parkinson. 1990).

Προσδιορισμός της δραστηριότητας των μικροοργανισμών υπευθύνων για την μετατροπή του αζώτου στο έδαφος.

- **Εργαστηριακή μέθοδος μέτρησης της έκλυσης του διοξειδίου του άνθρακα.** (Horwath, Paul, 1994, Alef. 1995, Sparling, 1997)

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

1. Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, NaOH, 0.3M. για την παγίδευση του εκλυόμενου CO₂. (Για να ετοιμάσουμε 0.3M διαλύουμε 12 g υδροξειδίου του νατρίου, (NaOH) σε 250 mL. αποσταγμένου νερού και μετά την ψύξη ανάγουμε το διάλυμα μέχρι 1L.)
($2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$)
2. 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.).
($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 + 2\text{NaCl}$)
3. Υδροχλωρικό οξύ, HCl, 0.1N για πτλοδότηση της περίσσειας υδροξειδίου του νατρίου (NaOH).
($\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$)
4. Δείκτης Φαινολοφθαλείνη. Διαλύουμε 1 g Φαινολοφθαλείνης σε 100 mL αιθάλης.

Το εξεταζόμενο χρώμα πριν την έρευνα κοσκινίζεται με κόσκινο τον 2 mm. Το πείραμα είναι απαραίτητο να έχει το λιγότερο τρις 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 πτλοδότηση της περίσσειας υδροξειδίου του νατρίου, με το Υδροχλωρικό οξύ (**HCl**) **0.1M** μέχρι την εξαφάνιση του κόκκινου χρώματος.

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

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). Η ποσότητα του **διοξειδίου του άνθρακα** εκφράζεται σε **mg/g ξηρού εδαφικού βάρους**.

Το μεταβολικό πηλίκο (Metabolic quotient qCO_2), 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.

3.3.3. 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) του W.R. Horwath and E.A. Paul (1994). Τα εδαφικά δείγματα επάζονται για ένα χρονικό διάστημα με ατμούς του χλωροφορμίου σε ερμητικά κλειστό δοχείο. Είναι απαραίτητα να ετοιμάζονται για κάθε επέμβαση τουλάχιστον 3 επαναλήψεις από 20 g το καθένα. Επίσης 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 ($CHCl_3$) 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 $CHCl_3$ απαλλαγμένο αλκοόλης. Πάνω στη βάση και στα πλαϊνά του ξηραντήρα τοποθετείται βρεγμένο διηθητικό χαρτί με τρόπο ώστε να παραμένουν ανοικτές 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 (βεβαίως, 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 K_2SO_4 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 απολύμανση 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 (μετά την εκχύλ.) - % ολικός οργανικός άνθρακας μετά την απολύμανση και επώαση

% C (πριν την εκχύλ.) - % ολικός οργανικός άνθρακας πριν την απολύμανση.

$$K = 2,64$$

Ο Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους πραγματοποιήθηκε με την γνωστή μέθοδο του WALKLEY_BLACK η διαδικασία της οποίας περιγράφεται παραπάνω.

3. 3. 4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΤΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ (Cellulose decomposing microorganisms. Chew, 2001).

Η σημαντικότητα της συγκεκριμένης ομάδας μικροοργανισμών καθορίζεται από το ότι η αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων τα οποία περιέχουν από 25 έως 65% κυτταρίνη, αποτελεί σημαντικό κρίκο στον κύκλο του άνθρακα. Ο οργανικός άνθρακας αποτελεί συστατικό διάφορων οργανικών ενώσεων που απαντώνται στη φύση και από την αποσύνθεση των οποίων (τα υπολείμματα ζωικά και φυτικά) προέρχεται η οργανική ουσία. Κάτω από αυτές τις συνθήκες σημαντικό ρόλο στο αγροτικό οικοσύστημα και στην γονιμότητα του εδάφους παίζουν οι μικροοργανισμοί από τους οποίους εξαρτάται η ταχύτητα αποδόμησης φυτικών υπολειμμάτων, και θεωρείται ένας από τους βασικούς δείκτης βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους. Για την αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων είναι υπεύθυνοι οι αερόβιοι μικροοργανισμοί, όπως και τα αναερόβια μεσόφιλα και θερμοφιλα βακτήρια. Ακόμα τα αερόβια βακτήρια, μυξοβακτήρια, ακτινομύκητες και οι μύκητες. Στην περίπτωση αερόβιας

αποσύνθεσης της κυτταρίνης το τελικό προϊόν της αποσύνθεσης είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και το νερό H₂O. Ενώ σε αναερόβιες συνθήκες δημιουργούνται αιθυλένιο και οργανικά οξέα. Σημαντικό γεγονός είναι ότι η αποσύνθεση της κυτταρίνης γίνεται κατά την άμεση επαφή των μικροοργανισμών με υπό αποσύνθεση υπόστρωμα και επίσης με την βοήθεια των ένζυμων που εκκρίνουν.

Εκτιμήθηκε η ταχύτητα αποσύνθεσης του (Chew 2001). Το πείραμα για την εκτίμηση της επίδρασης του κομπόστ στην ταχύτητα αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο. Στο πάτο της υαλίνης φιάλης τοποθετήθηκε ένα τετράγωνο από βαμβακερό ύφασμα και κατόπιν προστέθηκαν 100 γραμμάρια εδάφους έτσι ώστε να καλύψει όλη την επιφάνεια του υφάσματος. Η υγρασία του εδάφους συμπληρώνεται με νερό μέχρι 40 - 60% του υδατοικανότητας. Το βαμβακερό τετράγωνο ζυγιστικό πριν τοποθετηθεί στη φιάλη. Μετά από 25, 45 και 70 ημέρες μετρήθηκε το ποσοστό της αποσύνθεσης του υφάσματος και η μείωση του βάρους του.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.

Στην προσπάθεια εξερεύνησης της επίδρασης των μεθόδων διαχείρισης του εδάφους στην φυσιολογική κατάσταση της εδαφικής μικροχλωρίδας επιλέξαμε τρία θερμοκήπια με καλλιέργεια τομάτας της περιοχής Τριφυλίας, από τα οποία και πραγματοποιήθηκαν οι τρεις δειγματοληψίες εδάφους. Όπως φαίνεται από το πίνακα 1, το πρώτο θερμοκήπιο το οποίο θα σημαδεύεται για την παρούσα εργασία ως θερμοκήπιο Α είχε κατασκευαστεί σχετικά πρόσφατα, το 2004, ενώ το δεύτερο θερμοκήπιο καλλιεργείται (συμβολίζεται στην παρούσα εργασία ως θερμοκήπιο Β), πάνω από 30 χρόνια. Το τρίτο θερμοκήπιο το οποίο στην εργασία μας θα αναφέρεται ως θερμοκήπιο Ε, κατασκευάστηκε το 1992, και την περίοδο δειγματοληψίας είχε καλλιεργηθεί με εμβολιασμένης τομάτα.

Από την σύντομη περιγραφή που δόθηκε παρακάτω (πίνακας 1) παρατηρούμε ότι στα δυο πρώτα θερμοκήπια (δηλαδή θερμοκήπιο Α και Β) εφαρμόζονται διαφορετικές καλλιεργητικές φροντίδες, σε σχέση με το τρίτο θερμοκήπιο (θερμοκηπίου Ε) στο οποίο, όπως αναφέρεται παραπάνω, είχε καλλιεργηθεί εμβολιασμένη τομάτα. Έτσι κατά κανόνα και στα τρία θερμοκήπια εφαρμόζεται βασική λίπανση (1:2:3), στην συνέχεια όμως στο έδαφος των θερμοκηπίων Α και Β προστέθηκαν στοιχεία όπως το Ca, Mg, σύνθετα λιπάσματα σε συνδυασμό με απλά, ενώ στο έδαφος του θερμοκηπίου Ε είχε προστεθεί θειικό Κάλιο, θειικό Μαγνήσιο (0 – 20 – 0), και οργανική λίπανση (κάθε 4 χρόνια). Ότι αφορά τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, στα θερμοκήπια Α και Β πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί με χαλκούχα μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα και νηματοδοκτόνα. Αντιθέτως, στο έδαφος του θερμοκηπίου Ε εφαρμόζεται ηλιοαπολύμανση και οι ψεκασμοί γίνονται μόνο με χαλκούχα σκευάσματα. Τέλος, ως υλικό κάλυψης του θερμοκηπίου Α και Β χρησιμοποιείται πλαστικό ενώ η το θερμοκήπιο Ε είναι γυάλινο.

Εδαφικά δείγματα πάρθηκαν όσο εντός τόσο και εκτός θερμοκηπίων. Αυτά θεωρήθηκαν ως "μάρτυρας" στις εδαφολογικές αναλύσεις διότι δεν είχαν υποστεί καμία εφαρμογή. Επειδή το θερμοκήπιο Ε ήταν σε αρκετή απόσταση από το θερμοκήπιο Α και Β, γίνεται επιπρόσθετος ανάληψη εδαφικών δειγμάτων ως "Μάρτυρας" για το θερμοκήπιο Ε κοντά στο θερμοκήπιο. Έτσι καταλήγουν οι εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων από τα τρία θερμοκήπια να έχουν δυο εδαφικά δείγματα ως μάρτυρα, ξεχωριστά για τα θερμοκήπια Α και Β (Μάρτυρας ΑΒ) και για το θερμοκήπιο Ε (Μάρτυρας Ε).

Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες εδάφους με την τελευταία να γίνεται αμέσως μετά την συγκομιδή της καλλιέργειας τομάτας.

Πίνακας 1. Τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία της καλλιέργειας τομάτας των επιλεγμένων θερμοκηπίων.

	Χαρακτηριστικά καλλιέργειας
Θερμοκήπιο A	<p>Κατασκευάστηκε: το 2004. / 8,2 στρέματα.</p> <p>Υλικά κατασκευής : σιδερένιος σκελετός, γαλβανισμένος τολ και πλαστικό.</p> <p>Μεταφύτευση: της τομάτας - 01-2-2010.</p> <p>Λίπανση: Βασική - 1:2:3 και 1;1:3 N:P:K και προσθήκη Ca, Mg.</p> <p>Σύνθετα λιπάσματα σε συνδυασμό με απλά.</p> <p>Ποικιλία τομάτας :</p> <p>Χρησιμοποιούμενα γεωργικά φάρμακα: Εφαρμόζεται ψεκασμός με χαλκούχα, <i>Antracol</i>, <i>Bolylefon</i>, <i>Daconil</i> - προστατευτικά μυκητοκτόνα.</p> <p>Ψεκασμός με το εντομοκτόνο <i>Belt</i> και για την καταπολέμηση των νηματωδών χρησιμοποιείται το <i>Nemathorin</i>.</p> <p>χρησιμοποιούνται ωφέλιμα έντομα όπως <i>Macrofaphus</i> ή βομβίνους για την γονιμοποίηση.</p> <p>Απολύμανση : όχι</p>
Θερμοκήπιο B	<p>Κατασκευάστηκε: το 1970. / 600 m²</p> <p>Υλικά κατασκευής : ίδια κατασκευή με το θερμοκήπιο A.</p> <p>Μεταφύτευση: της τομάτας - 01-2-2010.</p> <p>Λίπανση: Βασική - 1:2:3 και 1;1:3 N:P:K και προσθήκη Ca, Mg.</p> <p>Σύνθετα λιπάσματα σε συνδυασμό με απλά.</p> <p>Ποικιλία τομάτας :</p> <p>Χρησιμοποιούμενα γεωργικά φάρμακα: Εφαρμόζεται ψεκασμός με χαλκούχα, και <i>Antracol</i>, <i>Bolylefon</i>, <i>Daconil</i> - προστατευτικά μυκητοκτόνα. Ψεκασμός με το εντομοκτόνο <i>Belt</i> και για την καταπολέμηση των νηματωδών χρησιμοποιείται το <i>Nemathorin</i>.</p> <p>χρησιμοποιούνται ωφέλιμα έντομα όπως <i>Macrofaphus</i> ή βομβίνους για την γονιμοποίηση.</p> <p>Απολύμανση : όχι</p>
Θερμοκήπιο E	<p>Κατασκευάστηκε το 1992. / 26 στρέματα</p> <p>Υλικά κατασκευής : σιδερένιος σκελετός γαλβανισμένος με γυαλί</p> <p>Μεταφύτευση της τομάτας - 10 / 12 / - 2- 2019.</p> <p>Λίπανση : Βασική - 1:2:3 και θεικό Κάλιο, θεικό Μαγνήσιο 0 – 20 – 0, οργανική ουσία κάθε 4 χρόνια.</p> <p>Ποικιλία: εμβολιασμένη τομάτα</p> <p>Χρησιμοποιούμενα γεωργικά φάρμακα: Εφαρμόζεται ψεκασμός μόνο με χαλκούχα και χρησιμοποιούνται ωφέλιμα έντομα όπως <i>Macrofaphus</i> ή βομβίνους για την γονιμοποίηση.</p> <p>Απολύμανση : Ηλιοαπολύμανση.</p>

Τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων και των τριών δειγματοληψιών παρουσιάζονται στο πίνακα 2. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφικών δειγμάτων και το pH μετρήθηκαν με τη χρήση ηλεκτρονικού επιτραπέζιου πεχαμέτρου (ScHott-Gerate, Titrator TR 156). Από της μετρήσεις του pH φαίνεται ότι τα εδάφη και των τριών θερμοκηπίων ήταν μέτρια αλκαλικά. Οι αναλύσεις εδάφους της δεύτερης και τρίτης δειγματοληψίας έδειξαν γενικά μια μικρή αύξηση του pH, μέχρι και 8,32 στο δείγμα από A θερμοκήπιο. Επίσης στα εδαφικά δείγματα των θερμοκηπίων A, B και E, το pH αυξήθηκε από την δεύτερη και Τρίτη

δειγματοληψία. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές του pH του εδάφους των δειγμάτων και του μάρτυρα.

Πίνακας 2. Αναλύσεις των Φυτικοχημικών χαρακτηριστικών του εδάφους των τριών δειγματοληψιών. Οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο των 4 εδαφικών δειγμάτων.

Εδαφικά δείγματα από:	Φυτικοχημικοί παράμετροι						
	Δειγματοληψία	pH του εδάφους	Ποσότητα οργανικής ουσίας %	Αφομοίωσιμο P-Olsen, ppm	Ανταλλάξιμο		
					K (meq K/100gr)	Ca (meq Ca/100gr)	Mg (meq Mg/100gr)
Θερμοκήπιο A	1 ^η	7,47	2,2	73,5	1,93	0,81	1,28
	2 ^η	7,98	3,18	98,24	2,89	1,12	1,54
	3 ^η	8,32	1,16	20,11	6,67	1,24	-
Θερμοκήπιο B	1 ^η	7,66	3,28	70,12	3,1	0,98	1,26
	2 ^η	7,73	3,08	131,7	2,12	0,82	0,98
	3 ^η	8,11	2,91	21,75	6,04	1,52	-
Μάρτυρας για A και B	1 ^η	7,7	2,38	24,41	1,83	0,52	0,78
	2 ^η	7,86	2,33	23,76	1,86	0,68	0,72
	3 ^η	8,04	1,87	12,72	7,85	1,57	-
Θερμοκήπιο E	1 ^η	7,55	3,69	64,0	1,54	0,48	0,54
	2 ^η	7,8	3,78	70,1	1,64	0,72	0,8
	3 ^η	8,21	2,27	17,04	5,94	1,14	-
Μάρτυρας για E	1 ^η	7,24	2,07	26,76	0,84	0,46	0,63
	2 ^η	7,33	1,71	46,9	0,97	0,33	0,52
	3 ^η	7,56	1,6	12,68	0,15	0,5	-

Η περιεκτικότητα των εδαφικών δειγμάτων σε αφομοιώσιμο φώσφορο P μετρήθηκε με την μέθοδο Φασμαφωτομετρίας. Σαφώς οι προσθήκη των λιπασμάτων αύξησαν τις τιμές του φωσφόρου, όπως δείχνουν τα αποτελέσματα της δεύτερης δειγματοληψίας – από Olsen, 73,7 έως 98,24 ppm για το θερμοκήπιο A, από 70,12 ppm έως 131,7 ppm (Olsen), για το θερμοκήπιο B και από 63,0 έως 70,1 ppm (Olsen) για το θερμοκήπιο E, ενώ οι τιμές του φωσφόρου του μάρτυρα παρέμεναν σχεδόν αμετάβλητες.

Ο προσδιορισμός των μακροθρεπτικών στοιχείων όπως είναι το K, Ca, Mg με την μέθοδο Φασμαφωτομετρίας Ατομικής Απορρόφησης έδειξε ότι το έδαφος και των τριών θερμοκηπίων είναι πλούσιο σε αφομοιώσιμο κάλιο (θερμοκήπιο A - 1,93 – 2,89 me/100g,

θερμοκήπιο Β – 2,12 – 3,1 meq /100g, και θερμοκήπιο Ε – 1,54 – 1,64 meq /100g.), επαρκώς εφοδιασμένο με ανταλλάξιμο ασβέστιο Ca και μαγνήσιο Mg (πίνακας 2). Αν και οι ποσότητες των στοιχείων αυτών διέφεραν από θερμοκήπιο σε θερμοκήπιο και από θερμοκήπιο σε μάρτυρας. Τέλος την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία παρουσίασαν τα εδαφικά δείγματα από το θερμοκήπιο Ε (3,69 – 3,78 %), ακολουθούν τα εδαφικά δείγματα του θερμοκηπίου Β (3,08 – 3,28%), και του θερμοκηπίου Α (2,2 – 3,18%).

1. Τα αποτελέσματα μελέτης της επίδρασης του τρόπου διαχείρισης του εδάφους στην περιεκτικότητα των μικροοργανισμών.

Ο αριθμός και η ποικιλομορφία του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού μυκήτων, βακτηρίων, ακτινομυκήτων, υπολογίζεται με την μέθοδο μέτρησης του αριθμού βιώσιμων μονάδων ή αριθμού ζωντανών μικροβίων (Total viable count). Δηλαδή, στην πράξη γίνεται μέτρηση του συνολικού αριθμού των μικροβιακών πληθυσμών ικανών να σχηματίζουν αποικίες in vitro πάνω σε θρεπτικά υποστρώματα (Colony forming units - CFU). Τα θρεπτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη αναφέρονται στο πίνακα 3. Ο λόγος για την χρησιμοποίηση αρκετά μεγάλου αριθμού θρεπτικών μέσων ήταν για την ανίχνευση και απαρίθμηση διάφορων ομάδων μικροοργανισμών, πθανών και φυτοπαθογόνων από το έδαφος

Πίνακας 3. Θρεπτικά υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την έρευνα για την απομόνωση και καταμέτρηση των εδαφικών μικροοργανισμών.

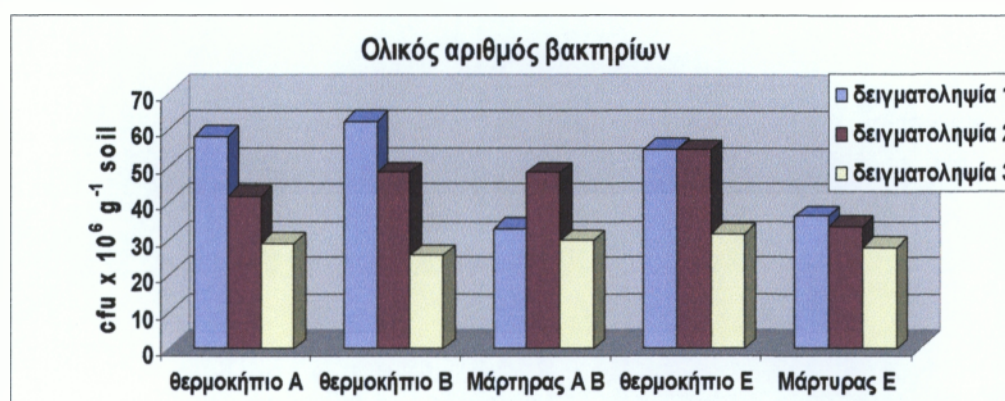
Είδος μικροοργανισμού	Θρεπτικό μέσο.		Βαθμός αραιώσης. Χρόνος επώασης
Ολικός αριθμός Μυκήτων.	SRBA - Streptom. Rose Bengal Agar +0,1mg ml ⁻¹ streptomycin,	Martin 1950	10 ³ , 10 ⁴ 22°C, 6 ημέρες
Ολικός αριθμός βακτηρίων	TSA - Tryptic soy agar.	Martin 1975	10 ⁶ , 10 ⁷ . 20 – 25°C, 2 ημέρες.
Ολικός αριθμός ακτινομυκήτων	SKA- Starch – casein Agar	Kyster and Williams 1966	10 ³ 10 ⁴ 20 -22° C, 8-10 ημέρες
Μύκητες	Potato Dextrose Agar PDA		10 ³ – 10 ⁴ , 22° C.
Μύκητες (Φυτοπαθογόνοι)	Oatmeal Agar		10 ³ – 10 ⁴ , 22° C.
Μύκητες (Φυτοπαθογόνα.)	Corn Meal Agar		10 ³ – 10 ⁴ , 22° C

Έτσι για την εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού (μετά από διαδοχικές αραιώσεις του εδαφικού δείγματος) χρησιμοποιήσαμε θρεπτικά υποστρώματα όπως το Tryptic soy agar

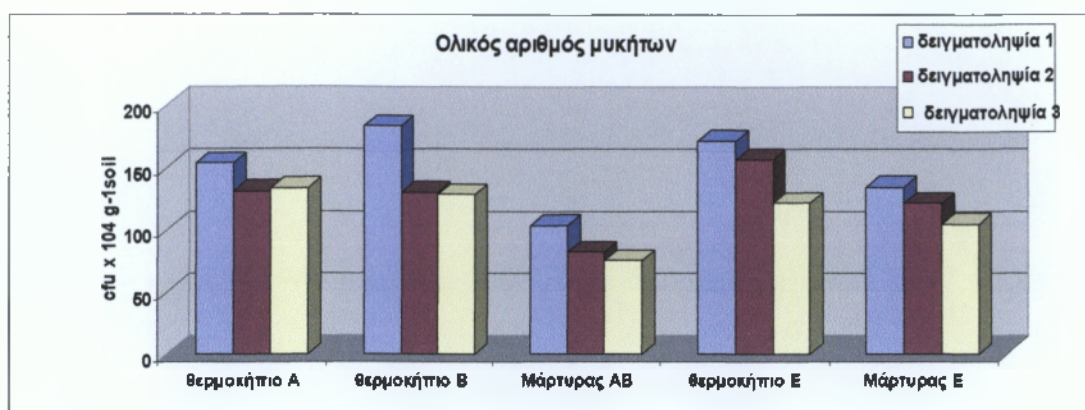
(Martin 1975), το PDA, και το Streptom. Rose Bengal Agar (SRBA),(Martin 1950), και το Starch – casein Agar (SKA), (Kyster and Williams 1966), για την καταμέτρηση του ολικού αριθμού βακτηρίων, μυκήτων, ακτινομυκήτων αντίστοιχα.

Οι λιγοστές μελέτες, που αφορούν τη μικροχλωρίδα του εδάφους της συμβατικής, βιολογικής γεωργίας, δείχνουν ότι ο τρόπος διαχείρισης του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, στη μικροβιακή βιομάζα και δραστηριότητα των μικροοργανισμών στην οποία επιδρά με διάφορους τρόπους και κατά συνέπεια επηρεάζει τη γονιμότητα του εδάφους και τη θρεπτική κατάσταση των καλλιεργειών (Swezey, et al. 1998, Melero et al., 2005, Arajio et. al. 2008, Arajio A. S.F., 2009, Παπαδοπούλου 2010).

Όταν έχουμε όμως ως αντικείμενο μελέτης την εδαφική μικροχλωρίδα, το έδαφος και την εισαγωγή σε αυτό διάφορων ουσιών θρεπτικών και μη πρέπει πάντα να σημειωθεί ότι η αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων για την εντατική αύξηση της παραγωγής είναι αυτό που επιδρά αρνητικά στην μικροχλωρίδα, στη γονιμότητα του εδάφους, συμβάλει στην ρύπανση του αγροοικοσυστήματος και αυξάνει τις εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας έτσι στο φαινόμενο θερμοκηπίου και καταστροφή του όζοντος. (Tilman 1999, Tu et. al, 2006). Οι πρώτες ομάδες μικροοργανισμών, που δέχονται τις επιδράσεις σε αυτή την περίπτωση είναι εκείνες που είναι υπεύθυνες για την μετατροπή του αζώτου και των άλλων θρεπτικών σε αφομοιώσιμες για τα φυτά μορφές. Κάτω από αυτές τις συνθήκες ευρέως αναπτύσσονται και οι μικροοργανισμοί που έχουν την δυνατότητα προσαρμογής στο καινούριο περιβάλλον, με αποτέλεσμα αυτές οι αλλαγές να προκαλούν ριζικές μεταβολές στην περιεκτικότητα των αναλογιών διαφόρων ομάδων μικροοργανισμών (Fliebbach, 2000). Μερικοί μικροοργανισμοί είναι ευαίσθητοι στα τοξικά συστατικά των φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, ενώ άλλοι είναι ανθεκτικοί στην ρύπανση, ο δε αριθμός τους και η βιομάζα τους μπορεί να αυξηθεί εξαιτίας της μείωσης του ανταγωνισμού (Olson, 1991).

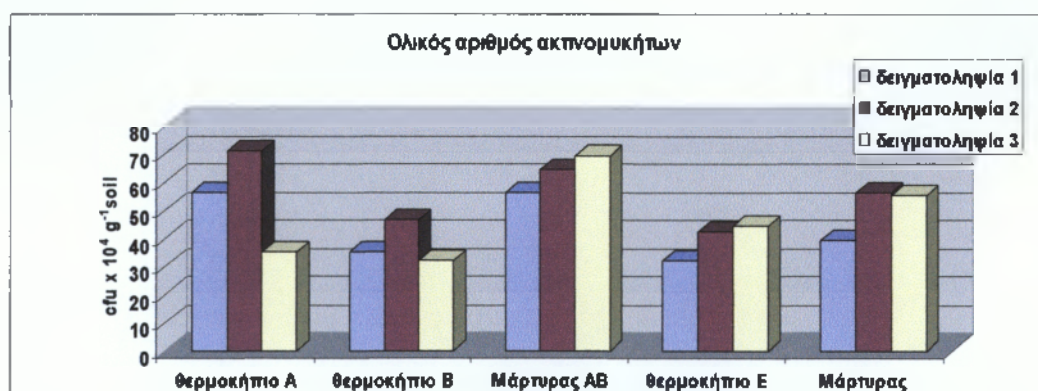


Σχήμα 1. Μέσος όρος ($n=16$) της μεταβολής του αριθμού βακτηρίων (cfu g^{-1}) στα εδάφη από καλλιέργεια τομάτας.



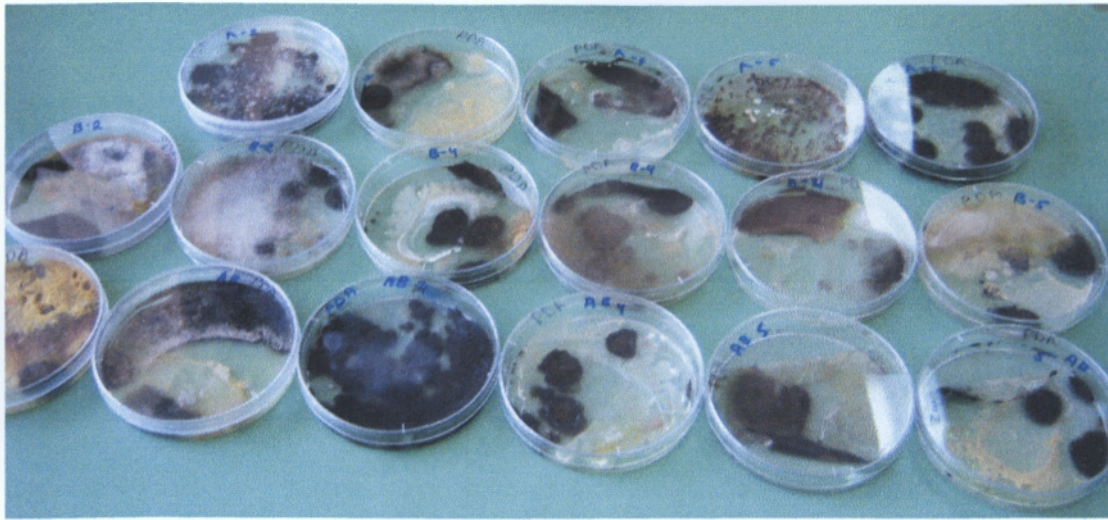
Σχήμα 2. Μέσος όρος ($n=16$) της μεταβολής του αριθμού των μυκήτων (cfu g^{-1}) στα εδάφη από καλλιέργεια τομάτας.

Στα σχήματα 1, 2 και 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων του ολικού αριθμού βακτηρίων, μυκήτων και ακτινομυκήτων των εξεταζόμενων εδαφικών δειγμάτων. Οι καταμετρήσεις των αποικίες *in vitro* πάνω σε θρεπτικά υποστρώματα (Colony forming units - CFU) έδειξαν, ότι μειώθηκε ο αριθμός των βακτηρίων και μυκήτων. (Colony forming units - cfu g^{-1}) στον Μαρτυρά και για τα τρία θερμοκήπια. Αντιθέτως σε αυτά τα δείγματα ελαφρώς αυξήθηκε ο αριθμός ακτινομυκήτων, ενώ τα εδαφικά δείγματα από το θερμοκήπιο B και E είχαν αυξημένη ποσότητα των μυκήτων.

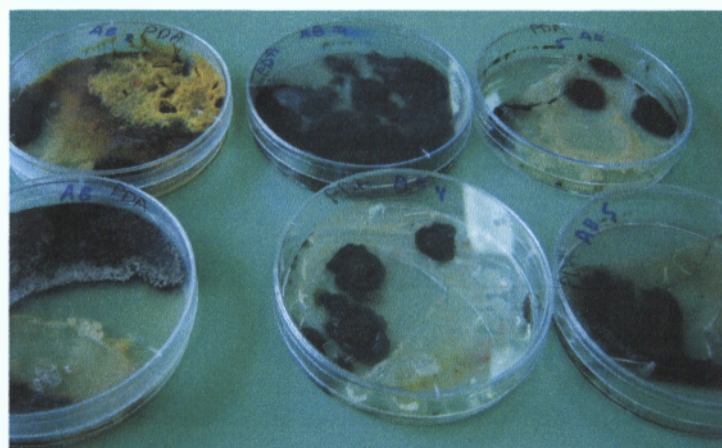
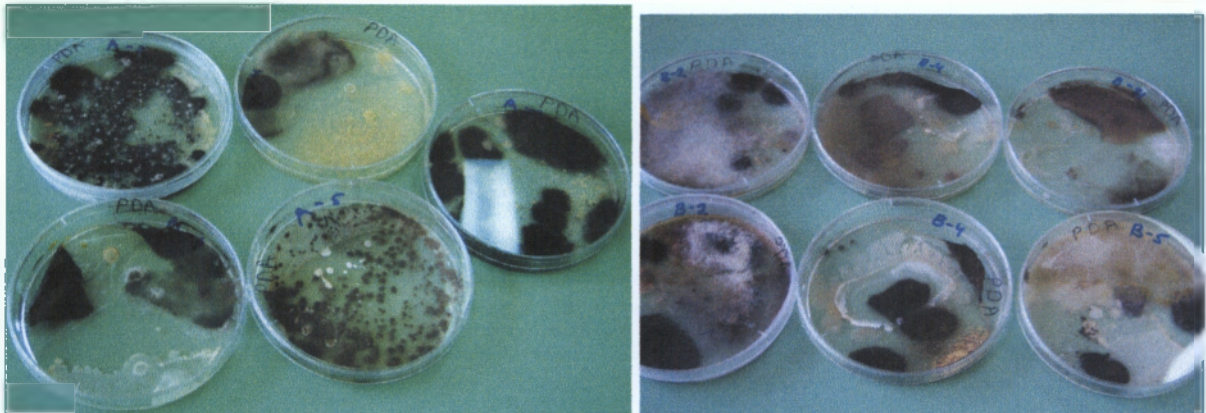


Σχήμα 3. Μέσος όρος ($n=16$) της μεταβολή του αριθμού (cfu g^{-1}) των ακτινομυκήτων στα εδάφη από καλλιέργεια τομάτας.

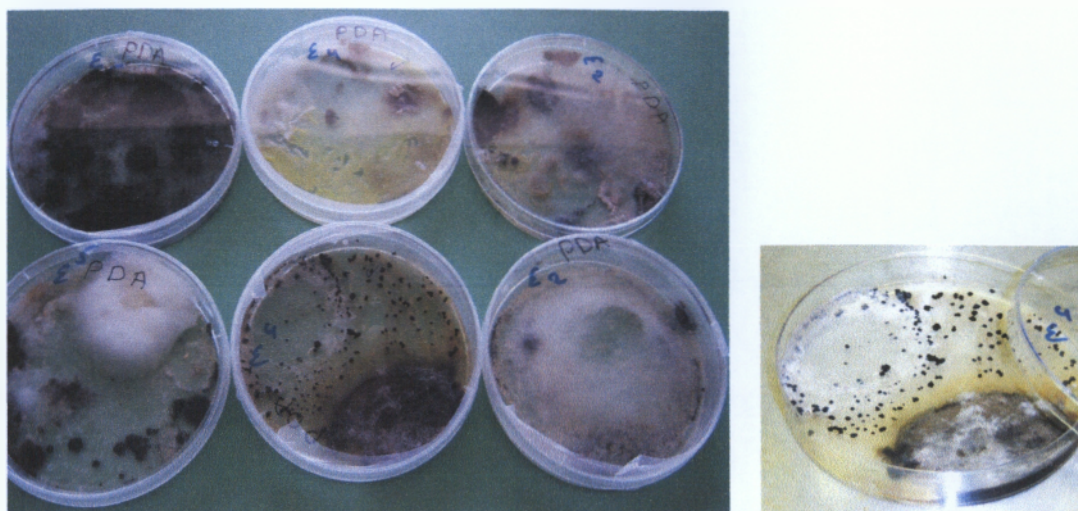
Η καταμέτρηση των μικροβιακών αποικιών πάνω σε στερεά θρεπτικά υποστρώματα διαπίστωσε την μεταβολή του αριθμού μικροοργανισμών. Αν και μεταξύ των διαχειρίσεων η μεταβολή του αριθμού cfu δεν είναι πολύ μεγάλος στις εικόνες 1, 2, 3 φαίνεται σαφώς η μεταβολή της ποικιλομορφίας των εδαφικών πληθυσμών.



Εικόνα 1. Απομόνωση των εδαφικών μικροοργανισμών από τα δείγματα θερμοκηπίων Α και Β. Στην κάτω σειρά βρίσκονται τα τρυβλία με απομονώσεις μυκήτων από το έδαφος του Μάρτυρα.

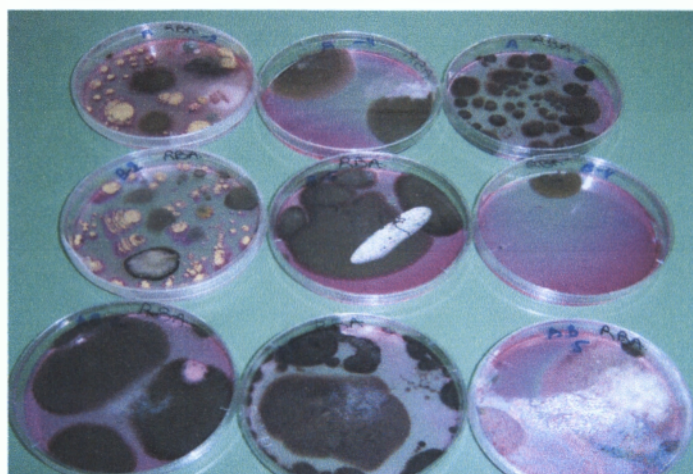


Εικόνα 2. 1^η δειγματοληψία. Απομονώσεις μυκήτων στο PDA από τα εδαφικά δείγματα Θερμοκηπίου Α, Β και Μάρτυρας.

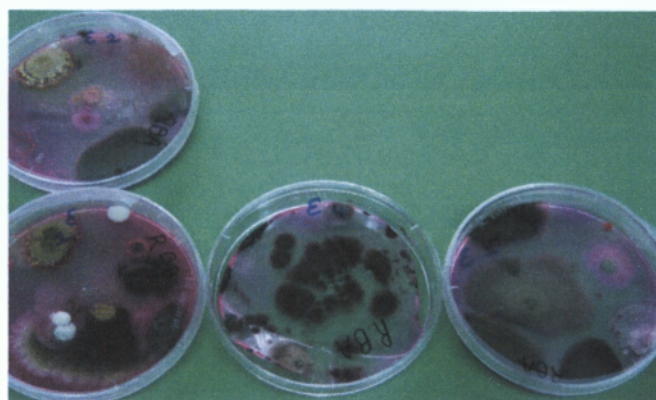


Εικόνα 3. 1^η δειγματοληψία Απομονώσεις μυκήτων στο PDA από τα εδαφικά δείγματα Θερμοκηπίου Ε και Μάρτυρα. Τα σκληρώτια του *Botrytis* sp. που απομονώθηκαν από τα εδαφικά δείγματα θερμοκηπίου Ε.

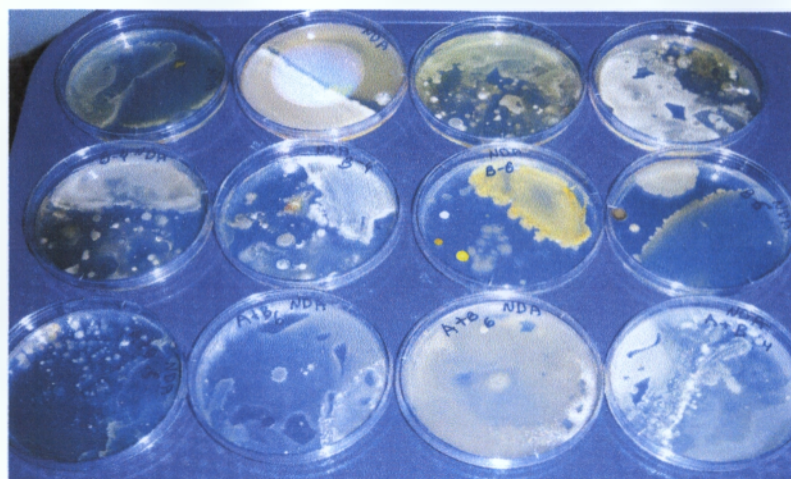
Το αξιοσημείωτο είναι ότι στο θερμοκήπιο Ε που καλλιεργείται εμβολιασμένη τομάτα είχε εφαρμοστεί ηλιοαπολύμανση του εδάφους, θα ήταν ίσως βιαστικό το συμπέρασμα για την ανικανότητα της μέθοδο ηλιοαπολύμανσης να μειώσει το φορτίο των φυτοπαθογόνων μυκήτων που διατηρούνται στο έδαφος με τα σκληρώτια, αλλά ας το πάρουμε ως μία ένδειξη.



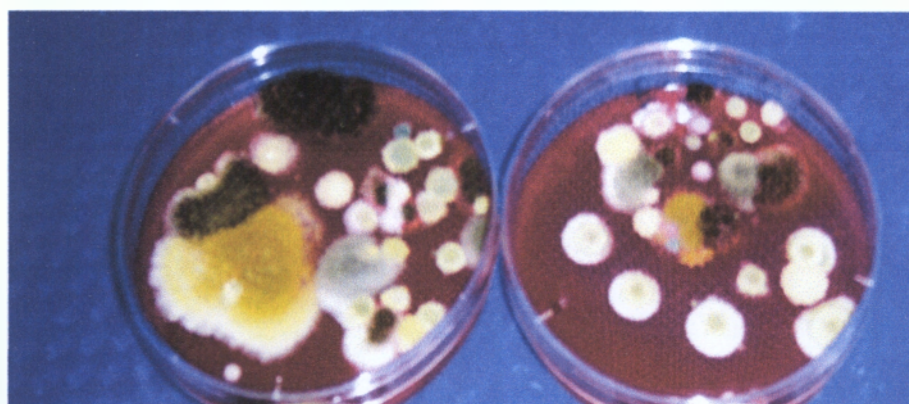
Εικόνα 4. 1^η δειγματοληψία Απομονώσεις μυκήτων στο SRBA από τα εδαφικά δείγματα Θερμοκηπίου Α Β και Μάρτυρας



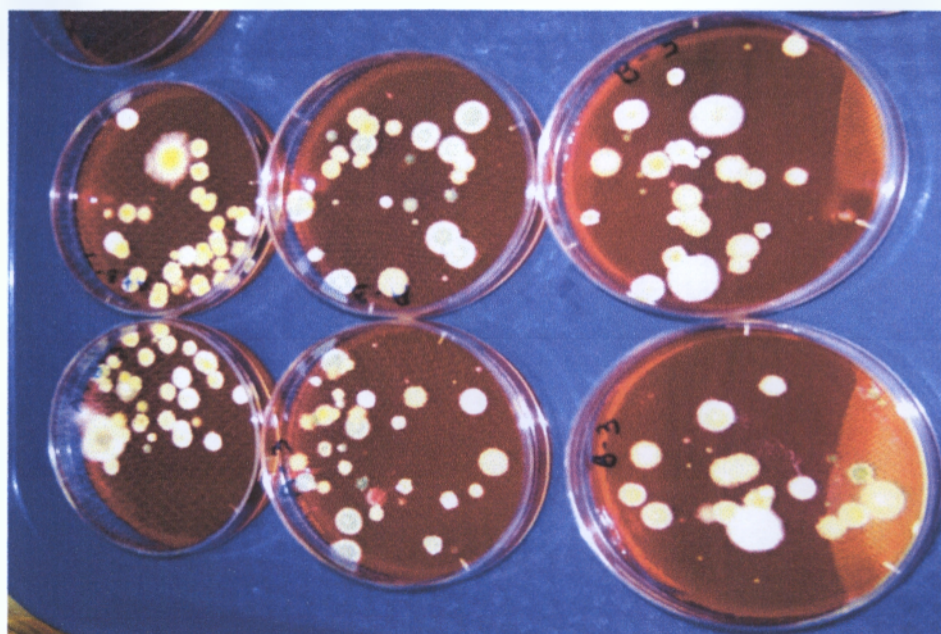
Εικόνα 5. 1^η δειγματοληψία Απομονώσεις μυκήτων στο SRBA από τα εδαφικά δείγματα Θερμοκηπίου Ε.



Εικόνα 6. 2^η δειγματοληψία. Απομονώσεις βακτηρίων στο NDA από τα εδαφικά δείγματα Θερμοκηπίου Α, Β και Μάρτυρας (η τελευταία σειρά).



Εικόνα 7. 2^η δειγματοληψία. Απομονώσεις μυκήτων στο SRBA από τα εδαφικά δείγματα Θερμοκηπίου Ε και Μάρτυρα



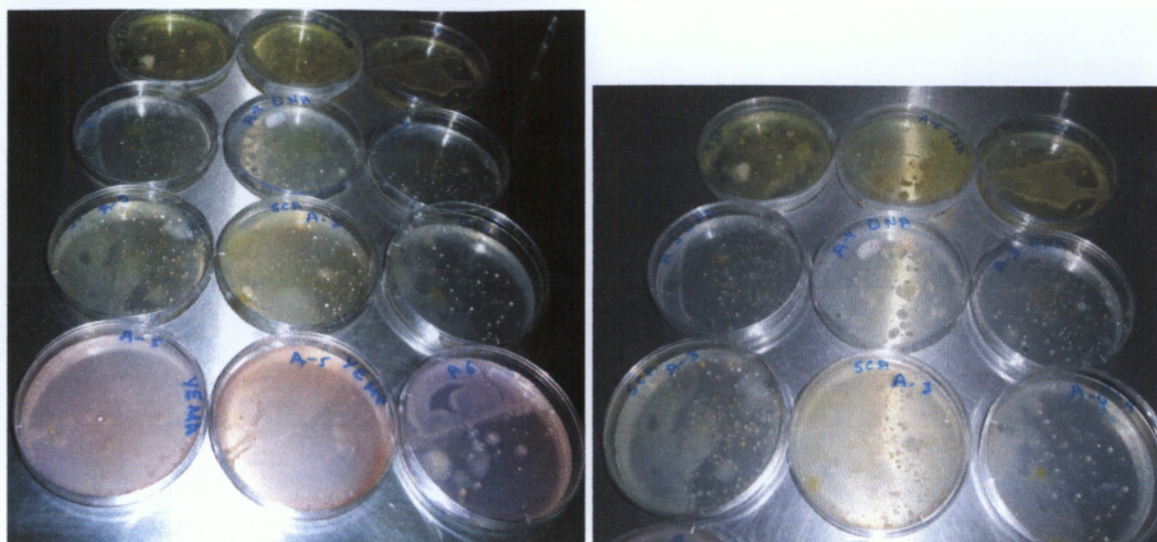
Εικόνα 8. 2^η δειγματοληψία. Απομονώσεις μυκήτων στο SRBA από τα εδαφικά δείγματα Θερμοκηπίου Α Β και Μάρτυρας (πρώτη σειρά).

Αξιολογήθηκε μακροσκοπικά σε εξειδικευμένα πειράματα που αφορούσαν το κύκλο του αζώτου η ανάπτυξη των μικροοργανισμών στα αζωτούχα υποστρώματα που προστέθηκαν στο έδαφος. Στα βαζάκια με το έδαφος από τα υπό εξέταση θερμοκήπια είχε προστεθεί διάλυμα πεπτόνης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην εικόνα 9. Στο κέντρο της εικόνας βρίσκονται τα βαζάκια με το έδαφος του μάρτυρα (το έδαφος εκτός Θερμοκηπίου), ενώ στα πλάγια τα εδαφικά δείγματα από το θερμοκήπιο Α, Β και Ε (με καλλιέργεια τομάτας), και από το θερμοκήπιο Γ και Δ (με καλλιέργεια αγγουριάς). Και τα δείγματα εδάφους από το θερμοκήπιο ΣΤ (με καλλιέργεια φασολιάς). Η εμφάνιση των μυκήτων στην επιφάνεια του εδάφους που καλλιεργείται δηλώνει την πλούσια παρουσία των μυκήτων ικανών για την αποσύνθεση της αζωτούχας οργανικής ουσία.

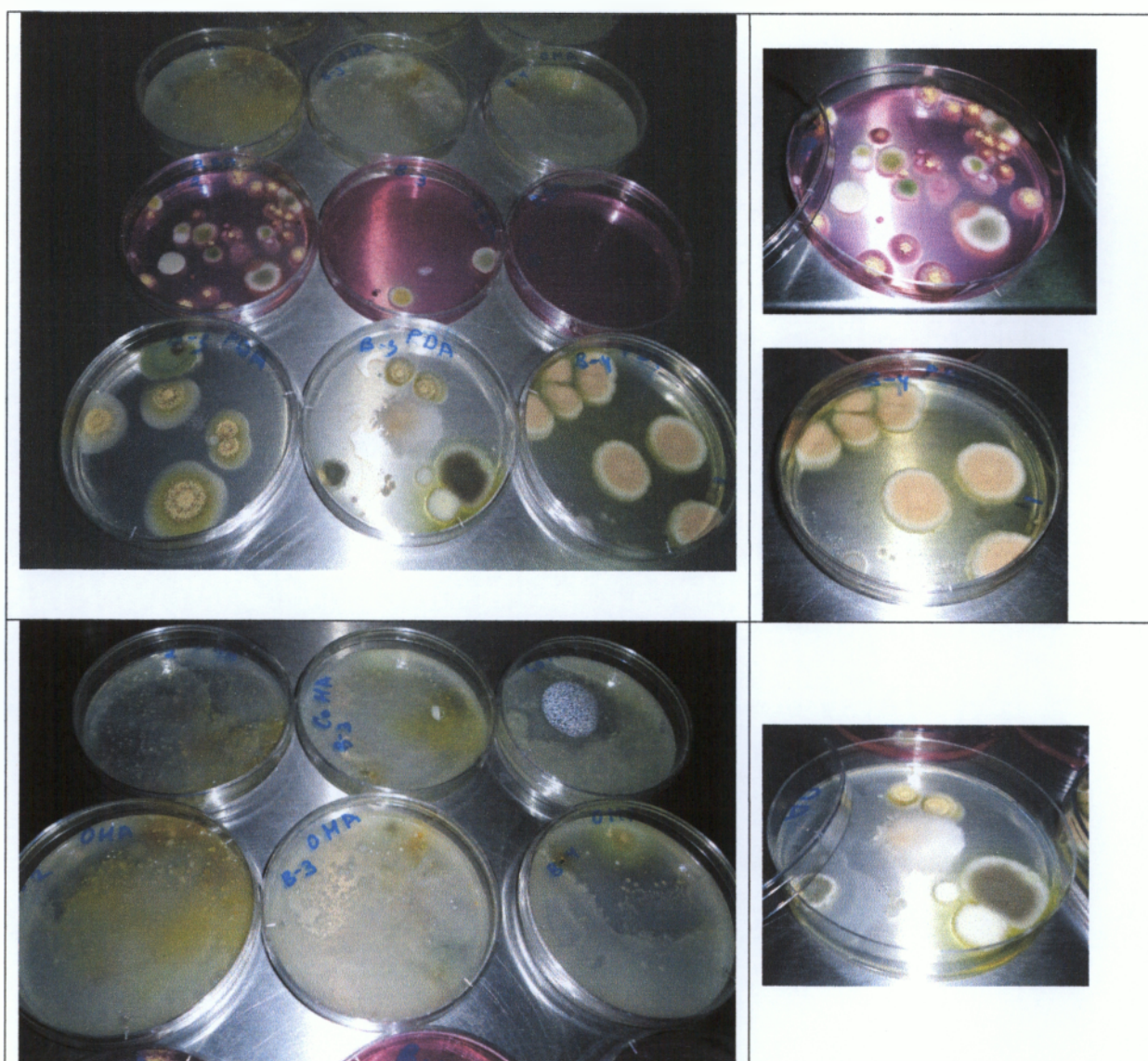


Εικόνα 9. Επιφανειακή ανάπτυξη αποικιών μυκήτων σε εδάφη μετά από την προσθήκη του οργανικού υλικού – διαλύματος πεπτόνης

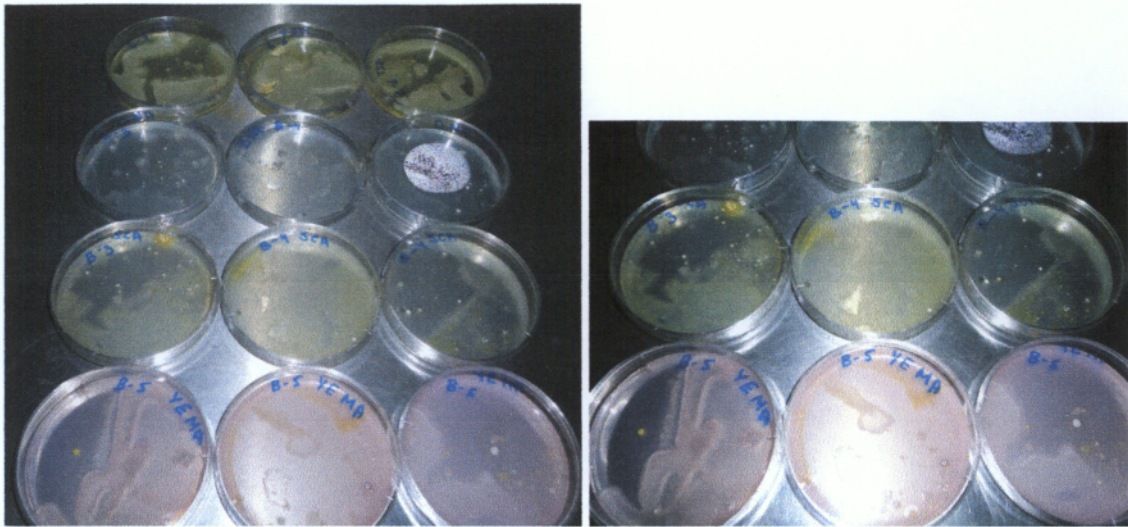
Παρακάτω ακολουθούν οι εικόνες με απομονώσεις των μικροοργανισμών από τα εδαφικά έδαφος της 3^η δειγματοληψίας. Για την απομόνωση των μικροοργανισμών μετά από διαδοχικές αραιώσεις εδαφικών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια με τα προηγούμενα θρεπτικά μέσα.



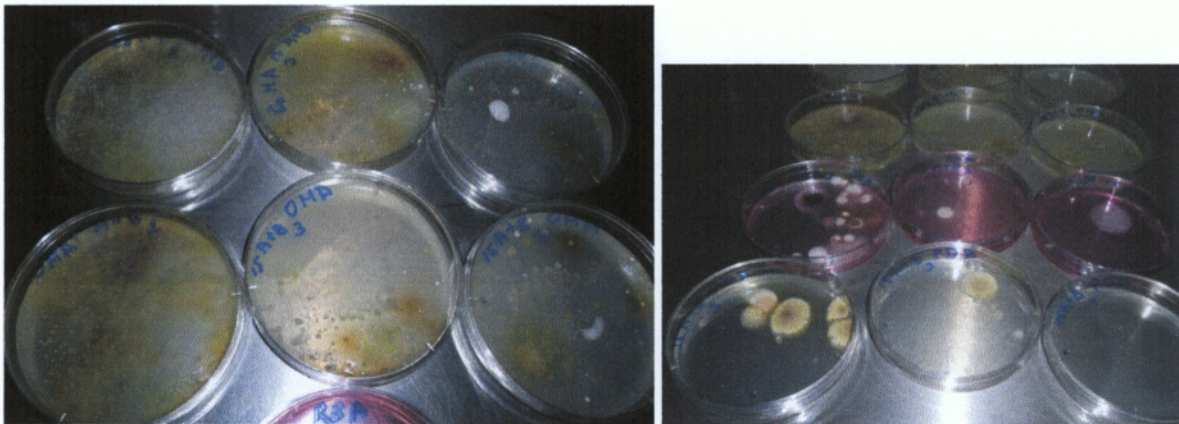
Εικόνα 10. Θερμοκήπιο – Α. Τρυβλία με θρεπτικά υποστρώματα για την απομόνωση των βακτηρίων και ακτινομυκήτων.



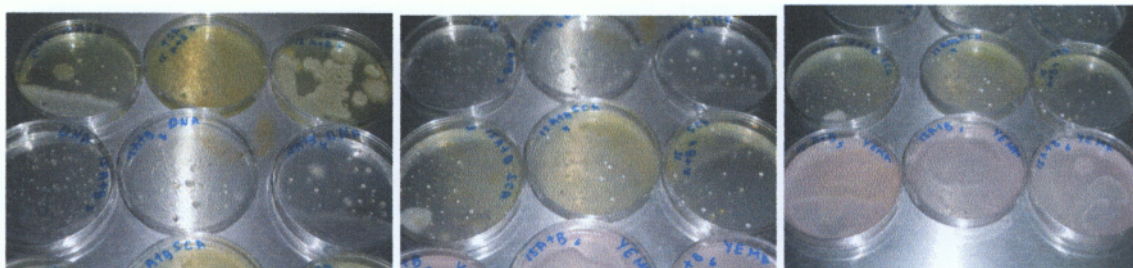
Εικόνα 11. Θερμοκήπιο Β. Τρυβλία με απομονώσεις μυκήτων από το έδαφος πάνω σε διάφορα θρεπτικά υποστρώματα.



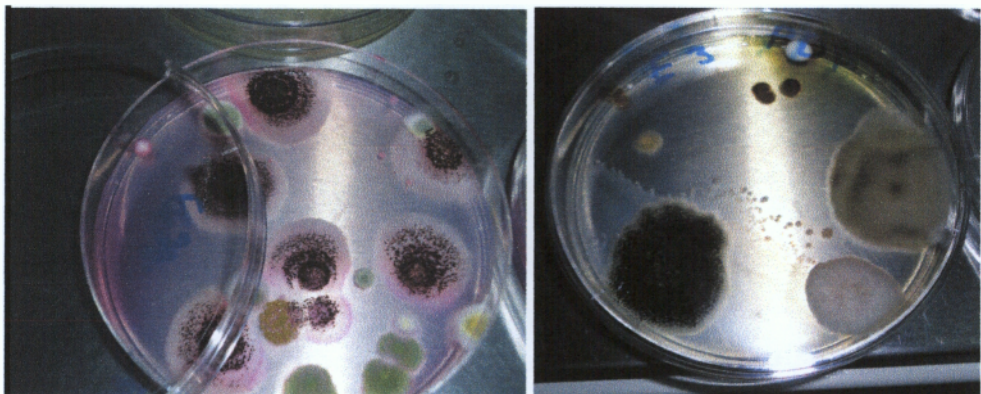
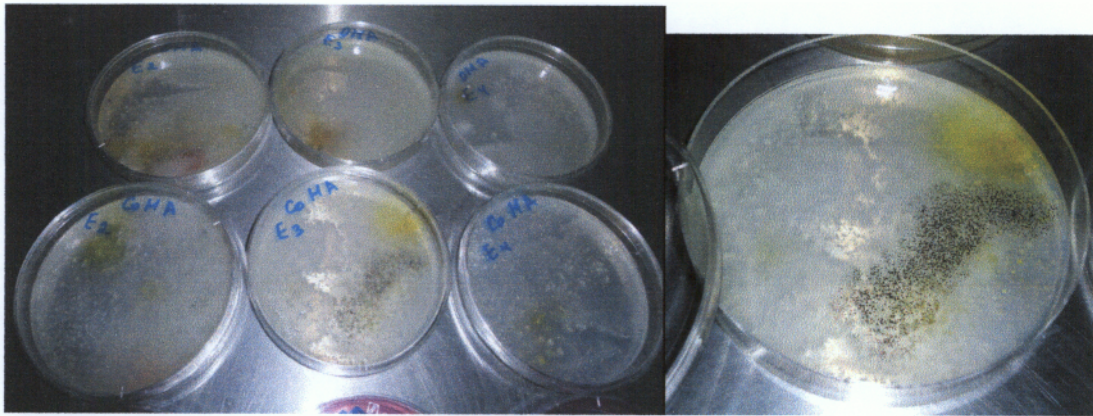
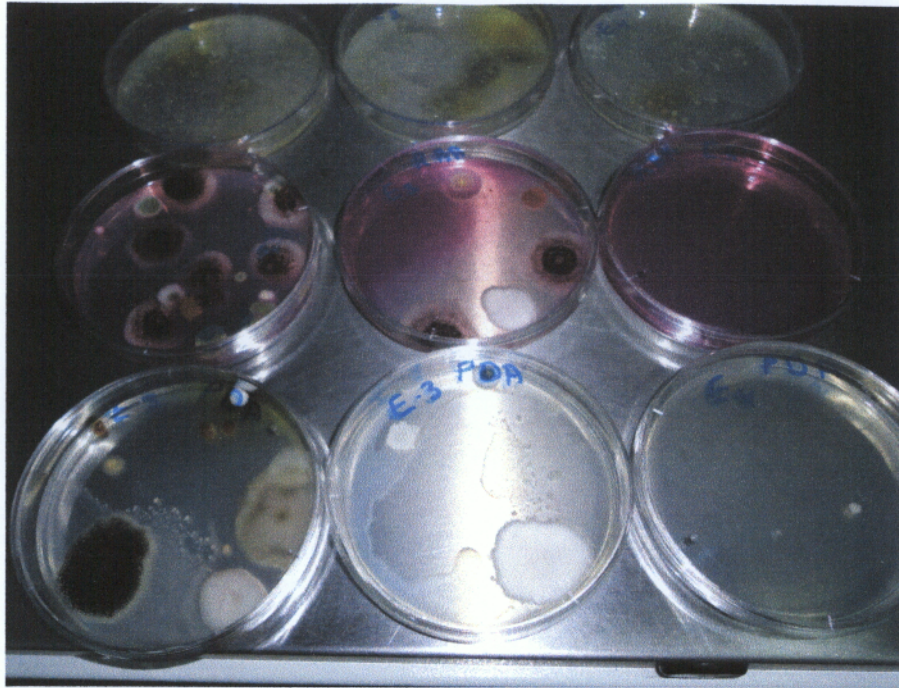
Εικόνα 12. Θερμοκήπιο – Β. Τρυβλία με θρεπτικά υποστρώματα για την απομόνωση των βακτηρίων.



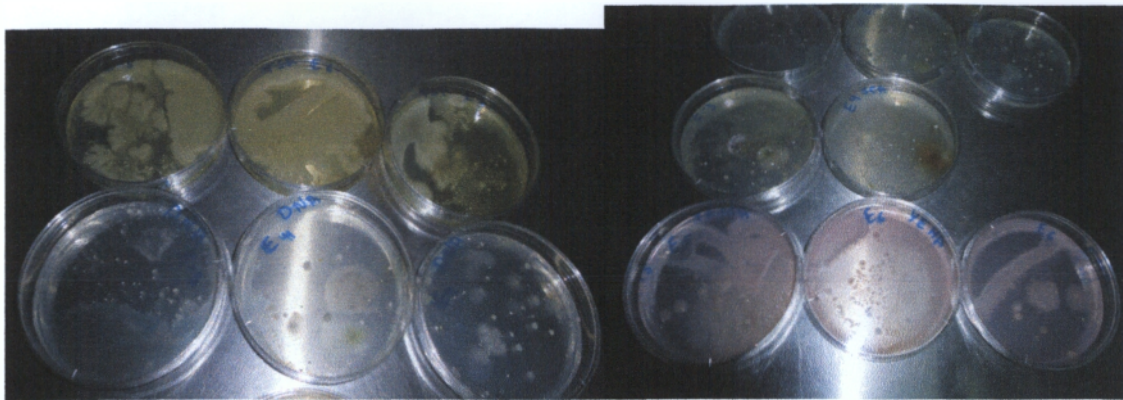
Εικόνα 13. Απομονώσεις μυκήτων από το εδαφικό δείγμα εκτός θερμοκηπίου (Μάρτυρας).



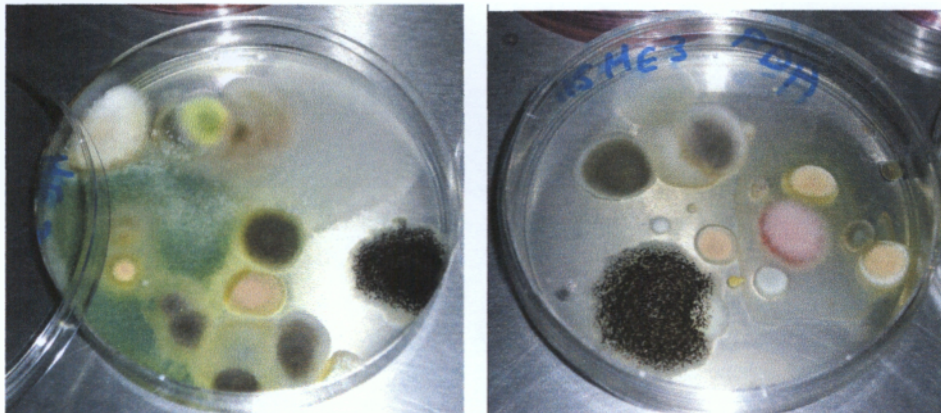
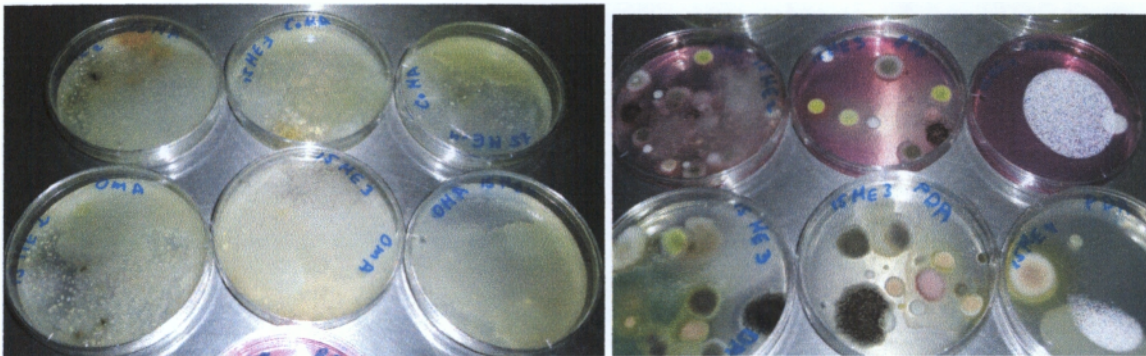
Εικόνα 14. Απομονώσεις βακτηρίων από το εδαφικό δείγμα εκτός θερμοκηπίου (Μάρτυρας)



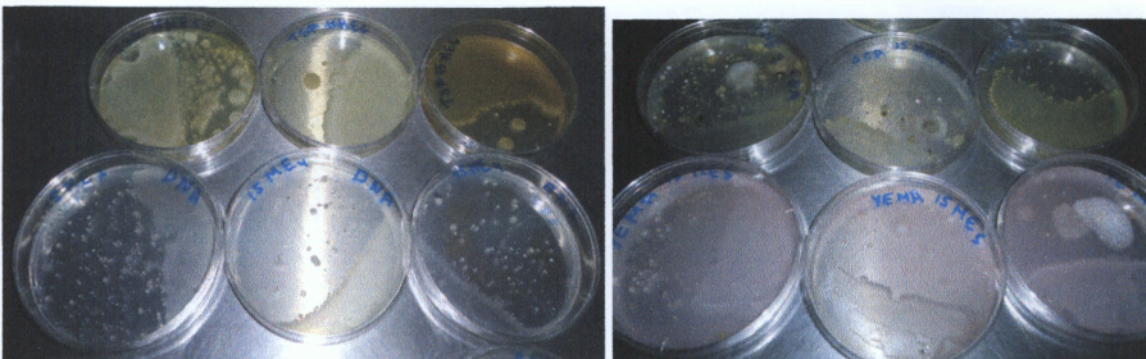
Εικόνα 15. Θερμοκήπιο Ε. Τρυβλία με απομονώσεις μυκήτων από το έδαφος.



Εικόνα 16. Θερμοκήπιο – Ε. Τρυβλία με θρεπτικά υποστρώματα για την απομόνωση των βακτηρίων.



Εικόνα 17. Απομονώσεις μυκήτων από το εδαφικό δείγμα εκτός θερμοκηπίου (Μάρτυρας, για το θερμοκήπιο Ε).



Εικόνα 18. Απομονώσεις βακτηρίων από το εδαφικό δείγμα εκτός θερμοκηπίου (Μάρτυρας, για το θερμοκήπιο Ε).

2. Τα αποτελέσματα μελέτης της αναπνευστικής μικροβιακής δραστηριότητας των εδαφικών δειγμάτων.

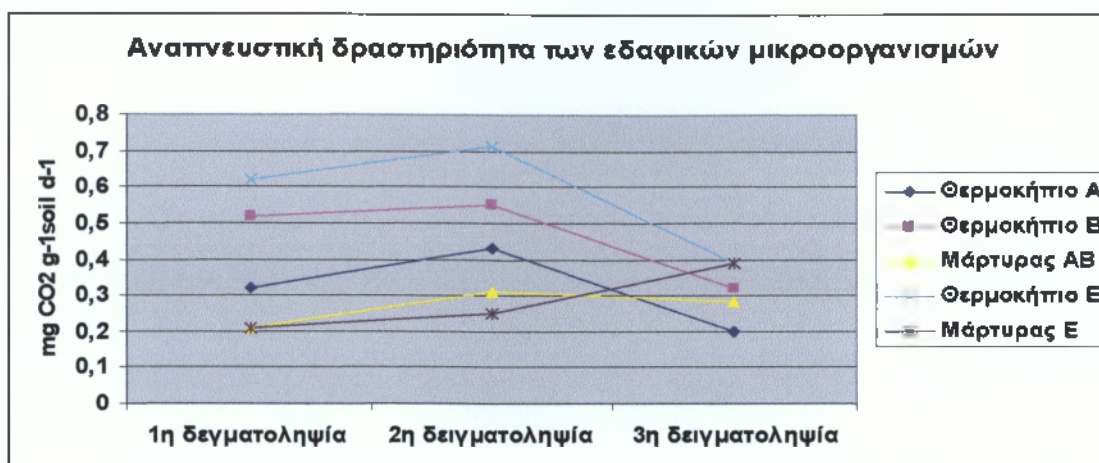
Κατά καιρούς για την μελέτη της επίδρασης των εξωτερικών παραγόντων στην ποσότητα και δραστηριότητα εδαφικής μικροχλωρίδας χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι μέθοδοι, όπως η μέτρηση του αριθμού ζωντανών ή βιώσιμων μονάδων για την εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού, η μέτρηση της μικροβιακής βιομάζα (C_{mic}), και της μικροβιακής δραστηριότητας. Στην σύγχρονη εδαφική μικροβιολογία οι μεταβολικές δραστηριότητες του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού και συνάμα ο ρυθμός αύξησης των μικροοργανισμών έμμεσα προσδιορίζεται με τους παρακάτω τρόπους: απορρόφηση οξυγόνου, , έκλυση θερμότητας ATP, ενζυμική ενεργότητα με επικρατούσα μέθοδο της έκλυσης του διοξειδίου του άνθρακα CO_2 (εδαφική αναπνοή).

Για την αξιολόγηση της δραστηριότητας των μικροοργανισμών μετρήθηκε σε συνθήκες εργαστηρίου, η εδαφική μικροβιακή αναπνοή (R_{basal}) με την χρήση της μεθόδου της έκλυσης του διοξειδίου του άνθρακα CO_2 (Soil basal respiration) (Alef. 1995). Για την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά δοχεία με καπάκι που κλείνει ερμητικά. Η επώαση των εδαφικών δειγμάτων σε πλαστικά δοχεία με παγίδα NaOH παρουσιάζονται στην εικόνα 19.



Εικόνα 19. Τα πλαστικά δοχεία. Εγκατάσταση δοκιμής μέτρησης της μεταβολικής δραστηριότητας ($CO_2 - C$) με την χρήση παγίδας NaOH.

Η μεταβολική δραστηριότητα, που υπολογίζεται ως $mg\ CO_2 / g / h$ βρέθηκε αυξημένη στα εδαφικά δείγματα με την καλλιέργεια τομάτας εξαιτίας της εκτεταμένης δραστηριότητας των μικροοργανισμών (Σχήμα 4). Αντιθέτως, η έκλυση του διοξειδίου του άνθρακα, που μετρήθηκε στο έδαφος του μάρτυρα, ήταν μικρότερη σε σχέση με τα εδάφη των θερμοκηπίων.



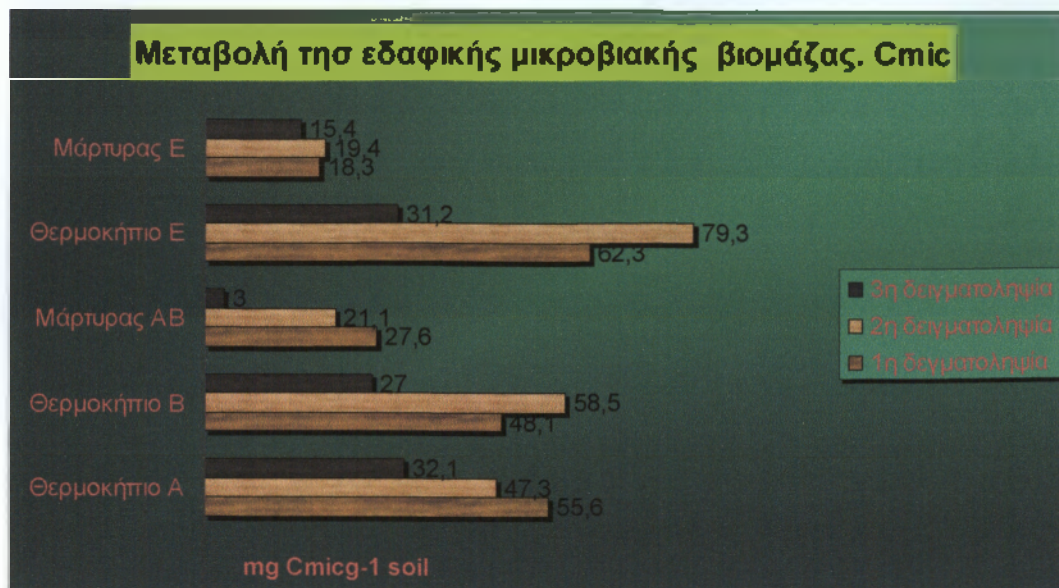
Σχήμα 4. Η μεταβολή της αναπνευστικής ικανότητας των μικροοργανισμών των εδαφικών δειγμάτων. Μέσος όρος της αναπνευστικής ικανότητας των μικροοργανισμών που εμφάνισαν τα εδαφικά δείγματα από θερμοκήπιο A, B, E και το μάρτυρα AB, και E.

3. Τα αποτελέσματα της επίδρασης του τρόπου διαχείρισης του εδάφους στην μικροβιακή βιομάζα.

Ένας βασικός παράγοντας που υπολογίζεται πάντα στις μικροβιολογικές έρευνες είναι ο προσδιορισμός της μικροβιακής βιομάζας. Γίνεται συνήθως με το προσδιορισμό, είτε του μικροβιακού άζωτου N, είτε (που είναι και επικρατέστερο) του μικροβιακού άνθρακα C της μικροβιακής βιομάζας (Vance, Brookes, Jenkinson, 1987, Horwath, Paul, 1994), και οι μέθοδοι προσδιορισμού της είναι γνωστοί ως Chloroform – fumigation – extraction method, Fumigation – incubation - FI (Jenkinson and Powlson, 1976) και Substrate – induced respiration method – SIR (Anderson and Domsch, 1978).

Η μικροβιακή βιομάζα είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος της κατάστασης της εδαφικής μικροχλωρίδας, διότι είναι ευαίσθητη στις αλλαγές των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του εδάφους (Fliebbach, 2000, Araujo, et. al, 2008). Στο σχήμα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδρασης των συστημάτων διαχείρισης μιας καλλιέργειας, συγκεκριμένα της θερμοκηπιακής τομάτας στην εδαφική μικροβιακή βιομάζα. Από το σχήμα 5 με τα αποτελέσματα μέτρησης της μικροβιακής βιομάζας προκύπτει ότι, σε συνθήκες θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας στα δείγματα εδάφους της πρώτης και δεύτερης δειγματοληψίας οι τιμές της βιομάζας ήταν σε αρκετά υψηλά επίπεδα. Στην τρίτη δειγματοληψία παρατηρήθηκε μείωση της μικροβιακής βιομάζας, (από 56,6 έως 32,1 mg C g⁻¹ dry soil, για το θερμοκήπιο A και από 77,3 έως 31,2 mg C g⁻¹ dry soil για το θερμοκήπιο E). Ωστόσο, σταθερά υψηλές τιμές μικροβιακής βιομάζας, παρατηρήθηκαν στα εδαφικά δείγματα της καλλιέργειας τομάτας κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου του φυτού. Πιθανόν αυτό οφείλεται στην προσθήκη θρεπτικών στοιχείων με την λίπανση και

οπασδήποτε στην υψηλή ποσότητα οργανικής ουσίας του εδάφους οπού αυξάνεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών.



Σχήμα 5. Η μεταβολή της μικροβιακής βιομάζας στα εδαφικά δείγματα από θερμοκήπια τομάτας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι δεδομένο ότι το έδαφος αποτελεί ένα εξαιρετικό οικοσύστημα που φιλοξενεί τεράστιο αριθμό μικροοργανισμών, ωφέλιμων και παθογόνων, μία δυναμική βιοκοινότητα, που συνεχώς μεταβάλλεται υπό επίδραση διαφόρων εξωτερικών αβιοτικών παραγόντων (αρνητικών και θετικών). Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, η ρύπανση, η περιεκτικότητα και η διαθεσιμότητα του εδάφους σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία συμβάλουν στις μεταβολές των εδαφικών πληθυσμών, που μπορεί να αποφέρει θετικές ή δυσμενής συνέπειες για το ολόκληρο εδαφικό οικοσύστημα.

Κατά την διερεύνηση η αναπνευστική δραστηριότητα εμφανίστηκε μεγαλύτερη στα εδαφικά δείγματα από τα θερμοκήπια τομάτας σε σχέση με αντίστοιχο Μάρτυρα.

Ακολουθείται από αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας εκφρασμένη σε παραγόμενο CO₂ ή σε αριθμό μικροβιακών αποικιών ανά γραμμάριο εδάφους .

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των εδαφικών δειγμάτων έδειξαν ότι, στην καλλιέργεια θερμοκηπιακής τομάτας ήταν αυξημένες η ποσότητα της εδαφικής μικροβιακής βιομάζας και η υπάρχουσα μικροβιακή κοινότητα συγκριτικά με το μάρτυρα. Κατά συνέπεια είναι αυξημένη η μικροβιακή και η βιολογική δραστηριότητα μικροοργανισμών έδαφος. Η ποσοτική μεταβολή του πληθυσμού και βιοποικιλότητας των μικροοργανισμών (μύκητες, βακτηρίδια, ακτινομύκητες) και της μικροβιακής βιομάζας εξαρτάται από το είδος της καλλιεργητικής πρακτικής που ακολουθείται στα διαφορετικά συστήματα όπως είναι π. χ. η συμβατική και η βιολογική καλλιέργεια. Πιστεύεται, ότι η μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών υπό διαφορετικά συστήματα διαχείρισης του εδάφους οφείλεται, στη μεγάλη συγκέντρωση της οργανικής ουσίας στα εδαφικά δείγματα ή μπορεί να είναι μια ένδειξη της αντίδρασής τους στην αλλαγή του περιβάλλοντος, και ανάπτυξη διαφορετικών μικροοργανισμών, .

Επειτα, η οργανική ουσία όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στο έδαφος, του θερμοκηπίου, συμβάλλει στην διατήρηση σταθερής δομής στο έδαφος και βελτιώνει την υδατοικανότητα του και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγή και του φυτού (της τομάτας) και την αύξηση της ποσότητας των μικροοργανισμών. Πηγή της οργανικής ουσίας του εδάφους για τους μικροοργανισμούς είναι όλα τα οργανικά υπολείμματα και κυρίως τα φυτικά, αλλά και η ζωντανή ριζόσφαιρα του φυτού. Η οργανική ουσία ακόμα συμβάλει στην προστασία του εδάφους και στην ισορροπία των φυσικών οικοσυστημάτων.

Προτείνεται περαιτέρω έρευνα σχετικά με τη συσχέτιση του μικροβιακού πληθυσμού και της μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους με την ανάπτυξη και παραγωγή της καλλιέργειας.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Βακαλουνάκης Ι. Δημήτριος. Ασθένειες της τομάτας – διάγνωση και αντιμετώπιση. 2010.

Βλαχόπουλος Ευάγγελος ΔΡ . 2004. Γεωργική Εντομολογία – Ακαρεολογία – Νηματολογία. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα σχολή τεχνολογίας γεωπονίας Φυτοπροστασία 2. Καλαμάτα.

Ζαρμπούτης Γιάννης Β. – Γκακνή Ασπασία Ι. 1992. Καλλιέργειες σε θερμοκήπιο. Εκδόσεις ΙΩΝ.

Ηλιόπουλος Αναστάσιος 2004. Γενική φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Έμβρυο.

Κανάκης Ανδρέας ΔΡ. 2004. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας Μαθήματα Λαχανοκομίας 2 Θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας – πιπεριάς – μελιτζάνας – μαρουλιού – φασολιού. Καλαμάτα 2004.

Κουκουλάκης Π. Χ. , Σιμόνης Α. Δ., Γκέρτσης Α. Κ. 2000. Οργανική ουσία του εδάφους. Το πρόβλημα των ελληνικών εδαφών. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης. Αθήνα.

Ολύμπιος, Χ. Μ. 1994. Στοιχεία Γενικής Λαχανοκομίας, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Παπαδοπούλου Μ. 2006. Εργαστηριακές Ασκήσεις Γενικής Φυτοπαθολογίας. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας.

Πασχαλίδης Χ. 2005. Εργαστηριακές Ασκήσεις - εδαφολογία. Εκδόσεις Έμβρυο. Αθήνα .

Πολυράκης Γιάννης Θ. 2003. Περιβαλλοντική γεωργία. Εκδόσεις Ψύχαλου.

Σινανής Κωσταντίνος. 2003 Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας Σχολή τεχνολογίας γεωπονίας Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ. Ηράκλειο.

Χουλιάρης Νικόλαος 2002. Εργαστηριακά μαθήματα εφαρμοσμένης εδαφολογίας Εκδόσεις ΙΩΝ.

Χρίστου Μ. Ολυμπίου . Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης Αθήνα.

Ξένη

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: 251 – 255.

Araujo A. S.F., Leite Lyiz F.C., Santos Valdinar B. and Carneiro Romero F.V.. 2009. Soil Microbial Activity in Conventional and Organic Agricultural Systems. *Sustainability* doi: 10.3399/su 1020268. I. pp 268 – 276.

Araujo A.S.F., Santos V.B., Monteiro R.T.R. 2008. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piaui state Brazil., *Eur. J. Soil Biol.*, 44: 225 – 230.

Crey and Williams, 1971.

Fließbach A., Mader P. 2000. Microbial biomass and size-density fraction differ between soil of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biol. Biochem.* 32: 757 – 768.

Germida J. J. 1993. Cultural methods for soil microorganisms. In: *Soil Sampling and Methods of Analysis*, M.R.Carter, Ed., Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishens. pp. 263 – 273.

Grunwald N. J., Hu S. and van Bruggen A.H.C. 2000. Short- term cover crop decomposition in organic and conventional soil: Characterization of soil C, N, microbial and pathogen dynamics. *Eur. J. Plant Path.*, 106: 37 – 50.

Hassink J., Lebbink G., van Veen J. A. 1991. Microbial biomass and activity of a reclaimed-polder soil under a conventional or a reduced-input farming system. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 23, No. 6, pp. 507 – 513.

Horwath W. R., Paul E. A. 1994. Microbial Biomass. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Microbiological and Biochemical. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA Properties -SSSA Book Series, no 5. pp. 753 – 772.

KENNETH A. BECKET 1998 Θερμοκήπια -Εγκατάσταση- καλλιέργεια-εχθροί-ασθένειες-παθήσεις. Εκδόσεις Ψύχαλου.

Melero, S., Porras, J.C.R., Herencia J.F., Madelon E. 2005. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. Soil Till. Res. 90: 162 – 170.

Michael T. Madigan – John M. Martinko – Jack Parker BROCK 2007 Βιολογία των μικροοργανισμών τόμος 2 Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης Ηράκλειο.

Olson B. M., and Lindwall C.W.. 1991. Soil microbial activity under chemical fallow conditions: effects of 2,4 – D and Glyphosate. Soil Biol. Biochem. 23: 1071 – 1075.

Page, A.I. et al. (eds.) 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd edition. Agronomy 9, American Society of America, Madison, W.T.

Paul and Clark 1989.

Saffigna P. G., Powlson D. S., Brookes P. C., Thomas G. A. 1989. Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian vertisol. Soil Biol. Biochem. 21:759 – 765.

Swezey, S.L., Werner, M.R., Buchanan, M, Allison, J. 1998. Comparison of conventional and organic apple production systems during three years of conversion to organic management in coastal California. Am. J. Altern. Agric. 13: 162 - 180.

Tilman D. 1999. Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. PNAS 96 : 5995 – 6000.

Tu C., Ristaino J.B., Hu S, 2006. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems effects of organic inputs and straw mulching, *Soil Biol. Biochem.* 38: 247 – 255.

Vance E.D., Brookes P. C., Jenkinson D.S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19: 703 – 707.

W.R. Horwath and E.A. Paul (1994). *Methods of Soil Analysis.*

Wardle D.A., Parkinson D. 1990. Interactions between microclimatic variables and the soil microbial biomass. *Biol. Fert. Soil*, 9: 273 – 280.