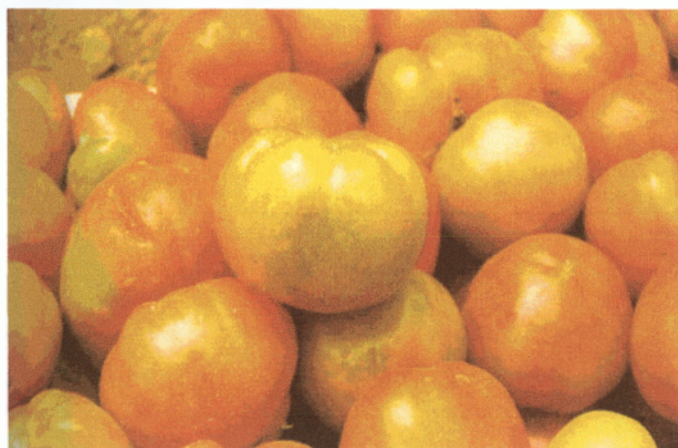




**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ &  
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**



***ΘΕΜΑ: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΣΩΝ  
ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΗΣ  
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ  
ΕΛΑΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ.***



**Υπεύθυνος Καθηγητής: Κ<sub>ο</sub>ς Βλαχόπουλος Ευάγγελος  
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Κ<sub>α</sub> Παπαδοπούλου Μαρία  
Σπουδάστρια: Νικολάου Βασιλική**

**2009**  
**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

1. Πρόλογος .....	1
2. Εισαγωγή .....	2
3. Περίληψη .....	3
<b>ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>4</b>
1.1. Βακτηριολογικές ασθένειες.....	4
1.1.1. Κορινοβακτηρίωση.....	4
1.1.2. Βακτηριακή στιγματώση της τομάτας .....	5
1.1.3. Βακτηριακή κηλίδωση της τομάτας .....	6
1.1.4. Βακτηριακή νέκρωση της εντεριώνης .....	6
Βακτηριακή σήψη του στελέχους και της εντεριώνης .....	7
1.1.6. Βακτηριακή μάρανση της τομάτας.....	8
Μυκητολογικές ασθένειες. ....	8
1.2.1. Περονόσπορος. ....	10
1.2.2. Ωίδιο.....	11
1.2.3. Αλτερναρίωση.....	12
1.2.4. Κλαδοσπορίαση.....	13
1.2.5. Σκληρωτίαση.....	13
1.2.6. Σκληρωτινίαση.....	14
1.2.7. Ριζοκτονία.....	15
1.2.8. Ανδρομυκώσεις. ....	17
1.3. Ιολογικές ασθένειες της τομάτας στο θερμοκήπιο .....	18
1.3.1. Ιός του μωσαϊκού του καπνού και της τομάτας. ....	20
1.3.2. Κοινό μωσαϊκό της τομάτας.....	21
1.3.3. Δρεπανοειδές φύλλο της τομάτας.....	21
1.3.4. Ο ιός ίκτερου των νεύρων της τομάτας.....	21
1.4. Εντομολογικοί εχθροί.....	21
1.4.1. Σιδεροσκόλικας.....	22
1.4.2. Αγρότηδες.....	22
1.4.3. Πρασάγγουρας.....	22
1.4.4. Θρίπας.....	23
1.4.5. Κηκιδόμυγα.....	24
1.4.6. Λιριόμυζα.....	24
1.4.7. Αλευρώδεις.....	25
1.4.8. Αφίδες.....	26
1.4.9. Κάμπιες.....	26
1.4.10. Βρωμούσες.....	26

**2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ  
ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ, ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ, ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.**

2.1. Συνοπτική παρουσίαση των μέτρων αντιμετώπισης ασθενειών και εχθρών της τομάτας.....	27
2.1.1. Βιολογική καταπολέμηση .....	27
2.1.1.1. Βιολογική καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών και των εχθρών των με παρασιτικούς μικροοργανισμούς (στελέχη βακτηρίων, μυκήτων, και ιών), και έντομα .....	28
2.1.1.2. Ανταγωνιστές για εξασφάλιση ζωτικού χώρου και τροφής.....	28

2.1.1.3. Αμοιβαία προστασία φυτών.....	28
2.1.2. Καλλιεργητικά μέτρα και μέσα. ....	31
2.1.3. Χημική καταπολέμηση.....	32
2.2. Καταπολέμηση ασθενειών και εχθρών της τομάτας στο θερμοκήπιο.	32
2.3. Διαφορές των τριών μορφών γεωργίας :συμβατική, βιολογική, ολοκληρωμένη..	34
.....	
<b>3. Η ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.</b> .....	34
3.1. Οι μικροχλωρίδα του εδαφικού οικοσυστήματος, της λιθόσφαιρας και η δραστηριότητά τους .....	35
3. 2. Η συμβολή των μικροοργανισμών στη γεωργία. ....	36
3.2.1. Ο κύκλος του αζώτου (N). ....	37
3.2.2. Αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων και ο κύκλος του άνθρακα. ....	37
.....	
3.2.3. Ο κύκλος του φωσφόρου.....	38
<b>4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΜΑΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑΣ.</b> .....	40
4.1. Ρύπανση, Μόλυνση, Αλλοίωση των Εδαφών. ....	40
4. 2. Η επίδραση διάφορων μεθόδων διαχείρισης του εδάφους της συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας στην λειτουργία της εδαφικής μικροχλωρίδας ωφέλιμης και φυτοπαθολογικής. ....	41
4.3. Επίδραση τις οργανικής και ανόργανης λίπανσης στο μικροβιακό εδαφικό πληθυσμό. ....	44
4.4. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων της συμβατικής γεωργίας . ....	45
4.4.1. Τι είναι τα Φυτοφάρμακα .....	48
4.4.2. Η Μόλυνση του εδάφους με φυτοφάρμακα και πειραματικές έρευνες για την επίδραση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην εδαφική μικροχλωρίδα. ....	50
4.4.3. Εξάλειψη ωφέλιμων οργανισμών .....	55
4.4.4. Επιπτώσεις τον φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον. ....	60
4.4.5. Κίνδυνοι από τη χρήση φυτοφαρμάκων. ....	66
4.4.6. Προσπάθειες επιδιόρθωσης. ....	70
4.4.7. Η αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων εδάφους με την ηλιοθέρμανση – ηλιοαπολύμανση. ....	76
<b>Πειραματικό μέρος.</b>	
Εισαγωγή. ....	2
5.1 Υλικά και μέθοδοι. ....	5
5.1 Μορκοσκοπική και μικροβιακή ανάλυση του εδάφους .....	5
5.1.1 Μακροσκοπική ανάλυση του εδάφους .....	5
5.1.2 Μέθοδοι μικροβιακής ανάλυσης εδάφους .....	8
5.1.2.1Μέτρηση του αριθμού βιώσιμων μονάδων με τη χρήση της μεθόδου διαδοχικών αραιώσεων.....	8
5.1.2.2 Μέτρηση των μικροβιακών πληθυσμών με τη χρήση του πλέον πιθανού αριθμού ( Most probable number ).....	10

5.1.2.3 Χαρακτηρισμός της βιολογικής δραστηριότητας του εδαφικού μοριακού πληθυσμού με τη μέθοδο εκτίμησης της μεταβολικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών.....	12
5.1.2.4 Μέτρηση της μικροβιακής βιομάζας.....	12
5.2.1 Επίδραση των διαφόρων μεθόδων διαχείρισης του εδάφους της συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας στην περιεκτικότητα του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού .....	15
5.2.2 Εκτίμηση της μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους στη βιολογική και συμβατική διαχείριση με τη μέτρηση του μικροβιακού μεταβολισμού.....	18
5.2.3 Εδαφική μικροβιακή βιομάζα.....	20
5.4 .Συμπεράσματα.....	25
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	24
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	29
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	30
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	37
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....	43

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Την δεκαετία του 60 παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση των γεωργικών προϊόντων που αποδίδεται στην δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών και την εισαγωγή νέων μηχανικών μέσων, αλλά και στην ραγδαία ανάπτυξη λιπασμάτων, και φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Έτσι η φυτοπροστασία στην συμβατική γεωργία στηρίζεται κυρίως στη εφαρμογή χημικών και φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Το πλεονέκτημά της είναι η εύκολη στην εφαρμογή, η υψηλή αποτελεσματικότητα, με ευρέως φάσμα δράσης. Όμως η υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων και οι πάσης φύσεως εισροών στην γεωργία είχαν τελικά δυσμενείς επιπτώσεις αφενός στην υγεία του καταναλωτή και αφετέρου στο περιβάλλον. Η κατάσταση επιβαρύνεται και με την μόλυνση του περιβάλλοντος, εξαιτίας της ραγδαίας εξέλιξης της βιολογικής και χημικής τεχνολογίας και εκτεταμένης εκμετάλλευσης των τοξικών χημικών στοιχείων. Η αλόγιστη χρήση των φυτοφαρμάκων δημιουργεί την ανάπτυξη ανθεκτικών ειδών, την συσσώρευση των βλαβερών υπολειμμάτων στα γεωργικά προϊόντα, και στο περιβάλλον. Κατά συνέπεια η αυξημένη τοξικότητα προκάλεσε σοβαρό περιβαλλοντικό κίνδυνο. Η κατάσταση που δημιουργήθηκε επιδρά αρνητικά στα φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα, και, αναμφισβήτητα, στην ανάπτυξη της μικροχλωρίδας εδάφους.

Τα τελευταία χρόνια προκειμένου να επαναφερθεί η οικονομικότητα και η οικολογική ισορροπία, προσφέρονται για αντικατάσταση της συμβατικής γεωργίας πιο φιλικά συστήματα η ολοκληρωμένη και η βιολογική γεωργία. Η βιολογική γεωργία που απαγορεύει κάθε χρήση χημικών εισροών, και η ολοκληρωμένη όπου από την άλλη πλευρά που χρησιμοποιεί για τη θρέψη και την προστασία των φυτών ένα συνδυασμό μέτρων θα βελτιώνει το εδαφικό οικοσύστημα και εξασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος και κατά συνέπεια της υγείας του ανθρώπου. Η θρέψη και ανάπτυξη των φυτών εξαρτάται από τη παρουσία πολλών θρεπτικών στοιχείων που βρίσκονται στο έδαφος. Στην καλή κατάσταση των εδαφικών οικοσυστημάτων καθοριστικό ρόλο παίζει η παρουσία και η δραστηριότητα του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού. Είναι γνωστός ο σπουδαίος ρόλος των μικροοργανισμών που έχουν άμεση σχέση με την γονιμότητα της γης, και κατά συνέπεια για την θρέψη των φυτών, αρκεί να αναφερθούν μερικές μόνο διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο έδαφος αποκλειστικά από τους μικροοργανισμούς, όπως η δέσμευση του μοριακού αζώτου, η νιτροποίηση, η απονιτροποίηση, η ανοργανοποίηση του οργανικού αζώτου, ο φωσφορικός κύκλος, η βιολογική αποσύνδεση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων. Όμως η διαρκής ρύπανση του περιβάλλοντος επηρεάζει σημαντικά το εδαφικό οικοσύστημα. Η διαρκής και αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, και πολλά άλλα οδηγούν στην ρύπανση του περιβάλλοντος, που επηρεάζει, όσο τα καλλιεργήσιμα φυτά τόσο και την εδαφική μικροχλωρίδα των αγροτικών οικοσυστημάτων. Η κατάσταση που δημιουργείται οδηγεί στην μεταβολή διάφορων λειτουργιών στο έδαφος, που πραγματοποιούνται αποκλειστικά από τους μικροοργανισμούς. Συνεπώς, μεταβάλλεται η παρουσία πολλών θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος που έχουν καθοριστικό ρόλο στην θρέψη και ανάπτυξη των φυτών. Βεβαίως ο βαθμός επίδρασης αυτών των εξωτερικών παραγόντων στην μικροβιακή ποικιλομορφία, και την δραστηριότητα εξαρτάται άμεσα από τις χημικές, φυσικές ιδιότητες του εδάφους, ως τόσο το αβιοτικό στρες που προκαλείται από την ρύπανση παίζει καθοριστικό ρόλο στην μεταβολή της ανάπτυξης, μορφολογίας, και του μεταβολισμού, των εδαφικών μικροοργανισμών.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τα δεδομένα το έδαφος είναι ένα από τα οικοσύστημα το οποίο περιέχει τεράστιο πλήθος μικροοργανισμών τα μέλη των οποίων αντιπροσωπεύουν πολλούς φυσιολογικούς τύπους. Μια μεγάλη ομάδα οργανισμών που κατοικούν στο έδαφος είναι μυξομύκητες, και η μύκητες (Ωομύκητες, Ασκομύκητες, Ζυγομύκητες, Δευτερομύκητες, Βασιδιομύκητες κ.τ.λ.), οι ευκαρυωτικοί, αερόβιοι, ετερότροφοι μικροοργανισμοί οι οποίοι χρησιμοποιούν οργανικές ενώσεις ως πηγή άνθρακα και ενέργειας. Εξίσου πολυπληθή και από την μορφολογικοί και από την ταξινόμική άποψη, που παίζουν σπουδαίο ρόλο στις φυσιολογικές και χημικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο έδαφος, είναι τα βακτήρια (Αρθροβακτήρια, Κυανοβακτήρια, Στρεπτομύκητες, Ακτινομύκητες, και πολλά άλλα). Χαρακτηρίζονται ως προκαρυωτικοί μικροοργανισμοί, αυτότροφοι ή ετερότροφοι, ως προς την πηγή άνθρακα, χημειοργανότροφοι και χημειολιθότροφοι ως προς την πηγή ενέργειας, αερόβιοι ή αναερόβιοι ως προς την απαίτηση τους σε οξυγόνο. Επίσης δεν είναι μικρός ο πληθυσμός και των πρωτόζωων, φίκων, λειχήνων, και βεβαίως, των μετάζωα. Από το έδαφος απομονώνονται η ποιο μικρές βιολογικές οντότητες όπως είναι η ιοί.

Στα οικοσυστήματα που δημιουργήθηκαν επί πολλά χρόνια, οι πληθυσμοί που σχηματίζουν διάφορες κοινωνίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με τρόπους επωφελείς (συμβίωση) ή επιβλαβείς (ανταγωνισμός). Η ποσότητα (και η ποιότητα) των πληθυσμών αυτών βεβαίως δεν είναι σταθερή και καθορίζεται αφενός από τα ενδαιτήματα τους (από φυσικοχημικές ιδιότητες τους), και αφετέρου, κατά ένα μεγάλο βαθμό, από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδαφικού περιβάλλοντος. (Π.χ. μερικοί μικροοργανισμοί για την καλύτερη ανάπτυξη τους χρειάζονται ειδικούς παράγοντες ανάπτυξης, ένα συγκεκριμένο περιβαλλοντικό pH, χαμηλή ποσότητα οξυγόνου και τα λ. π.). Επομένως τα φυσικά, χημικά, βιολογικά χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου εδάφους και η παρουσία των φυτών επηρεάζουν σημαντικά τους αριθμούς και τις δραστηριότητες των μικροοργανισμών που μπορεί να οδηγούν στις μεταβολές της άριστης κατάστασης του εδάφους. Ώμος σε τέτοιες μικροβιακές κοινότητες οι αύξηση ή μείωση ενός ή άλλου μικροβιακού είδους θα προκαλεί την μεταβολή των μικροβιακών δραστηριοτήτων. Γι' αυτό κάθε ανθρώπινη παρέμβαση είναι συχνά βλαβερή για το περιβάλλον ειδικά όταν αυτή γίνεται χωρίς απαιτούμενες γνώσης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα προπτυχιακή εργασία με τίτλο «Επίδραση των διάφορων μέσων φυτοπροστασίας θερμοκηπιακής τομάτας της βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας στην εδαφική μικροχλωρίδα» έγινε στο ΤΕΙ Καλαμάτας και εστιάζει στην επίδραση των διάφορων συστημάτων διαχείρισης του εδάφους συγκεκριμένα της θερμοκηπιακής τομάτας στην ποικιλομορφία και δραστηριότητα των εδαφικών μικροοργανισμών. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια Φυτοπροστασίας και Εδαφολογίας του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας με τη συμβολή των υπευθύνων των εργαστηρίων και τη συνεχή επίβλεψη του κ. Ε. Βλαχόπουλου. Η ανάληψη των εδαφικών δειγμάτων πραγματοποιήθηκε από το θερμοκήπιο με βιολογική καλλιέργεια της τομάτας που βρίσκεται στη περιοχή Λέϊκα και από το θερμοκήπιο της συμβατικής καλλιέργειας που βρίσκεται στην περιοχή Ξυλοκάστρου Κορινθίας. Η εργασία χωρίζεται σε δύο ενότητες: η πρώτη αποτελεί το θεωρητικό μέρος στο οποίο αναλύονται 1.οι ασθένειες και εντομολογικοί εχθροί της θερμοκηπιακής καλλιέργειας της τομάτας στην Ελλάδα

2.συνολτικά στοιχεία προστασίας της τομάτας στο θερμοκήπιο κατά τη συμβατική, ολοκληρωμένη και βιολογική γεωργία

3.η μικροχλωρίδα του εδαφικού οικοσυστήματος και η συμβολή της στη γεωργία

4.η επίδραση των εξωτερικών παραγόντων στην ποικιλομορφία και τη δραστηριότητα της μικροχλωρίδας του εδαφικού αγροικοσυστήματος. Η περιγραφή συνοδεύεται με φωτογραφικό υλικό από την συλλογή του και το αρχείο της κ. Παπαδοπούλου.

Η δεύτερη ενότητα περιέχει 1. υλικά και μέθοδοι Μακροσκοπική και Μικροσκοπική ανάλυση εδάφους

2. αποτελέσματα πειράματος

3. συμπεράσματα

# Κεφάλαιο 1. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σε μια θερμοκηπιακή καλλιέργεια εντατικής μορφής όπως είναι η τομάτα, οι εχθροί και οι ασθένειες μειώνουν σημαντικά την ποσότητα και την ποιότητα της παραγωγής. Η φυτοπροστασία παίζει βασικό ρόλο στην αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων. Βασική προϋπόθεση οι σύγχρονες γνώσεις και οι πρακτικές δεξιότητες φυτοπροστασίας της τομάτας υπό κάλυψη που πολλαπλασιάζονται ακατάπαυστα. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα δήγμα εχθρών και ασθενειών της τομάτας στο θερμοκήπιο.

## 1. 1. ΒΑΚΤΗΡΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

### 1. 1. 1. ΚΟΡΙΝΟΒΑΚΤΗΡΙΩΣΗ (Bacteria canker).

Αίτιο – Το βακτήριο *Corynebacteria michiganense* ( E.F. Smith ) Jensen. (+Gram).



1. Προσβεβλημένη καλλιέργεια τομάτας. (R.E. Stall) 2. Καρπός τομάτας με κηλιδώσεις (A.A. MacNab).

Προσβάλλει όλες τις καλλιεργούμενες ποικιλίες και τα υβρίδια. Στην Ελλάδα διαπιστώθηκε για πρώτη φορά το 1958 στην περιοχή της Πρέβεζας ( Ζάχος & Γεωργόπουλος, 1957 ). Σήμερα έχει εξαπλωθεί σε όλη τη χώρα και ζημιές από την ασθένεια μπορεί να φθάσουν το 70-80% της παραγωγής. (Παναγόπουλος, 2000).

#### Συμπτώματα

Το παθογόνο προκαλεί συμπτώματα τραχειοβακτηρίωσης. Η εκδήλωση των συμπτωμάτων αρχίζει από τα φύλλα της βάσης τα οποία μαραίνονται και στη συνέχεια ξεραίνονται. Στο στέλεχος εμφανίζονται επιμήκεις ραβδώσεις χρώματος ωχροκίτρινου που αργότερα γίνονται καστανές. Το στέλεχος σχίζεται στα σημεία προσβολής και δημιουργεί ανοιχτά έλκη. Οι καρποί μπορεί να μολυνθούν τόσο εσωτερικά μέσω των αγγείων ( τραχειοβακτηρίωση ) ή εξωτερικά από μεταφερόμενο μόλυσμα. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις των σεπάλων. Εμφανίζεται τότε μαύρισμα, σχισμές και ξηράνσεις.

#### Συνθήκες ανάπτυξης

Η αρχική πηγή μόλυνσης είναι κυρίως οι σπόροι και λιγότερο το έδαφος. Η χρησιμοποίηση μολυσμένου σπόρου κατά 1% μπορεί σε ευνοϊκές συνθήκες να μολύνει το μεγάλο φυτό. Στο έδαφος διατηρείται στα φυτικά υπολείμματα, με τα οποία διαβιώνει από τη μια καλλιεργητική περίοδο στην άλλη. Μπορεί να επιζήσει μέχρι και 2-4 χρόνια. Το εδαφικό



μόλυνση γίνεται από της πληγές που δημιουργούνται από την εφαρμογή των καλλιεργητικών φροντιδών ακόμα και από τις πληγές στις τρίχες των φύλλων. Το βακτήριο αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε θερμοκρασίες 18-24°C. Άριστη ανάπτυξη επιτυγχάνεται σε θερμοκρασία 26-28°C και σχετική υγρασία 80%. Στο θερμοκήπιο τα ελαφρά εδάφη, η έλλειψη ασβεστίου και η άρδευση με καταιονισμό ευνοούν το παθογόνο.

### 1. 1. 2. ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΣΤΙΓΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (*Dacteria speck*) Αίτιο - *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young Dye και Wilkie.



1. προσβεβλημένο φύλλο τομάτας ( VC statewide IPM. Project 2001 ) 2.3. προσβεβλημένος βλαστός τομάτας (Regents, University of California ) 4. προσβεβλημένος καρπός τομάτας  
Σήμερα απαντάται σε πολλές χώρες. Στη χώρα μας διαγνώστηκε για πρώτη φορά από το Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο (1971 ). Μπορεί να προκαλέσει πλήρη καταστροφή της παραγωγής όταν η προσβολή εκδηλωθεί στα φυτάρια ενώ οι απώλειες φθάνουν το 12%(Παναγόπουλος,2000).

#### Συμπτώματα

Στα φύλλα εμφανίζονται υποστρόγγυλες κηλίδες, χρώματος καστανόμαυρου διαμέτρου 1-2mm, που συνήθως περιβάλλονται από ένα χλωρωτικό στεφάνι. Οι κηλίδες σε έντονη προσβολή, ενώνονται μεταξύ τους όταν είναι πολυάριθμες. Τα προσβεβλημένα φύλλα πέφτουν πρόωρα. Παρόμοιες κηλίδες παρατηρούνται στο στέλεχος, στους μίσχους, στους ποδίσκους και στα σέπαλα του κάλυκα. Οι πράσινοι καρποί είναι πιο ευπαθείς στην βακτηρίωση. Κι αυτό γιατί το pH της πράσινης επιδερμίδας ευνοεί την ασθένεια.

#### Συνθήκες ανάπτυξης

Η πρωτογενής προσβολή γίνεται από τα μολυσμένα υπολείμματα η διάρκεια ζωής του στο έδαφος είναι μεγαλύτερη σε ουδέτερα απ' ότι σε όξινα ή αλκαλικά εδάφη και δεν ξεπερνά τις 30 βδομάδες. Ο σπόρος μολύνεται, όταν οι καρποί εκτός από το βακτήριο προσβληθούν από αλτερναρίωση. Με τη χρησιμοποίηση μολυσμένου σπόρου και θερμοκρασία 17-20°C εμφανίζεται η ασθένεια στα νεαρά φυτά μετά από ένα μήνα περίπου. Το παθογόνο μπορεί να βρίσκεται στην επιφάνεια των φύλλων της τομάτας, χωρίς να προκαλεί συμπτώματα της ασθένειας. Η ασθένεια ευνοείται από θερμοκρασίες μεταξύ 13-28°C, με άριστη 20-25°C και πολύ υψηλή σχετική υγρασία αέρα. Η εξάπλωση της ασθένειας γίνεται χωρίς διασυστηματική

μόλυνση του εσωτερικού του φυτού. Το βακτήριο εισέρχεται από τα στομάτια, τις διάφορες πληγές που προξενούν με τις καλλιεργητικές εργασίες, καθώς και διαμέσου των νεκρών τριχών. Σε αντίξοες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, τουλάχιστον μιας εβδομάδας, η προσβολή υποχωρεί και εμφανίζονται φύλλα χωρίς συμπτώματα. Η τομάτα προσβάλλεται σε όλα τα στάδια ανάπτυξης.

### 1. 1. 3. ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΚΗΛΙΔΩΣΗ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

#### Αίτιο - *Xanthomonas campestris* pv. *vasicatoria* (Dooidge) Dye

Η ασθένεια είναι γνωστή με το αγγλικό όνομα bacterial spot, scab υπάρχει στις περισσότερες χώρες που καλλιεργείται τομάτα. Στην Ελλάδα διαπιστώθηκε το 1976 σε καρπού τομάτας στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Από τότε δεν φαίνεται να αποτελεί σοβαρά προβλήματα (Παναγόπουλος, 2000).



1. προσβεβλημένο φύλλο τομάτας ( J,P Jones K.L. Pohronezny ) 2. προσβεβλημένος καρπός τομάτας ( K.L. Pohronezny )

#### Συνθήκες ανάπτυξης

Η μετάδοση γίνεται με σπόρο και τα φυτικά υπολείμματα της τομάτας ή άλλων φυτών που βρίσκονται στο έδαφος. Τα υπολείμματα αυτά διαβιώνουν την ασθένεια από την μία καλλιεργητική περίοδο στην άλλη. Στο έδαφος δεν μπορεί να επιζήσει περισσότερο από μερικές εβδομάδες. Η ασθένεια ευνοείται σε θερμοκρασία 25°C και υψηλή υγρασία.

#### Συμπτώματα

Το παθογόνο προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του φυτού. Στα φύλλα εμφανίζονται στην αρχή μερικές υδατώδεις κυκλικές κηλίδες, ορατές μόνο από την κάτω επιφάνεια. Με την εξέλιξη οι κηλίδες αυτές βαθουλώνουν, παίρνουν ένα ανοιχτό πράσινο-κίτρινο χρώμα για να γίνουν τελικά καστανόμαυρες στην κάτω επιφάνεια. Συχνά γύρω από τις κηλίδες σχηματίζεται ένα υποκίτρινο στεφάνι. Η προσβολή στα φύλλα είναι δυνατή σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους, η ανθεκτικότητα όμως αυξάνεται με την ηλικία τους. Παρόμοια συμπτώματα εμφανίζονται στους ποδίσκους και στα σέπαλα. Στο στέλεχος εκτός από της συνηθισμένες κηλίδες μπορούν να παρουσιάσουν και άλλες ακανόνιστες με χρώμα βαθύ πράσινο, που αργότερα βυθίζονται, παίρνουν ένα σκοτεινό χρώμα, φελλοποιούνται και η επιφάνεια τους εμφανίζει μικρές σχισμές. Στους καρπούς, που εμφανίζονται τα τυπικά συμπτώματα της ασθένειας, η προσβολή είναι δυνατή σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους.

### 1. 1. 4. ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΝΕΚΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΕΡΙΩΝΗΣ

#### Αίτιο - *Pseudomonas corrugaa* Roberts Scarlett, *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp (tomato pith necrosis)

Πρόκειται για μια πάθηση της τομάτας που εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην χώρα μας το 1972 σε καλλιέργειας τομάτας στο θερμοκήπιο σε ορισμένες περιοχές στην Πελοπόννησο.

Η ασθένεια εμφανίζεται σ' όλες σχεδόν της περιοχές της χώρας, και αποτελεί σοβαρό πρόβλημα ιδίως στις υπό κάλυψη καλλιέργειες(Παναγόπουλος, 2000).

### **Συνθήκες ανάπτυξης**

Τα βακτήρια. Εμφανίζεται κυρίως σε φυτά που αναπτύσσονται σε συνθήκες υψηλής εδαφικής και ατμοσφαιρικής υγρασίας και που δέχονται υπερβολικές αζωτούχες λιπάνσεις. Γενικά όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες, που βοηθούν στη δημιουργία νεαρών και τρυφερών φυτών ευνοούν την εμφάνιση της ασθένειας. Η εξάπλωσή της μέσα στο θερμοκήπιο πραγματοποιείται συνήθως με τις καλλιεργητικές εργασίες και ιδιαίτερα με το κλάδεμα, όταν αυτό μάλιστα γίνεται με το μαχαίρι. Η αντικατάσταση τα τελευταία χρόνια ποικιλιών, όπως η Early - pack, με ζωηρής ανάπτυξης υβρίδια, συντέλεσε στην εντονότερη παρουσία της ασθένειας.

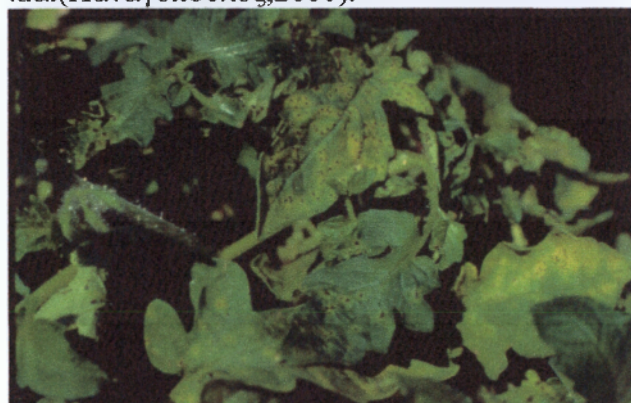
### **Συμπτώματα**

Τα φύλλα στη βάση των προσβλημένων φυτών κιτρινίζουν και μαραίνονται. Η μάρανση αυτή συνεχίζεται και στα φύλλα της κορυφής. Εξωτερικά στο στέλεχος – συχνά και στο μίσχο των φύλλων – εμφανίζονται σκούρες ραβδώσεις, που συνήθως αρχίζουν από τα σημεία πρόσφυσης του μίσχου και επεκτείνονται και στις δύο κατευθύνσεις. Με την εξέλιξη της προσβολής χάνει τη φυσιολογική της υφή, παρουσιάζει κοιλότητες και τείνει να εξαφανιστεί. Το στέλεχος τις περισσότερες φορές σχίζεται κα από τις σχισμές εκκρίνεται ένα γλοιώδες υγρό γεμάτο παθογόνα βακτήρια.

## **1. 1. 5. ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΣΗΨΗ ΤΟΥ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΤΕΡΙΩΝΗΣ**

### **Αίτιο : *Erwina carotovora var. atroseptica* (Van Hall ) Dye.**

Πρόκειται για μια πάθηση της τομάτας που εμφανίστηκε για πρώτη φορά στη χώρα μας το 1972 σε καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο σε ορισμένες περιοχές της Πελοποννήσου. Η ασθένεια τα τελευταία χρόνια, αποτελεί πλέον σοβαρό πρόβλημα ιδίως στις υπό κάλυψη τοματοκαλλιέργειες. Κοινή ονομασία είναι (αγγλι) tomato pith necrosis κ.α.(Παναγόπουλος,2000).



1. προσβεβλημένα φύλλα τομάτας ( J.B. Jones )

### **Συμπτώματα**

Στο στέλεχος εμφανίζονται κατά θέσεις μαύρα και υγρά τμήματα. Η εντεριώνη αποκτά στην αρχή ένα ανοικτό καστανό χρωματισμό. Βαθμηδόν παρουσιάζει μια μαλακή καστανοειδή σήψη, που βγάζει μια δυσάρεστη οσμή. Στη συνέχεια το στέλεχος σχίζεται και το φυτό μπορεί να ξεραθεί. Οι πιο συχνές προσβολές συναντιόνται κοντά στο έδαφος, στα σημεία πρόσδεσης του σπάγκου υποστύλωσης και στις πηγές από το κλάδεμα. Το βακτήριο μπορεί να προσβάλλει και τους καρπούς, ιδιαίτερα στο σημείο πρόσφυσης, όπου προκαλεί μαλακή σήψη του μεσοκάρπιο.

### **Συνθήκες ανάπτυξης**

Η πρωτογενείς προσβολή γίνεται από το έδαφος και η εξάπλωση της ασθένειας πραγματοποιείται με τις διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες και ιδιαίτερα το κλάδεμα. Οι πληγές που δημιουργεί ο σπάγκος αποτελούν επίσης είσοδο για το παθογόνο. Η υπερβολική άρδευση παίζει σπουδαίο ρόλο στην εκδήλωση της ασθένειας. Σε ξηρές περιόδους παρατηρείται υποχώρηση της ασθένειας. Μαλακή σήψη στο στέλεχος μπορεί να προκαλέσει και το βακτήριο *Erwinia carotovora* var. *carotovora* ( Jones ) Dye.

### 1. 1. 6. ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΜΑΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ



1. ολοκληρωτική καταστροφή φυτού τομάτας 2. προσβεβλημένο φυτό τομάτας ( J.B. Jones, J.P.Jones )

**Αίτιο - *Pseudomonas solanacerum* (E.F. Smith) bacteria wilt, southern bacterial wilt κ.α)**

Πρόκειται για μια πολύ σοβαρή ανδροβακτηρίωση. Η ασθένεια στην Ελλάδα είναι γνωστή από το 1951 σε καλλιέργεια πατάτας. Το 1984 σε σοβαρή μορφή και σε μεγάλη έκταση είχε καταστρεπτικά αποτελέσματα σε υπαίθριες καλλιέργειες (Παναγόπουλος,2000).

#### **Συνθήκες ανάπτυξης**

Η διαιώνιση και η εξάπλωση του παθογόνου γίνεται διαμέσου του εδάφους, στο οποίο διατηρείται για πολλά χρόνια. Με τις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες : μεταφύτευση νεαρών φυτών από σπορεία με μολυσμένο έδαφος, αρδεύσεις, κατεργασία εδάφους, μεταφορά χώματος από των ανθρώπους και μηχανήματα από προσβεβλημένα σε υγιή θερμοκήπια κ.τ.λ., επιτυγχάνεται η διασπορά του μολύσματος. Η μόλυνση γίνεται στο υπόγειο τμήμα των φυτών από φυσικά ανοίγματα και κυρίως από πληγές. Οι πληγές αυτές προκαλούνται από έντομα, νηματώδεις, μύκητες ( *Phytophthora* ), τρωκτικά και εργαλεία κατεργασίας εδάφους. Με το κλάδεμα μπορεί να μολυνθεί και το υπέργειο τμήμα. Η ασθένεια μεταδίδεται εύκολα και με το νερό της άρδευσης. Η ασθένεια ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία πάνω από 25°C. Η άριστη ανάπτυξη επιτυγχάνεται στους 28–35°C και με αρκετή εδαφική υγρασία. Σε θερμοκρασία κάτω από 22°C δεν είναι δυνατή η προσβολή των ριζών. Το χαμηλό pH του εδάφους και η φτωχή αζωτούχα λίπανση ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας. Προσβάλλει όλες τις ποικιλίες και τα υβρίδια. Η ασθένεια παρατηρείται σε θερμή περίοδο του έτους και τα συμπτώματα είναι εντονότερα στα νεαρά φυτά.

## 1. 2. ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

### 1. 2. 1. ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ

Ο περονόσπορος της πατάτας και της τομάτας με κοινή αγγλική ονομασία late blight μπορεί να προκαλέσει επιδημικές εξάρσεις αν βρεθεί σε ευνοϊκές συνθήκες. Εξαπλώνεται ταχύτατα

σε μεγάλες αποστάσεις και μπορεί, μέσα σε ελάχιστο χρόνο (σε μια ή δύο εβδομάδες) να προκαλέσει καταστροφή της παραγωγής σε ολόκληρες περιοχές. Οι ζημιές κυμαίνονται συχνά από 20–70% της αναμενόμενης παραγωγής. Σοβαρές ζημιές προκαλούνται στη συγκομιδή της τομάτας και τους κονδύλους της πατάτας τόσο κατά την διακίνηση των προϊόντων όσο και την αποθήκευση(Παναγόπουλος,2000).

### Συμπτώματα

Προσβάλλει όλα τα εναέρια τμήματα του φυτού. Στα φύλλα παρουσιάζονται αρχικά ωχρές ελαιώδεις κηλίδες που γίνονται στη συνέχεια καστανόμαυρες και νεκρώνονται. Οι κηλίδες αυτές σε ευνοϊκές συνθήκες μεγαλώνουν και μπορεί να καταλάβουν μεγάλο μέρος του φυλλιδίου. Τα φυλλίδια ξεραινονται, ενώ ο μίσχος του παραμένει συχνά για μεγάλο διάστημα υγιής. Στην κάτω επιφάνεια και στην περιφέρεια των κηλίδων εμφανίζονται με τη μορφή λευκωπού λεπτού χνουδιού οι καρποφορίες του μύκητα (σποριαγγειοφόροι, σποριάγγεια). Αντίθετα σε ξηρό περιβάλλον οι κηλίδες και οι καρποφορίες είναι περιορισμένες. Με ευνοϊκές συνθήκες καλύπτουν μεγάλο μέρος και περιορίζουν ολόκληρο το στέλεχος. Τα προσβλημένα φυτά αναδίδουν μια χαρακτηριστική του μύκητα οσμή (μούχλας). Στους καρπούς η προσβολή παρουσιάζεται με τη μορφή γκριζοπράσινων, ακανόνιστων κηλίδων στην πάνω επιφάνεια που επεκτείνονται σαν γλώσσες. Στη συνέχεια οι κηλίδες παίρνουν ένα ακανόνιστο καστανό χρωματισμό, καθιζάνουν και η επιφάνειά τους γίνεται δερματώδης. Ο μεταχρωματισμός αυτός συνεχίζεται στη σάρκα, που γίνεται σκληρή και προοδευτικά ο καρπός σαπίζει.

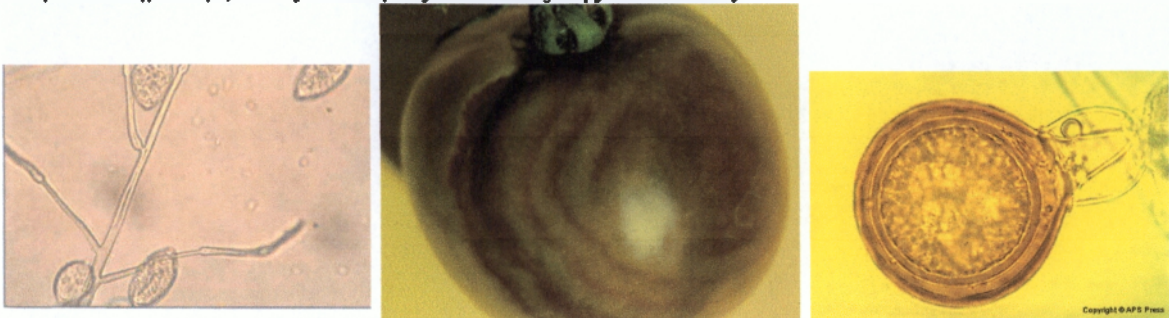


1.προσβεβλημένη καλλιέργεια τομάτας 2.προσβεβλημένος καρπός τομάτας 3.προσβεβλημένο φύλλο τομάτας ( R.E. Stall ) 4. προσβεβλημένα φυτά και καρποί τομάτας

### Αίτιο – Συνθήκες ανάπτυξης

Ο Φυκομύκητας *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Υπάρχουν πολλές φυλές του μύκητα που προσβάλλουν την τομάτα ή την πατάτα ή και τις 2 καλλιέργειες. Το παθογόνο μπορεί να διατηρηθεί στο έδαφος σε φυτικά υπολείμματα με τη μορφή μυκηλίου μέχρι 11 μήνες, τα όργανα διαχείμανσής του τα ωοσπόρια δεν έχουν βρεθεί στην Ευρώπη. Η μόλυνση και η εξάπλωση της ασθένειας γίνεται με τα σποριάγγεια του μύκητα, που μεταφέρονται με τον αέρα ή τη βροχή. Ο σχηματισμός των οργάνων αυτών αναπαραγωγής του ευνοείται από υψηλή σχετική υγρασία του αέρα (>90%), θερμοκρασία μεταξύ 18–24°C και μεγάλη ηλιοφάνεια. Η ζωτικότητα τους σε κορεσμένη ατμόσφαιρα είναι 15 ώρες, ενώ σε ξηρό περιβάλλον και θερμοκρασία 20°C είναι μόνο 1-2 ώρες. Τα σποριάγγεια ανάλογα με τις

επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας μπορούν να βλαστήσουν ή να σχηματίσουν ζωοσπόρια. Τα ζωοσπόρια για να σχηματιστούν, να ελευθερωθούν, να εγκυτωθούν, να βλαστήσουν και να μολύνουν, χρειάζονται θερμοκρασίες γύρω στους 10-13°C και ένα χρονικό διάστημα 12 ωρών. Στο διάστημα αυτό απαιτείται υψηλή υγρασία (βρεγμένα φυτά). Η εμφάνιση των πρώτων μακροσκοπικών συμπτωμάτων γίνεται 60-144 ώρες μετά τη μόλυνση. Η εναλλαγή ψυχρού καιρού, που ευνοεί το σχηματισμό των ζωοσπορίων και θερμού που ευνοεί το σχηματισμό των σποριαγγείων και η ανάπτυξη του μυκηλίου δημιουργεί τις συνθήκες επιδημίας της ασθένειας.



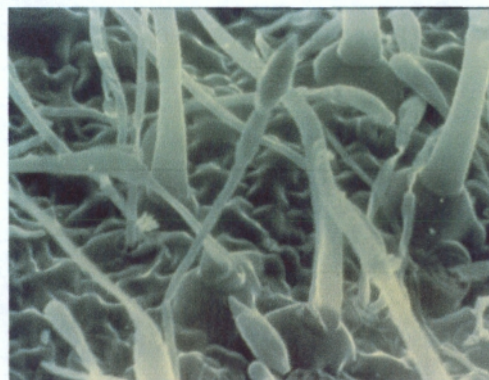
Αγενή σπόρια 1. λεμονοειδή ζωοσποριάγγεια, στο μικροσκόπιο 2. γκριζοκάστανη εξάνθηση στο καρπό ( W.R. Stevenson ) 3. εγγενή όργανα αναπαραγωγής του μύκητα

## 1. 2. 2. ΩΙΔΙΟ

Το Ωίδιο με κοινή αγγλική ονομασία powdery mildew είναι πολύ συνήθης ασθένεια της τομάτας. Απαντάται κυρίως στις μεσογειακές χώρες, την κεντρική Ευρώπη (ιδίως σε θερμοκηπακές καλλιέργειες) και την Εγγύς Ανατολή(Παναγόπουλος,2000).

### Συμπτώματα

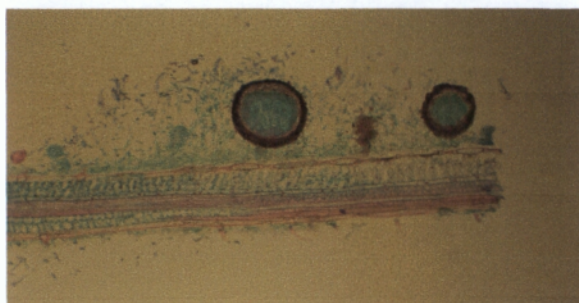
Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται με τη μορφή κίτρινων κηλίδων διαφόρων διαστάσεων στην πάνω επιφάνεια των φύλλων με ένα άσπρο χνούδι ( καρποφορίες του μύκητα ). Οι καρποφορίες αυτές δεν διακρίνονται εύκολα. Οι κηλίδες νεκρώνονται παίρνοντας ένα καφετί χρώμα. Πολλές φορές συνενώνονται και ένα μεγάλο μέρος της επιφάνειας του φύλλου μπορεί να ξεραθεί. Τα προσβεβλημένα φύλλα ξεραινόνται και παραμένουν στο φυτό.



1. προσβεβλημένα φύλλα τομάτας ( R.L. Forster ) 2. κονίδια του παθογόνου μικροοργανισμού ( S.V. Thomson )

### Αίτιο – Συνθήκες ανάπτυξης

Ο μύκητας *Oidiopsis taurica* ( Lev.) Salm. Διαχειμάζει με τη μορφή μυκηλίου ή περιθηκίων σε διάφορα αγριόχορτα ( *Phlomis herba* κ.α.) που για τις μεσογειακές χώρες αποτελούν σοβαρή πηγή μόλυνσης. Περιθήκια βρέθηκαν και σε ξηρά φύλλα τομάτας. Διαδίδεται κυρίως με τον αέρα. Οι άριστες συνθήκες ανάπτυξης του είναι 50-75% σχετική υγρασία του αέρα και θερμοκρασία 20-25°C. Στα θερμοκήπια, ορισμένες χρονιές, μπορεί να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα.



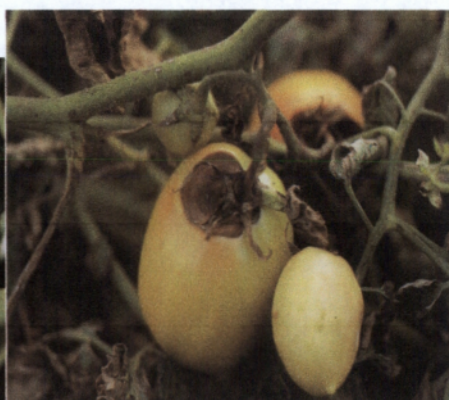
1. κλειστοθήκια του παθογόνου μύκητα στο μικροσκόπιο ( Παπαδοπούλου Μ. ) 2. κλειστοθήκια του παθογόνου μύκητα στο στερεοσκόπιο

### 1. 2. 3. ΑΛΤΕΡΝΑΡΙΩΣΗ

Η ασθένεια είναι γνωστή και ως «πρώϊμος περονόσπορος» με κοινή αγγλική ονομασία *Alternaria blight* κ.α.. Έχει παγκόσμια εξάπλωση και είναι ιδιαίτερα σημαντική στα εύκρατα υγρά κλίματα καθώς και σε ημίξηρες περιοχές όταν σχηματίζεται συχνά νυχτερινή δρόσος. Ο μύκητας προσβάλλει, τα φυτάρια στο σπορείο και προκαλεί τήξεις, τα νεαρά φυτάρια μετά τη μεταφύτευση στο λαιμό και το στέλεχος δημιουργώντας έλκη. Σύμφωνα με πρόσφατα δεδομένα στην Ελλάδα μπορεί να καταστεί μια από τις σοβαρότερες παθήσεις της τομάτας (Παναγόπουλος, 2000).

#### Συμπτώματα

Τα φυτάρια που έχουν σχηματίσει τα τρία πραγματικά φύλλα είναι πολύ ευαίσθητα. Σχηματίζεται στο λαιμό μαύρες κηλίδες που εξελίσσονται σε μεγάλα έλκη που μπορούν να περιβάλουν το λαιμό. Στ φύλλα εμφανίζονται φυτοτοξικά φαινόμενα από τις τοξίνες ( αλτερναρίνη ) που παράγει ο μύκητας. Παρόμοια συμπτώματα στα φυτά και μετά τη μεταφύτευση που οφείλονται στο μύκητα *A.solani* και *A.alternaria*. Έκκλη καστανόμαυρα με χαρακτηριστικές ζώνες κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μπορούν να εμφανιστούν στα στελέχη των αδύνατων φυτών και ιδιαίτερα σε πληγές που έγιναν από τα κλαδέματα και την προστριβή των λεπτών σπάγκων. Στα φύλλα η *A.solani* προκαλεί μαύρες κηλίδες με χαρακτηριστικούς συγκεντρικούς κύκλους όταν βλέπονται από κοντά. Στις μεγάλες κηλίδες έχουμε συχνή εμφάνιση ενός κίτρινου περιγύρου. Από τα σέπαλα μπορούν να προσβληθούν οι καρποί κυρίως στο σημείο πρόσφυσης του μίσχου. Σχηματίζονται μαύρες ελαφριές κηλίδες με σαφή όρια και καλυμμένες πολλές φορές από τις καρποφορίες των μυκήτων.

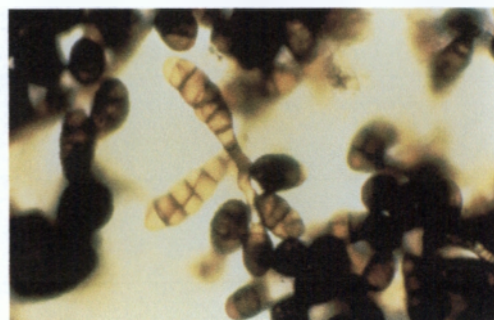
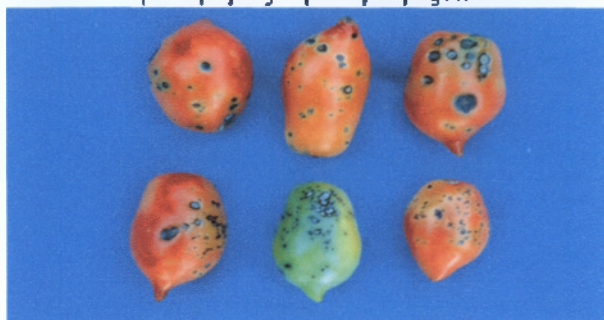


Συμπτώματα προσβολής 1. σε φύλλο 2. σε βλαστό 3. σε καρπό τομάτας ( J.P. Jones )

#### Αίτιο – Συνθήκες ανάπτυξης

Οι μύκητες *Alternaria solani* Sorauer, *Altrnaria alternata* (Fr.) Keissler και η ειδική μορφή *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici* Crogan. Είναι ατελές μορφές των Ασκομυκήτων Pleosporaceae. Τα σποριά τους με τα οποία γίνεται κυρίως η μετάδοσή τους είναι πολύ ανθεκτικά στην ξηρασία. Διατηρούνται τόσο στα φυτικά υπολείμματα των

άρρωστων φυτών που μένουν στο χωράφι και δεν παραχώνονται όσο και μέσα στο έδαφος. Ευνοούνται από συστήματα άρδευσης όπως ο καταιονισμός. Το λούσιμο των φύλλων με νερό, που ακολουθείτε από προοδευτικό στέγνωμα με το ηλιακό φως είναι οι ευνοϊκότερες συνθήκες σποριογένεσης. Οι προσβεβλημένοι καρποί μπορούν να δώσουν σπόρο με μυκήλιο και σπόρια στην επιφάνεια του. Το άριστο της μόλυνσης κυμαίνεται γύρω στους 25°C. Μεταφέρεται με τον αέρα. Η υπερβολική αζωτούχα και καλιούχα λίπανση ευνοεί την ασθένεια. Ο φώσφορος την περιορίζει.



1. προσβεβλημένοι καρποί 2. κονίδια του παθογόνου μύκητα του γένους *Aternaria*

#### 1. 2. 4. ΚΛΑΔΟΣΠΟΡΙΑΣΗ

Η ασθένεια γνωστή στην αγγλική ως leaf mould διαπιστώθηκε για πρώτη φορά το 1970 στο Νομό Μαγνησίας σε θερμοκήπιο (Μπίρης, 1977). Σήμερα είναι διαδεδομένη σε όλες της περιοχές της Ελλάδας και παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα στις μη θερμαινόμενες υπό κάλυψη καλλιέργειες τομάτα (Παναγόπουλος, 2000).

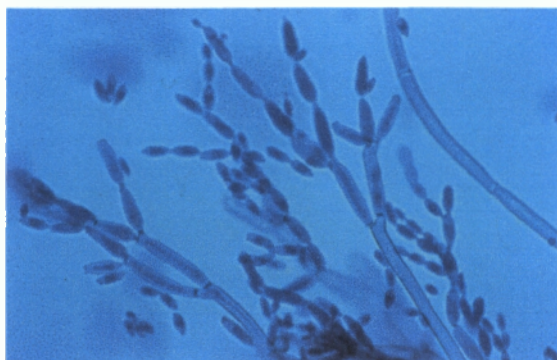
##### **Συμπτώματα**

Προσβάλει αποκλειστικά και μόνο τα φύλλα και τα σέπαλα των ανθέων. Στην πάνω επιφάνεια των φύλλων εμφανίζονται κίτρινες με ασαφή όρια κηλίδες. Η κάτω επιφάνεια στα σημεία προσβολής καλύπτεται με ένα χνούδι χρώματος ανοιχτού-βιολετί-γκριζοπράσινου, ανάλογα με τα στελέχη του μύκητα, που τελικά γίνεται σκούρο καφέ. Το χνούδι αυτό είναι οι καρποφορίες του μύκητα που δίνουν τις δευτερογενής μόλυνσεις. Με την πάροδο της προσβολής οι κηλίδες μεγαλώνουν, μπορούν να ενωθούν με αποτέλεσμα την ξήρανση της φυλλικής επιφάνειας. Η προσβολή αρχίζει από τα χαμηλά φύλλα.

##### **Αίτιο – Συνθήκες ανάπτυξης**

Ο μύκητας *Fulvia fulva* (CKe) Cif. Ο μύκητας είναι σε θέση να δημιουργεί πολύ εύκολα καινούργιες φυλές. Μέχρι σήμερα έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη 5 φυλών (A,B,C,D,E). Διαιρείται στα φυτικά υπολείμματα στο έδαφος και στο εσωτερικό των θερμοκηπιακών κατασκευών. Τα σπόρια μπορούν να επιζήσουν για 9-12 μήνες σε πολύ ξηρή ατμόσφαιρα. Η διάδοση γίνεται με τα σπόρια, που μεταφέρονται με τον αέρα (αερισμό θερμοκηπίου) και με τις καλλιεργητικές εργασίες κυρίως την ημέρα. Αντίθετα η μόλυνση ευνοείται από υψηλή σχετική υγρασία (σχεδόν 100%) και θερμοκρασία 15-25°C, με συνθήκες άπνοιας ιδιαίτερα τις νυχτερινές ώρες. 12-15 μέρες μετά τη μόλυνση εμφανίζονται τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας.





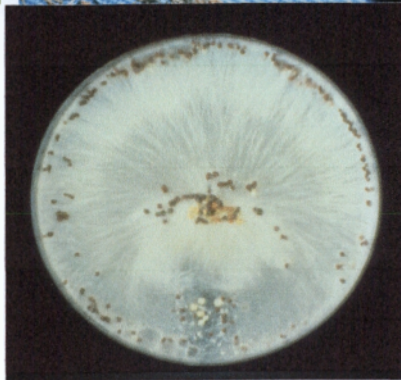
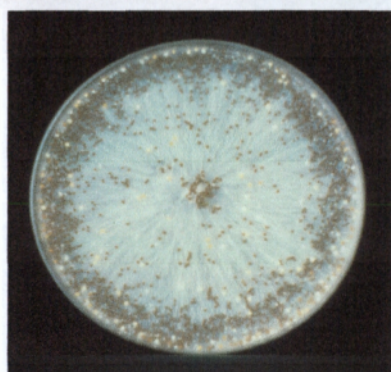
1. κονίδια του μύκητα

## 1. 2. 5. ΣΚΛΗΡΩΤΙΑΣΗ

### Αίτιο-Συνθήκες ανάπτυξης

Οφείλεται στο μύκητα του γένους *Scelerotium* ( Δευτερομύκητες, Mycelia Sterilia ) με τέλεια μορφή το γένος *Athelia* συν. *Corticium* ( Βασιδιομύκητες ).

Η ασθένεια εννοείται από την υψηλή θερμοκρασία ( 28-35°C ) και εδαφική υγρασία. Ο μύκητας διεισδύει στους φυτικούς ιστούς αφού προηγουμένως τους αποδομήσει με τη βοήθεια πικτηνολυτικών, κυτταρολυτικών και άλλων ενζύμων που παράγει. Διαχειμάζει στο έδαφος και τα υπολείμματα της καλλιέργειας με τη μορφή μυκηλίου ή συνηθέστερα σκληρωτίων.



1. καρποί της τομάτας με λευκή εξάνθηση ( S.M. Mc Carter ) 2. ανοιχτόχρωμα σκληρώτια ( J.C. Watterson ) 3.4. καλλιέργεια του μύκητα σε τρυβλία retri με PDA ( K.I. Pohronezny )

## 1. 2. 6. ΣΚΛΗΡΩΤΙΝΙΑΣΗ (*Sclerotinia stem rot*)

### Συμπτώματα

Πολύ σπάνια παρατηρούνται προσβολές στην τομάτα. Προσβάλετε κυρίως ο λαιμός. Η ασθένεια ξεκινάει με μια μαλακή σκοτεινόχρωμη σήψη που μπορεί να προχωρήσει και σε αρκετό ύψος του στελέχους πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Η σήψη αυτή μπορεί

μερικές φορές να περιβάλλει ολόκληρο το στέλεχος και να προκαλέσει μάρανση του φυτού. Το προσβεβλημένο μέρος σχίζεται και καλύπτεται στη συνέχεια από πυκνό βαμβακοειδές μυκήλιο ανάμεσα στο οποίο βρίσκουμε τα σκληρώτια του μύκητα. Κάτω από συνεχείς υγρασία παρατηρούνται προσβολές και στα εναέρια τμήματα του φυτού. Βλέπουμε τότε ανάπτυξη του μύκητα σε πληγές του στελέχους από κλαδέματα, στα φύλλα και στους καρπούς. Η μόλυνση αυτή αποδίδεται στα ασκοσπόρια που εκτοξεύονται με τη βοήθεια του νερού της βροχής, από τα αποθήκια που βρίσκονται στο έδαφος.



1.2.3. σήψη των στελεχών του φυτού με εμφανή μαύρα σκληρώτια 4.5. τα αποθήκια του μύκητα του γένους *Sclerotinia* μετά τη βλάστηση του σκληρωτίου

#### Αίτιο – Συνθήκες ανάπτυξης

Ασκομύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary (Ascomycotina, Discomycetes, Helotiales). Είναι πολυφάγο παθογόνο. Επιβιώνει με το μυκήλιό του σε προσβεβλημένα ή νεκρά φυτά, αλλά κυρίως στο έδαφος με τα σκληρώτια του. Τα σκληρώτια βλαστάνοντας παράγουν μυκήλιο ή αποθήκια. Τα σκληρώτια διατηρούν τη ζωτικότητα τους σε ξηρές συνθήκες 6-8 έτη (Παναγόπουλος, 2000). Η ανάπτυξή του στο έδαφος γίνεται με τη μορφή μυκηλίου με το οποίο μπορεί να διάγει μια σαπροφυτική ζωή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες υψηλής εδαφικής υγρασίας και θερμοκρασίας 15-25°C, σχηματίζονται από τα σκληρώτια τα εγγενή όργανα αναπαραγωγής τα αποθήκια. Τα ασκοσπόρια είναι τα κυριότερα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η αρχική μετέπειτα μόλυνση. Το υπερβολικό κάλιο, σε σχέση με το φώσφορο και το άζωτο, προδιαθέτουν την καλλιέργεια στην ασθένεια. Η μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε CO<sub>2</sub> εμποδίζει την ανάπτυξη του μύκητα.

## 1. 2. 7. ΡΙΖΟΚΤΟΝΙΑ

### Συμπτώματα

Στη τομάτα, πιπεριά, μελιτζάνα, πατάτα και διάφορα άλλα κηπευτικά προκαλεί τήξη φυταρίων και στα μεγαλύτερα φυτά έλκος του λαιμού, προσβολή ριζών, φύλλων και σήψη καρπών. Μπορεί ακόμα να προκαλέσει το θάνατο σε πολλά φυτάρια στο σπορείο,

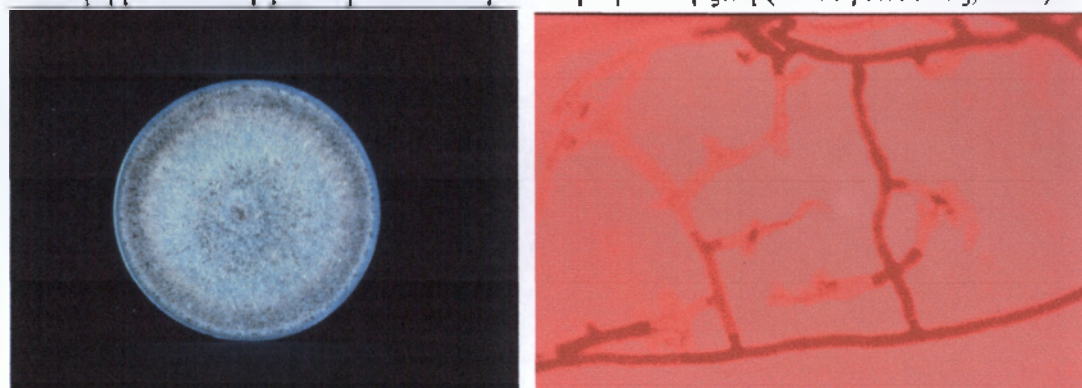
δημιουργώντας στο λαιμό χαρακτηριστικά καστανέρυθρα έλκη. Προηγούμενη καλλιέργεια με αγγούρι ή πεπόνι αυξάνει πολύ το μολυσματικό δυναμικό του εδάφους.



1. συμπτώματα προσβολής νεαρών φυτών 2. χαρακτηριστικά συμπτώματα προσβολής των καρπών ( J.P. Jones )

### Αίτιο- Συνθήκες ανάπτυξης

Οι προσβολές αυτές οφείλονται στο βασιδιομύκητα *Thanatephorus cucumeris* που έχει ατελή μορφή *Rhizoctonia solani* κοινή ονομασία στα αγγλικά είναι : *Rhizoctonia stem canker*. Διαχειμάζει με μυκήλιο και τα σκληρώτιά του στο έδαφος. Το βάθος ανάπτυξης ποικίλει. Το συναντούμε κατά μεγάλο ποσοστό σε βάθος 0-15cm. Υπάρχουν στελέχη που αναπτύσσονται σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας από 18-35°C και άλλα σε πιο στενό (20-30°C). Τα δεύτερα συναντούνται στα υποτροπικά και τροπικά κλίματα. Η τέλεια μορφή εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ή στα σημεία προσβολής των στελεχών που βρίσκονται στο έδαφος. Σε εδάφη με πολύ οργανική ουσία διάγει σαπροφυτική ζωή (Παναγόπουλος,2000).



1. καλλιέργεια του μύκητα *Rhizoctonia solani* σε θρεπτικό υπόστρωμα PDA 2. το μυκήλιο του μύκητα στο μικροσκόπιο ( S.M.Mc Carter )

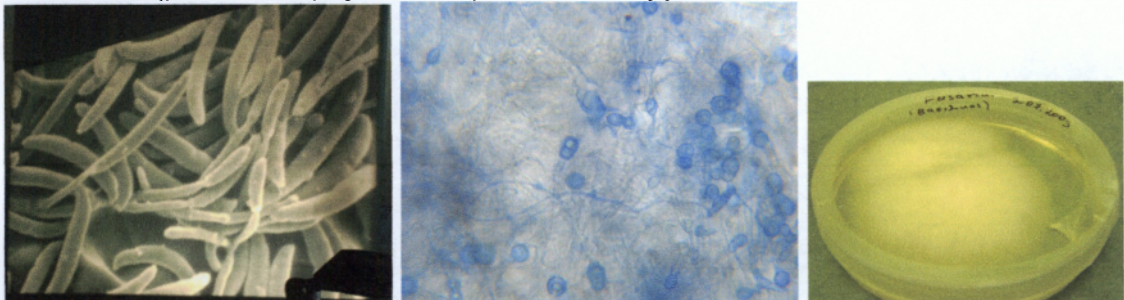
## 1. 2. 8. ΑΝΑΡΩΜΥΚΩΣΕΙΣ (Fusarium wilt, Verticillium wilt.)

Πρόκειται για καταστρεπτικές ασθένειες που προκαλούν πολύ σοβαρές ζημιές σε πλήθος καλλιεργούμενων φυτών χωρίς να υπάρχουν μέχρι σήμερα θεραπευτικά χημικά μέσα. (Παναγόπουλος,2000).

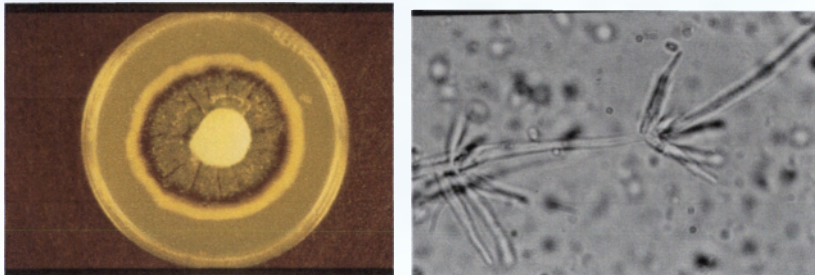
### Αίτια-Συνθήκες ανάπτυξης

Οφείλονται σε δύο γένη παθογόνων το *Verticillium- Verticillium alboatrum* Reinke και Berth. και το *Fusarium,- Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder Hansen που επιβιώνουν στο έδαφος και τα οποία εγκαθίστανται στα αγγεία του ξύλου με αποτέλεσμα τα φυτά να γίνονται καχεκτικά ή να ξεραίνονται. Η τραχειομύκωση που προκαλεί το παραπάνω φουζάριο είναι γνωστή ως φουζαρίωση. Ο μύκητας αυτός έχει δύο φυλές : Τη φυλή 1 και 2 που έχουν βρεθεί στη χώρα μας. Συνήθως οι αδρομυκώσεις που

προκαλείται από το βερτιτσιλλίο, γνωστή σαν βερτιτσιλλίωση, οφείλεται στο *Verticillium dahliae*. Στις ψυχρές περιοχές απομονώνεται πολύ συχνά το *Verticillium albo-atrum*. Το άριστο της μολυσματικότητας του φουζαρίου είναι γύρω στους 27-28°C. Σε θερμοκρασίες κάτω από 20°C και πάνω από 34°C η ασθένεια δεν αναπτύσσεται. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης για το *V. dahliae* είναι 23-25°C ενώ για το *V. albo-atrum* είναι 20°C και πάνω από 25°C χάνει την παθογένειά του. Γι' αυτό η φουζαρίωση παρουσιάζεται εντονότερα το φθινόπωρο, την άνοιξη και το καλοκαίρι. Αντίθετα η βερτιτσιλλίωση εμφανίζεται κυρίως το χειμώνα και το φθινόπωρο όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες. Η έλλειψη ασβεστίου ή καλίου και περίσσεια αζώτου καθιστούν τα φυτά ευαίσθητα στις ανδρομυκώσεις. Κάτω από αυτές τις συνθήκες το φουζάριο μπορεί να προσβάλλει τα φυτά και σε θερμοκρασίες γύρω στους 20°C. Η μικρή φωτοπερίοδος και η έλλειψη φωτισμού ευνοούν επίσης την ασθένεια. Τέλος η άρδευση με αλατούχα ή μαγνησιούχα νερά ευνοεί την ανάπτυξη του φουζαρίου και εμποδίζει το βερτιτσιλλίο. Το υψηλό pH του εδάφους ευνοεί τη βερτιτσιλλίωση. Από πλευράς κατανομής του μολύσματος των δύο μυκήτων στα διάφορα βάθη του εδάφους το φουζάριο βρίσκεται κυρίως σε βάθος 10-20cm, ενώ το βερτιτσιλλίο στα 20-30cm. Οι πρώτες μολύνσεις των αδρομυκώσεων οφείλονται στο μολυσμένο έδαφος, στα σπόρια των μυκήτων που υπάρχουν στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου και σπάνια στη χρησιμοποίηση μολυσμένου σπόρου. Η εξάπλωση της ασθένειας είναι δυνατή με την επαφή προσβλημένων ριζών με υγιείς και από θερμοκήπιο σε θερμοκήπιο με τη μεταφορά μολυσμένου εδάφους (άνθρωποι, εργαλεία, μηχανήματα, άρδευση). Για το βερτιτσιλλίο αναφέρεται ότι η μόλυνση είναι δυνατή και από τα φύλλα. Τα παθογόνα των ανδρομυκώσεων διατηρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα στο έδαφος και στα φυτικά υπολείμματα.

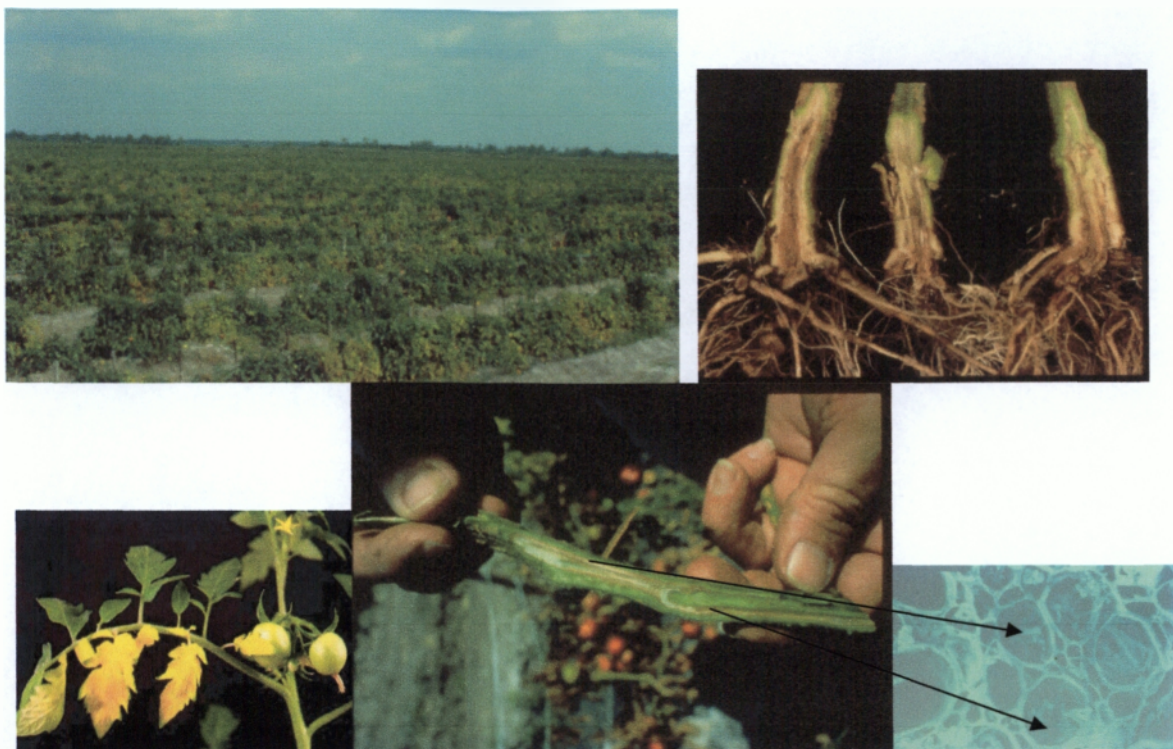


1.2.3.κονίδια, γλαμιδοσπόρια και το μυκήλιο σε τριβλίο Petri του *Fusarium oxysporum* Sc hl. s.p.



1. μυκήλιο *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. 2. κονίδια *Verticillium alboatrum* ( K.L. Pohronezny )

## ΦΟΥΖΑΡΙΩΣΗ



1. προσβεβλημένη καλλιέργεια τομάτας ( J.P. Jones ) 2. προσβεβλημένο φυτό τομάτας ( J.P. Jones ) 3. προσβεβλημένο φύλλο τομάτας 4. προσβεβλημένος βλαστός τομάτας ( J.P. Jones )

### Συμπτώματα

Τα φυτά μπορούν να προσβληθούν σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξής τους. Στα ηλικιωμένα φυτά και κυρίως κατά την έναρξη ωρίμανσης των καρπών τα πρώτα συμπτώματα παρουσιάζουν προς την κορυφή και συχνά εντοπίζονται στη πλευρά του φυτού, με προοδευτικό κιτρίνισμα και μάρανση των φύλλων της βάσης. Στα νεαρά φυτά τα δευτερεύοντα νεύρα των φυλλιδίων γίνονται διαφανή, τα φύλλα μαραίνονται και κρέμονται προς τα κάτω. Σε έντονη προσβολή τα φυτά μαραίνονται προσωρινά κυρίως τις μεσημβρινές ώρες και τελικά ξεραίνονται. Πολλές φορές η προσβολή καταλαμβάνει ολόκληρη τη γραμμή εκπτώξεως. Συχνά σε ευνοϊκές συνθήκες παρατηρούνται στο στέλεχος ρόδινες καρποφορίες του μύκητα (σποροδόχεια). Σε τομή του στελέχους και του μίσχου τα αγγεία έχουν ένα χαρακτηριστικό καστανό μεταχρωματισμό. Τελικά τα φυτά νεκρώνονται λόγω απόφραξης των αγγείων και των τοξικών ουσιών του παθογόνου.

## ΒΕΡΤΙΣΙΛΛΙΩΣΗ



1.2.3. συμπτώματα σε φυτό, φύλλο και στέλεχος σε φυτό τομάτας ( J.P. Jones )

## **Συμπτώματα**

Η ασθένεια εμφανίζεται κυρίως στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών και κυρίως στο δέσιμο των καρπών. Τα άκρα των *φυλλιδίων* των φύλλων της βάσης παίρνουν ένα κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα. Τα φυλλίδια ξεραίνονται από τη μια μεριά, ενώ η άλλη παραμένει υγιής. Ο *μίσχος* του φύλλου διατηρεί σχετικά για πολύ το πράσινο χρώμα του. Στην επιφάνεια των φύλλων συναντά κανείς καστανωπές ή σταχτωπές κηλίδες. Με ζεστό καιρό οι *κορυφές* των φυτών μαραίνονται. Σε έντονη προσβολή μπορεί να έχουμε μόνιμη μάρανση του φυτού. Κυρίως όμως τα κίτρινα φύλλα της βάσης ξεραίνονται και πέφτουν, τα υπόλοιπα χάνουν το πράσινο ζωηρό χρώμα τους και γενικά η ανάπτυξη και η παραγωγή είναι πολύ μειωμένες. Τα άρρωστα φυτά μπορεί να επιζήσουν μέχρι το τέλος της καλλιέργειας. Σε τομή του στελέχους τα αγγεία παρουσιάζουν ένα χαρακτηριστικό γκριζο μεταχρωματισμό. Και εδώ όπως και στη φουζαρίωση είναι δυνατό να εκπτυχθούν ρίζες στο στέλεχος.

## **1. 3. ΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

Καθένας από τους ιούς που προσβάλουν την τομάτα προκαλεί σειρά συμπτωμάτων, τα οποία συνήθως ποικίλουν ανάλογα με τη φυλή του ιού της τομάτας, τη δόση του μολύσματος, την ηλικία των φυτών κατά τη μόλυνση και τις συνθήκες αναπτύξεως των φυτών. Η φυσική μετάδοση των ιών της τομάτας γίνεται με ορισμένους τρόπους, ανάλογα με τι είδος του ιού. Όλοι οι ιοί της τομάτας που έχουν σημειωθεί στην Ελλάδα μεταδίδονται **μηχανικά** με το χυμό και την τριβή, κυρίως με τα χέρια του καλλιεργητή κατά την παροχή των καλλιεργητικών φροντίδων.

### **1. 3. 1. ΙΟΣ ΤΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ ΤΟΥ ΚΑΠΝΟΥ ΚΑΙ ΙΟΣ ΤΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (TOBACCO MOSAIC VIRUS, TMV και TOMATO MOSAIC VIRUS ToMV)**

Το μωσαϊκό είναι μια πολύ σοβαρή ασθένεια που είναι γνωστή στη Ευρώπη τουλάχιστον από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνας. Η μεταδοτική φύση της ασθένειας στον καπνό ανακαλύφθηκε το 1886, ενώ η ιολογική της αιτιολογία διαπιστώθηκε το 1898. Σοβαρές ζημιές προκαλούνται στις υπαίθριες αλλά και στις υπό κάλυψη καλλιέργειες της τομάτας. Η σοβαρότητα της ασθένειας επηρεάζεται από τη φυλή του ιού, την ηλικία του φυτού όταν μολύνεται, την καλλιεργητική ποικιλία και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Στις όψιμες μολύνσεις των φυτών η ασθένεια συνδέεται με έντονα συμπτώματα στους καρπούς(Παναγόπουλος,2000).



1. Ολοκληρωτική καταστροφή καλλιέργειας τομάτας ( D.Gallitelli ) 2. προσβεβλημένο φυτό τομάτας ( J.P. Jones ) 3. προσβεβλημένος καρπός τομάτας ( J.E. Tomas ) 4. προσβεβλημένο φυτό τομάτας ( S.K. Green )

### Συμπτώματα

Τα συμπτώματα που προκαλούνται από το σύμπλοκο των φύλων του ιού του μωσαϊκού του καπνού στη τομάτα είναι πολύ διαφορετικά. Εξαρτώνται από της φυλές που δεσπόζουν στο σύμπλοκο, απ' την περίοδο της προσβολής και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη μόλυνση. Ακόμα η ένταση των συμπτωμάτων επηρεάζεται και από το υβρίδιο ή την ποικιλία που καλλιεργείται. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι τα συμπτώματα συνοψίζονται :

- στο μωσαϊκό της φυλλικής επιφάνειας
- στο νηματομορφισμό των φύλλων
- στην απλή νεκρωτική ράβδωση των στελεχών, μίσχων και νεύρων των φύλλων
- στην ποικιλόχρωση των καρπών
- στην εσωτερική καστανώση της σάρκας των καρπών

Το μωσαϊκό του φυλλώματος με φωτεινή πράσινη-πράσινη σκούρα απόχρωση είναι το συχνότερο σύμπτωμα. Γνωστές με το όνομα « πράσινες » φυλές του ιού. Τα σκουροπράσινα τμήματα του φύλλου συχνά είναι φουσκωμένα. Τα νεαρά φυλλίδια παρουσιάζουν κάποια παραμόρφωση. Οι « κίτρινες » φυλές του ιού προκαλούν ένα χαρακτηριστικό κιτρινοπράσινο-ασπροκίτρινο μωσαϊκό γνωστό ως μωσαϊκό «aucuba» (κίτρινο μωσαϊκό). Η απλή νεκρωτική ράβδωση παρουσιάζεται κυρίως στα στελέχη της τομάτας, στους μίσχους και στα νεύρα της κάτω επιφάνειας των φύλλων. Σε σοβαρές περιπτώσεις και ιδιαίτερα στην περίοδο μικρού φωτισμού και διαταραγμένης ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών εμφανίζονται επιπλέον δακτυλιοειδείς νεκρώσεις στα φύλλα και ολόκληρο το φυτό μπορεί

να ξεραθεί. Στους καρπούς έχουμε συμπτώματα ποικιλόχρωσης και της εσωτερικής καστανώσης. Γενικά τα φυτά που είναι άρρωστα, 8-12 μέρες περίπου παρουσιάζουν μια ανακοπή της ανάπτυξης τους για 12 περίπου μέρες (περίοδο κρίσης). Τα άνθη σε αυτή τη φάση δεσ δένουν ποτέ. Φυτά που προσβάλλονται νωρίς από τον ιό, αναπτύσσουν κακό ριζικό σύστημα. Η μείωση της παραγωγής μπορεί να φτάσει ανάλογα με την παθογόνο ικανότητα των φύλλων του ιού μέχρι και 50%.

### **Αίτιο-Συνθήκες ανάπτυξης**

Πρόκειται για ένα σύμπλοκο φυλών του μωσαϊκού του καπνού (Tobacco Mosaic Virus - TMV). Παρά το όνομά του ο ιός αυτός προσβάλλει περισσότερο την τομάτα από τον καπνό. Οι γενετιστές που μελετούν τη δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών μιλούν για τέσσερις φυλές (0, 1, 2 και 2<sup>2</sup>). Στη φυλή 2<sup>2</sup> σε φυτά τομάτας ηλικίας πάνω από 30 ημέρες μειώνεται η μολυσματικότητα της στο ελάχιστο. Οι ιολόγοι μιλούν για δύο είδη ιών, για το τυπικό TMV και το μωσαϊκό της τομάτας (Tomato Mosaic Virus ToMV). Είναι πολύ ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες. Αδρανοποιείται μόνο αν εκτεθεί ο μολυσμένος με τον ιο χυμός για 80min ή 40 μέρες σε θερμοκρασία 80°C ή 75°C αντίστοιχα. Ακόμα και όταν τα φυτά είναι ξηρά, ο ιός μπορεί να διατηρηθεί στη ζωή για πολύ καιρό. Στο έδαφος διαιώνίζεται με τα φυτικά υπολείμματα των προσβεβλημένων φυτών που δεν έχουν αποσυντεθεί ακόμα. Οι μικροοργανισμοί που επιβιώνουν στην αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων (μύκητες, βακτήριο) συντομεύουν πολύ τη ζωή του ιού. Οι σπόροι που περιβάλλονται από ιξώδη υγρά της σάρκας του καρπού είναι οι περισσότεροι μολυσμένοι. Ο ιός δεν μολύνει ποτέ το έμβρυο. Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ο ιός μεταδίδεται από φυτό σε φυτό με μηχανικό τρόπο (χέρια, μαχαίρι, ρούχα, εργαλεία κ.α.). Οι φυλές που προσβάλλουν την τομάτα μεταδίδονται πολύ εύκολα με επαφή. Βρέθηκε πως ο ιός μπορεί να διατηρηθεί μέχρι και 4 χρόνια σε ρουχισμό που φυλάσσεται σε σκοτεινό δωμάτιο. Για τη μετάδοση από καλλιεργητική περίοδο στην επόμενη βασικό ρόλο παίζουν τα φυτικά υπολείμματα των άρρωστων φυτών που μένουν στο έδαφος. Η μεταφορά του ιού γίνεται ακόμα και με τα πόδια των ακριδών. Ως φυτό δείκτης χρησιμοποιείται το *Chenopodium amaranticolor*.

## **1. 3. 2. ΚΟΙΝΟ ΜΩΣΑΪΚΟ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ**

### **Συμπτώματα**

Τα συμπτώματα εμφανίζονται στα φύλλα, τα στελέχη ή τους καρπούς και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία ανάλογα με την ποικιλία, τη φυλή του ιού, την ηλικία του φυτών, μικροφυλλία, στένωση μέχρι νημάτωση, ποικιλόχρωση, παραμόρφωση, μερικές φορές νεκρώσεις και τέλος ποικιλόχρωση καρπών. Τα ασθενεί φυτά παρουσιάζουν μειωμένη ανθοφορία, καρπόδεση και παραγωγή. Το έλασμα των φύλλων μπορεί να είναι πολύ στενό και οξύ οπότε τα φύλλα αποκτούν εμφάνιση «φύλου φτέρης» (Παναγόπουλος, 2000).

### **Αίτιο-Συνθήκες ανάπτυξης**

Η ασθένεια οφείλεται σε διάφορες φυλές του ιού tobacco mosaic virus (TMV). Έχει μεγάλη αντοχή στη θερμοκρασία (σημείο θέρμης 93°C επί 10 λεπτά). Σε ξηρά μολυσμένα φύλλα στο εργαστήριο είναι δυνατό να διατηρεί τη μολυσματικότητα του για περισσότερο από 50 χρόνια. Διατηρεί τη μολυσματικότητά του σε ξηρά φύλλα ακόμη κι όταν αυτά εκτεθούν σε θερμοκρασίες 120°C επί 30' λεπτά. Εντός φυσικού φυτικού χυμού διατηρεί την μολυσματικότητά του επί 4-6 εβδομάδες και σε χυμό απηλαγμένο βακτηρίων (στείρο) ο ιός μπορεί να επιβιώσει επί 5 χρόνια. Ο ιός μεταδίδεται εύκολα μηχανικώς. Μεταδίδεται μεταξύ των φυτών με επαφή και με τους χειρισμούς των εργασιών, τα ενδύματά και τα καλλιεργητικά εργαλεία. Η είσοδος του ιού γίνεται με τραυματισμένους ιστούς των φυτών.



### 1. 3. 3. ΔΡΕΠΑΝΟΕΙΔΕΣ ΦΥΛΛΟ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η ασθένεια είναι γνωστή και ως νημάτωση. Είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Προσβάλλει 775 είδη φυτών, που ανήκουν σε 86 οικογένειες. Προκαλεί σοβαρές ζημιές σε καλλιέργειες υπαίθρου και θερμοκηπίου. Οι ζημιές αφορούν τη μείωση της ποσότητας και την υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων, συχνά δε και την καταστροφή της καλλιέργειας.

#### **Αίτιο-Συνθήκες ανάπτυξης**

Συναντιέται πολύ συχνά η ίωση αυτή στα θερμοκήπια. Προκαλείται από τους ιούς του μωσαϊκού του καπνού (TMV) ή του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV) ή από τη συνύπαρξη και των δύο. Ο κυριότερος τρόπος μετάδοσης είναι στις καλλιέργειες μέσω των αφίδων φορέων του. Μεταδίδεται απ' όλα τα οντογενετικά στάδια των εντόμων φορέων και ο χρόνος βοσκήσεως προσλήψεως είναι 5-10 δευτερόλεπτα. Ο ιός μεταδίδεται επίσης και μηχανικά με το χυμό. Τα πλέων τυπικά συμπτώματα (φύλλα πτέριδος) εκδηλώνονται σε θερμοκρασίες 18-22°C. Το όριο της θερμικής αδρανοποίησης του ιού είναι 70°C σε 10' λεπτά. Τα πρώτα μολύσματα αποτελούν τα μολυσμένα ζιζάνια. Ο ιός δεν επιβιώνει για μεγάλο χρονικό διάστημα στα υπολείμματα της καλλιέργειας.

#### **Συμπτώματα**

Στην αρχή της μόλυνσης παρατηρείται χαρακτηριστική μείωση σε πλάτος της ανάπτυξης των φυλλιδίων. Με τη πρόοδο της ασθένειας τα φυλλίδια εξαφανίζονται και παραμένει τελικά από το φυλλικό όργανο μόνο το κεντρικό νεύρο (φύλλο κλωστή-νηματομορφισμός). Χαρακτηριστική είναι επίσης η οδόντωση των φύλλων, καθώς και το σύμπτωμα του « φύλλου της φτέρης ». συνηθισμένο είναι επίσης και το ελατηριοειδές τύλιγμα των φύλλων της κορυφής κατά μήκος του κεντρικού άξονα. Τα φύλλα εμφανίζουν μερικές φορές ένα ανοιχτοπράσινο προς το κιτρινοπράσινο μωσαϊκό. (Χ.Γ ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ 2000)

### 1. 3. 4. Ο ΙΟΣ ΙΚΤΕΡΟΥ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (TOMATO VEI YELLOWING VIRUS TVYV)

Ο ιός του ίκτερου των νεύρων της τομάτας. Διαπιστώθηκε στην Ελλάδα το 1993 σε καλλιέργειες βιομηχανικής και επιτραπέζιας τομάτας στις περιοχές Ηλίας, Εύβοιας, και Αιτωλοακαρνανία (Κυριακοπούλου et al., 1994).

#### **Συμπτώματα**

Οι ώριμοι καρποί εμφανίζουν χαρακτηριστικά λαμπρές κίτρινες, περίπου κυκλικές, βυθισμένες κηλίδες με ασαφή όρια, διαμέτρου 3-6cm. Κάτω από την επιφάνεια των κηλίδων το περικάρπιο παρουσιάζει ξηρή, σπογγώδη, λευκή ή κίτρινη αλλοίωση. Τα φύλλα παρουσιάζουν κιτρίνισμα και νεκρώσεις του ελάσματος. Ο ιός είναι βακυλόμορφος διαστάσεων 66-220nm, περιέχει RNA.

#### **Αίτιο-Συνθήκες ανάπτυξης**

Ο ιός ανήκει στο γένος Nucleorhabdovirus (Rhabdoviridae). Μεταδίδεται μηχανικά με το χυμό. Ο φορέας του είναι άγνωστος.

## 1.4. ENTOMΟΛΟΓΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ

Τρία κυρίως είδη εντόμων εδάφους μπορεί να προσβάλλουν τα νεαρά φυτά τομάτας και να δημιουργήσουν κενά στην καλλιέργεια. Τα έντομα αυτά είναι συνήθως πρόβλημα σε εδάφη ελαφρά, πλούσια σε οργανική ουσία και με αρκετή υγρασία.

### 1. 4. 1. Σιδεροσκούληκα *Agriotes spp.*

Μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στα νεαρά φυτά κατά το φύτεμα των σπόρων ή και στα μεγαλύτερα τις πρώτες εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση. Προσβάλλουν τα υπόγεια μέρη του φυτού, καταργώντας τους σπόρους στο φύτεμα ή εισχωρώντας στην κεντρική ρίζα και τρώγοντας το εσωτερικό της. Προσβάλλουν επίσης το στέλεχος στη βάση του.



1. τέλειο έντομο *Agrilopes* 2. προνύμφη του εντόμου

#### 1. 4. 2. Αγρότηδες - *Agrilotis spp.*

Σε νεαρή ηλικία τρέφονται και την ημέρα. Μπορεί να προσβάλλουν και τα φύλλα, ενώ σε μεγαλύτερη ηλικία τρέφονται μόνο τη νύχτα και την ημέρα κρύβονται στο έδαφος. Συνήθως ακολουθούν τις γραμμές και κόβουν τα στελέχη των νεαρών φυτών της βάσης τους.

#### 1. 4. 3. Πρασάγγουρας- *Gryllotalpa gryllotalpa*. (κρεμμυδοφάγος, γρυλλοτάλη, κολοκυθοκόπτης)

Τρώγει τους βλαστάνοντες σπόρους, της ρίζες και γενικά τα υπόγεια μέρη των φυτών. Τα προσβεβλημένα φυτά μαραίνονται και με ελαφρό τράβηγμα αποσπώνται εύκολα από το έδαφος. Η παρουσία του γίνεται επίσης αντιληπτή από την ύπαρξη χαρακτηριστικών στοών στο έδαφος.



1. τέλειο έντομο πρασάγγουρας

#### 2. 4. 4. Θρίπες

Αποτελούν το μεγαλύτερο εντομολογικό πρόβλημα. Μειώνουν ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή σε μεγάλο βαθμό μέχρι και ολοκληρωτικά. Ακόμα είναι φορείς ορισμένων σοβαρών ιώσεων.



1. τέλειο έντομο *Frankiniella occidentalis* (θρίπας της Καλιφόρνιας) 2. ανάπτυξη από αυγό σε νόμφη στο φύλλο



1.τέλειο έντομο *Trips tabaci* (θρίπας του καπνού)

### **Συμπτώματα**

Εναποθέτουν τα αυγά τους στα φύλλα, στα πέταλα των λουλουδιών και σε μαλακά τμήματα του στελέχους. Οι προνύμφες είναι αεικίνητες και απομυζούν την κάτω επιφάνεια των φύλλων και όλα τα εναέρια μέρη του φυτού. Τα ακμαία απομυζούν τα επιδερμικά κύτταρα καταστρέφοντας την υφή τους και προκαλούν χαρακτηριστικό ασημόγκριζο ή αργυρόχροο μεταχρωματισμό στα φύλλα τα οποία σε σοβαρή προσβολή γίνονται εύθραυστα. Τα φυτά έχουν απώλεια χλωροφύλλης με συνέπεια την περιορισμένη ανάπτυξή τους. Σε σοβαρές περιπτώσεις, προσβάλλονται και οι καρποί, ιδιαίτερα οι τρυφεροί μικροί καρποί οι οποίοι όταν μεγαλώνουν παρουσιάζουν χαρακτηριστική εσχάρωση και παραμόρφωση. Οι προσβολές στα θερμοκήπια, παρατηρούνται σε ζεστά μέρη, κοντά στα συστήματα θέρμανσης (Μπουρνάς,1995).

### **1. 4. 5. ΚΗΚΙΔΟΜΥΓΑ**

Είδος κηκιδόμυγας που ανήκει στο γένος *Lasioptera* (Diptera, Cecidomyiidae) Δρο K. Harris, ειδικό Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου.

Προσβολές από το έντομο αυτό σημειώθηκαν για πρώτη φορά την άνοιξη του 2001 σε καλλιέργεια αγγουριάς υπό κάλυψη σε περιοχές της Τριφυλίας. Το φθινόπωρο του 2004 και του 2005 σημαντικές ζημιές από το έντομο καταγράφηκαν σε καλλιέργειες τομάτας και αγγουριάς υπό κάλυψη στην περιοχή του Μαραθώνα Αττικής.

### **Συμπτώματα**

Το έντομο αυτό εντοπίζεται κυρίως στην περιοχή του στελέχους γύρω από τη βάση του ποδίσκου των φύλλων της τομάτας. Σημειώνεται, επίσης, στο σημείο πρόσφυσης του ποδίσκου με τον καρπό, μπορεί όμως να σημειωθεί και σε ενδιάμεσο σημείο του ποδίσκου του καρπού. Η περιοχή της προσβολής αναγνωρίζεται εύκολα εξωτερικά καθώς αποκτά ένα μαύρο χρώμα. Εσωτερικά οι προνύμφες προκαλούν την αποσύνθεση του φυτικού ιστού και το σχηματισμό εσωτερικής κοιλότητας. Ο φυτικός ιστός γίνεται σπογγώδης και αποκτά σκοτεινό χρώμα. Η παρουσία του εντόμου έχει ως αποτέλεσμα την ανασχεση της ανάπτυξης

του φυτού και τη μείωση του αριθμού αλλά και του μεγέθους των καρπών. Οι ζημιές συνήθως δεν παρατηρούνται στο κορυφαίο τμήμα του φυτού. Επίσης σχεδόν σε όλα τα θερμοκήπια, παρατηρήθηκαν και συχνές προσβολές στους καρπούς της τομάτας. Συγκεκριμένα στο στάδιο της συλλογής, προνύμφες του εντόμου εντοπίζονται στο σημείο πρόσφυσης του ποδίσκου στον καρπό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της εμπορευσιμότητας του προϊόντος και μείωση της εμπορικής αξίας. Σε αντίθεση με την τομάτα, στην αγγουριά η προσβολή είναι πιο συχνή στο κορυφαίο τμήμα του φυτού(Παρασκευόπουλος και άλλοι, 2007).

#### 1. 4. 6. ΛΙΡΙΟΜΥΖΑ (ΥΠΟΜΟΝΕΥΤΕΣ)

Είναι μικρές μύγες μήκους περίπου 2 χιλιοστών με πολύ μεγάλη κινητικότητα. Διαχειμάζουν σαν νύμφες στο έδαφος, γι' αυτό και οι πρώτες προσβολές αρχίζουν από τα κατώτερα φύλλα, ενώ οι επόμενες γενεές νυμφούνται και στα φύλλα.



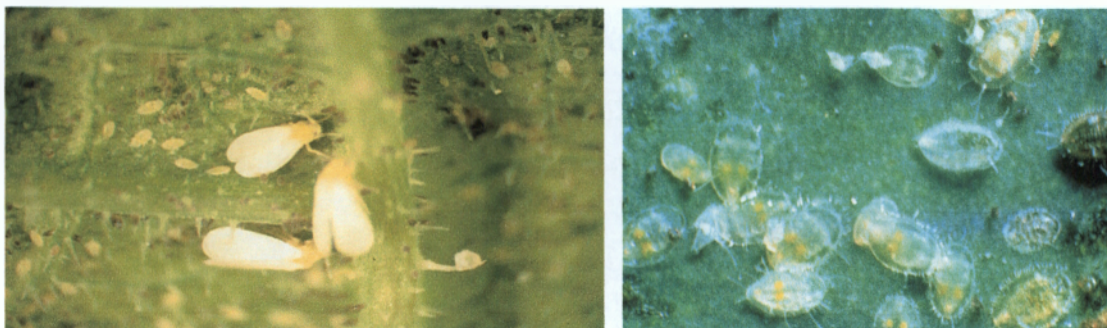
1. τέλειο έντομο *Liriomyza bryoniae* 2. τέλειο έντομο της προνύμφης στο φύλλο σε μορφή στοάς *L. huidobrensis* *L. trifolia*, 3. άνοιγμα

#### Συμπτώματα

Προσβάλουν κυρίως τα φύλλα ανοίγοντας χαρακτηριστικές στοές. Έτσι μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα λόγω των στοών ή λόγω της πτώσης των φύλλων. Οι ζημιές είναι σημαντικές όταν τα φυτά είναι πολύ μικρά. Στην άνω επιφάνεια των φύλλων τα θηλυκά ανοίγουν στρογγυλές λευκές διατροφικές κηλίδες ή οβάλ κηλίδες ωθεσίας από της οποίες τρέφονται και τα αρσενικά. Οι κηλίδες αυτές μπορεί να προκαλέσουν έμμεσες ζημιές γιατί αποτελούν πηγή εισόδου για μύκητες ή βακτήρια. Μπορούν να μεταφέρουν ιούς.

#### 1. 5. 7. ΑΛΕΥΡΩΔΕΙΣ

Προκαλούν άμεσες και έμμεσες ζημιές σε πολλές καλλιέργειες κηπευτικών. *Trialeurode vaporariorum* (αλευρώδεις του θερμοκηπίου ) *Bemisia tabaci* ( αλευρώδης του καπνού ).

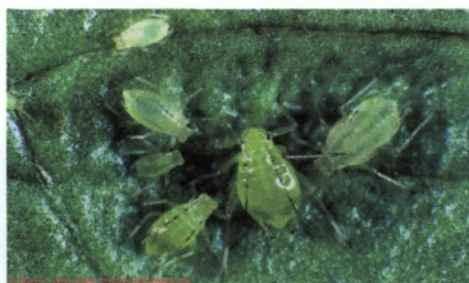


1. τέλειο έντομο αλευρώδη 2. προνυμφικό στάδιο του εντόμου

## Συμπτώματα

Οι άμεσες προκαλούνται από τη νύξη των φυτικών ιστών και την απομύζηση των φυτικών χυμών που πραγματοποιούνται από τα διάφορα νυμφικά στάδια και ιδιαίτερα τα δύο τελευταία και τα ακμαία. Τα φύλλα κιτρινίζουν και ξεραίνονται και όταν οι πληθυσμοί είναι μεγάλοι ξεραίνεται ολόκληρο το φυτό. Οι άμεσες επιδράσεις οφείλονται στη μετάδοση ιώσεων ιδιαίτερα από τον *B.tobaci* ο οποίος μπορεί να μεταφέρει 60 διαφορετικούς ιούς. Έμμεση ζημιά προκαλείται επίσης από την ανάπτυξη καπνιάς που μειώνει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και τη λειτουργία της διαπνοής του φυτού καθώς και την εμπορική αξία των καρπών. Η μόλυνση των φυτών στα θερμοκήπια γίνεται κυρίως από τα έντομα που βρίσκονται στα φυτά εκτός θερμοκηπίων ή σε άλλα γειτονικά θερμοκήπια. Η αύξηση της πυκνότητας των πληθυσμών των αλευρωδών, κατά τα τελευταία χρόνια, οφείλεται πιθανότατα και στο γεγονός της πιο εντατικής εκμετάλλευσης του χώρου των θερμοκηπίων σχεδόν καθ' όλο το έτος, συντελώντας στον απρόσκοπτο πολλαπλασιασμό και στη διάδοση του εντόμου.

### 1. 5. 8. ΑΦΙΔΕΣ



1. τέλειο έντομο *Myzus persicae* (πράσινη αφίδα της ροδακινιάς)



1.τέλεια έντομα *Macrosiphum euphorbiae* (ροζ αφίδα της πατάτας) 2. τέλειο έντομο

Οι αφίδες αυτές έχουν ίδιο βιολογικό κύκλο (κυκλική παρθενογένεση). Πρόκειται για πολύ δραστήριες αφίδες που μπορεί να εξαπλωθούν σ' όλη την καλλιέργεια πολύ γρήγορα, λόγω της τεράστιας αναπαραγωγικής τους ικανότητας.

## Συμπτώματα

Στα θερμοκήπια πολλαπλασιάζονται παρθενογενετικά όλο το χρόνο αλλά συνήθως οι προσβολές είναι σοβαρές από τον Απρίλιο και μετά.

Η άμεση ζημιά στα φυτά είναι η μύζηση των χυμών που έχει σαν αποτέλεσμα την εξασθένηση των φυτών και τη συστροφή και ξήρανση των φύλλων που μειώνουν την φωτοσυνθετική επιφάνεια. Σε πρώιμες προσβολές το φυτό καταστρέφεται ολοκληρωτικά. Η έμμεση ζημιά είναι πιο επικίνδυνη γιατί μεταδίδουν μεγάλο αριθμό ιώσεων. Σοβαρή έμμεση ζημιά είναι η ανάπτυξη καπνιάς πάνω στα άφθονα μελιτώματα που δημιουργούν με τη μύζηση των φυτών. Στα θερμοκήπια έχουμε εύκολα αυξήσεις πληθυσμών λόγω έλλειψης φυσικών εχθρών σε σχέση με της ύπαιθρο γιατί αυτοί δεν μεταφέρονται τόσο εύκολα όσο οι αφίδες και γιατί γίνεται αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων.

### 1. 5. 9. **ΚΑΜΠΙΕΣ** *Heliiothis armigera* (πράσινο σκουλήκι) *Spodoptera littoralis* (σποντόπτερα ή αιγυπτιακό σκουλήκι)

Τα παραπάνω έντομα έχουν παρόμοια μορφολογικά χαρακτηριστικά και ανάλογο βιολογικό κύκλο.

- Ωοτοκούν σ' όλα τα τμήματα των φυτών τόσο των καλλιεργούμενων όσο και των ζιζανίων
- Νυμφώνονται στο έδαφος όπου και διαχειμάζουν ως νύμφες
- Έχουν έντονη δραστηριότητα τη νύχτα
- Τα θηλυκά γεννούν από 1000 αυγά το καθένα
- Προσβάλλουν φύλλα, καρπούς και βλαστούς
- Ο βιολογικός τους κύκλος διαρκεί περίπου 25-50 ημέρες.
- Τα ακμαία μεταναστεύουν σε μεγάλες αποστάσεις
- Ήπιος χειμώνας, χωρίς πολλές βροχές, βοηθάει στην επιβίωση μεγάλου αριθμού διαχειμαζουσών νυμφών. Σχετικά δροσερό καλοκαίρι ευνοεί τη γρήγορη ανάπτυξη του εντόμου ενώ αντίθετα ξηροθερμικές συνθήκες προκαλούν υψηλή θνησιμότητα.

### 1. 5. 10. **ΒΡΩΜΟΥΣΣΕΣ** - *Nezara viridula* κ.α.

Οι προνύμφες των τελευταίων σταδίων και τα ακμαία τσιμπούν τους καρπούς προκαλώντας σ' αυτούς νεκρωτικές περιοχές ( κηλίδες ). Αποτέλεσμα των νεκρώσεων είναι οι άγουροι πράσινοι καρποί να μένουν μικροί και οι ανώριμοι να παρουσιάζουν έντονους μεταχρωματισμούς με μια δυσάρεστη γεύση χάνοντας κάθε εμπορική αξία.

#### **Συμπτώματα**

Οι καρποί προσβάλλονται κυρίως τέλη άνοιξης-αρχή θέρους και φθινόπωρο. Προσβάλλονται καλλιέργειες που βρίσκονται κοντά σε χερσώδεις ή πετρώδεις εκτάσεις και σε δενδροκαλλιέργειες που παρέχουν ασφαλή καταφύγια διαχείμασης. Έχει δύο γενεές το χρόνο. Ωοτοκίες γίνονται το Μάιο και τον Αύγουστο. Περνάει από πέντε προνυμφικά στάδια και τα ακμαία εμφανίζονται τον Ιούλιο και Σεπτέμβριο(Κυριάκοπουλος, 1995).

## Κεφάλαιο 2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ, ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Απαραίτητη προϋπόθεση για την καλλιέργεια φυτών, με στόχο την ποιοτική παραγωγή και οικονομικά ωφέλιμη γεωργική επιχείρηση είναι η αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών. Ο άνθρωπος, στα πλαίσια της άσκησης της γεωργίας, πέραν των άλλων λαμβάνει μέτρα για τη διατήρηση των καλλιεργειών του σε υγιεινή κατάσταση και συνεχώς κάνει προσπάθειες βελτίωσης των φυτοπροστατευτικών μέτρων για όσο το δυνατόν προσβάσιμα προς το περιβάλλον.

### 2.1. Συνοπτική παρουσίαση των μέτρων αντιμετώπισης ασθενειών και εχθρών της τομάτας

Στη φυτοπροστασία υπάρχουν τρεις επιμέρους μέθοδοι, με το συνδυασμό των ποιων πραγματοποιείται ουσιαστικά η ολοκληρωμένη καταπολέμηση στην γεωργία: α) τα καλλιεργητικά μέτρα ή μέσα, β) η βιολογική καταπολέμηση (βιολογικά μαζί με φυσικά, μηχανικά ή βιοτεχνολογικά μέσα ) και γ) τα χημικά μέσα. Στο πίνακα 2.1. παρουσιάζονται συνοπτικά τα γενικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων που χρησιμοποιεί η σύγχρονη Φυτοπροστασία για την καταπολέμηση των ασθενειών και εχθρών των καλλιεργούμενων φυτών.

Πίνακας 2. 1. Συνοπτικά στοιχεία των τριών μεθόδων φυτοπροστασίας.

Καλλιεργητικά μέτρα	Βιολογική	Χημική
1.Εκλογή κατάλληλου φυτευτικού υλικού	1.Ανταγωνιστές για εξασφάλιση ζωτικού χώρου	1.Οργανοφωσφορικά
2.Εκλογή κατάλληλου χρόνου κ' τρόπου σποράς ή φύτευσης	2.Παράσιτα εχθρών κ' ασθενειών	2. Καρβαμιδικά
3.Διατήρηση συνθηκών ευνοϊκών για την πιο πέρα ζωή των φυτών	3.Αποφυγή των μολύνσεων	3.Πυριθρινοειδή
4.Εφαρμογή έγκαιρης κ' ισορροπημένης λίπανσης	Μείωση της έντασης των συμπτωμάτων ( για τους Ιούς )	4.Οργανοχλωριωμένα
5.Ειδικές καλλιεργητικές εργασίες για περιορισμό της μόλυνσης	Αμοιβαία παρουσία φυτών	5.Φωσφίνη
6.Εφαρμογή κατάλληλης αμειψισποράς ή εμβολιασμού πάνω σε ανθεκτικά υποκείμενα	4.Ελεγχος προσβολών	6.Βρωμιούχο μεθύλιο (απαγορευμένο)
		7.Δινιτροορθοκρεζόλη (DNOC)
		8.Πολτοί ορυκτελαίων
		9.Ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων (δεν είναι τοξικά)
		10.Άλατα λιπαρών οξέων (εντάσσονται και στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση)

## 2.1. 1. Βιολογική καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμησης βρίσκει χρήση όλο και πιο έντονα τα τελευταία χρόνια στη γεωργική καλλιέργεια γιατί έχει τα ίδια και καλύτερα αποτελέσματα από τη χημική καταπολέμηση. Επιπλέον, δεν επιβαρύνει το περιβάλλον και δεν εμπεριέχει κινδύνους για το χρήστη και τον καταναλωτή.

«Βιολογική καταπολέμηση των παθογόνων φυτών είναι η μείωση της ποσότητας του μολύσματος ή της νοσογόνου δράσης τους, που πραγματοποιείται από ή διαμέσου ενός ή περισσοτέρων οργανισμών, άλλων εκτός του άνθρωπο». Οι άλλοι αυτοί οργανισμοί περιλαμβάνουν :

**α)** ανταγωνιστικούς μικροοργανισμούς και άλλα «όντα» (ιοί, ιοειδή), **β)** άτομα ή πληθυσμούς, που ανήκουν στο ίδιο το παθογόνο είδος, αλλά έχουν χαμηλή ή μηδαμινή μολυσματικότητα, **γ)** το φυτό-ξενιστή, εφοδιασμένο με ανοχή στην προσβολή του παθογόνου (Cook and Baker, 1983). Στην χρήση βιολογικών μέσων για την καταπολέμηση των ασθενειών μπορεί να περιληφθεί και η καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών

Η βιολογική καταπολέμηση περιλαμβάνει, εκτός από τους προαναφερμένους τρόπους (ανταγωνιστικούς μικροοργανισμούς, άτομα ή πληθυσμούς που ανήκουν στο ίδιο παθογόνο είδος, αλλά έχουν χαμηλή ή μηδαμινή μολυσματικότητα, και ανθεκτικές ποικιλίες), συμπεριλαμβάνει και αλλά μέσα όπως τα εκχυλίσματα από οργανικά υλικά (composts), ηλιοαπολύμανση. Μια τεχνική καταπολέμηση, ειδικά των παθογόνων του εδάφους είναι η πολυσιζητημένη ηλιοαπολύμανση. Η μελέτες δείχνουν ότι αυτή η τεχνική είναι ικανή να αποκαταστήσει τη διαταραγμένη μικροχλωρίδα από τα ισχυρά απολυμαντικά και να βελτιώσει την υφή και τη γονιμότητα των εδαφών, που ευνοεί την ανάπτυξη της φυτομάζα και της σαπροφυτικής ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας του εδάφους. Η βιολογική καταπολέμηση των εντόμων εδάφους γίνεται με θέρμανση του εδάφους στους 50°C για 10 min ή στους 40°C για 3 ώρες, για καταστροφή των προνυμφών των Elateridae. Επίσης μπορεί να εφαρμοστεί ηλιοαπολύμανση, με κάλυψη του εδάφους το καλοκαίρι με πλαστικό πάχους 0,05mm για 4-10 εβδομάδες (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992).

### 2.1.1. 1. Βιολογική καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών και των εχθρών των με παρασιτικούς μικροοργανισμούς (στελέχη βακτηρίων, μυκήτων, και ιών), και έντομα

Παρασιτισμός είναι «μερική ή ολική θρεπτική αξία ενός οργανισμού ή ιού από τους ιστούς ενός άλλου ζωντανού οργανισμού». Τα ωφέλιμα παράσιτα έχουν ως ξενιστές τους συγκεκριμένα ή και διάφορα φυτοπαράσιτα, ζουν και τρέφονται είτε προσκολλημένα επάνω σε άλλο οργανισμό-ξενιστή (εκτοπαράσιτο), τον οποίο απομυζούν εισάγοντας, για το σκοπό τούτο, ειδικά όργανά τους (π.χ. στοματικά μόρια κ.α), είτε μένουν ολόκληρα μέσα στο σώμα ή στο ιστό του ξενιστή (ενδοπαράσιτα).

#### Παράσιτα μυκήτων

▪ Μύκητες. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και ορισμένα είδη (Moniliales) και ως καθαρά ανταγωνιστικοί οργανισμοί (που συνδυάζουν συχνά και αντιβιοτική δράση). Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι παίζουν έναν εξίσου ή και περισσότερο σοβαρό ρόλο, ως παράσιτα πολλών παθογόνων μυκήτων. Ως παραδείγματα αναφέρονται το είδος *Trichoderma viride* (που είναι και σαπροφυτικό παράσιτο ορισμένων καλλιεργούμενων φυτών, ιδίως βολβωδών) γνωστό επίσης και ως παράσιτο άλλων μυκήτων (*Rhizoctonia*, *Armilaia*). Από τα είδη των μυκήτων της *Moniales* ορισμένα είδη είναι γνωστά ως παράσιτα μόνο μυκήτων, όπως είδη του γένους *Tuberculina*, παράσιτα σπορίων (ιδίως αικιδιοσπορίων) μυκήτων σκωριάσεων, π.χ. το *T.persiciana* *Gymnosporangium sabinae*, ωμένα άτομα του μύκητα *Sclerotium*



*cepivorum* τα οποία έχουν υποστεί μύωση της ταχύτητας αύξησης, της ανταγωνιστικότητας και της παθογένειας.

▪ Ότι υπάρχει δυνατότητα να προσβληθούν οι μύκητες από τους ιούς έγινε γνωστό το 1962. Η ανακάλυψη προσβολής ενός καλλιεργούμενου μανιταριού έγινε αφορμή για την έναρξη των ερευνών και στα χρόνια που έχουν μεσολαβήσει από τότε έχουν ανακαλυφθεί ιοί που παρασιτούν στους Φυκομύκητες, Ασκομύκητες, Βασιδιομύκητες. Η προσπάθειες για την βιολογική καταπολέμησης με την χρήση των ιών περισσότερο αφορούν τα είδη του γένους *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizoctonia* και *Endothia parasitica* που προκαλεί έλκος της καστανιάς. Έλκη των κορμών μολιάζονται με μολυσμένη καλλιέργεια, μολυσμένο και παθογόνο στέλεχος αναστομούνται και η μετάδοση των σωματιδίων μειώνει την παθογόνο δύναμη. Η ασθένεια ελέγχεται αποτελεσματικά με την μέθοδο αυτή στην Γαλλία, Ιταλία, Η.Π.Α. Ως τόσο σπάνια και με πολύ δυσκολία μπορεί να γίνει μόλυνση του μύκητα με καθαρό παρασκεύασμα του ιού. Έχει αποδεχθεί επίσης ότι οι ιοί που προσβάλουν τα φυτά μειώνουν την ένταση των συμπτωμάτων της μετέπειτα προσβολής από μύκητα (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992).

▪ Έντομα. Ορισμένα κολλέμβολα, που ζουν στο έδαφος και τρέφονται από υφές μυκήτων π.χ. *Rhizoctonia solani*. Προνύμφες διπτέρων (π.χ. Fulgoridae) τρέφονται από σπόρια μυκήτων όπως ανθράκων, σκωριάσεων, περνονοσπόρων.

▪ Νηματώδεις. Ο *Aphelenchus avenae* ως βιολογική καταπολέμηση μυκήτων, όπως τα παθογόνα είδη *Botrytis cinerea* κ.α

▪ Πρωτόζωα. Είδη του γένους Colpoda κ.α μπορούν να σταματήσουν την ανάπτυξη του *Verticillium dahliae* στο εργαστήριο αλλά και στο χωράφι, μπορούν να σταματήσουν τη δραστηριότητα αυτού του μύκητα και την εκδήλωση ανδρομύκωσης (Σκοντριδάκη, 1987).

## Παράσιτα βακτηρίων

Από αυτά ξεχωρίζουν δύο κατηγορίες παρασίτων βακτηρίων : βακτήρια και βακτηριοφάγοι ιοί.

### α. Βακτήρια.

Εκείνο το είδος που έχει περισσότερο από κάθε άλλο μελετηθεί από την άποψη αυτή, είναι το είδος *Bdellovibrio bacteriovorus* (*Pseudomonas-Spizillaceae*), που έχει αποδειχτεί ως ένα ισχυρότατο και πολύτιμο ενδοπαρασίτιο, με έντονη πρωτεολυτική δράση στο εσωτερικό βακτηρίων φυτοπαθογόνων ή σαπροφυτικών από τα γένη *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia* (όλα αρνητικά κατά Gram) κ.α.. Είναι προικισμένο με εκλεκτικότητα, τόσο ως προς τους ξενιστές και ως προς τα φυτικά κύτταρα και τα άλλα μη ευαίσθητα βακτήρια, τα οποία αφήνει άθικτα. Μερικά από τα πιο γνωστά φυτοπαθογόνα βακτήρια, που περιλαμβάνονται στο φάσμα δράσης του βακτηρίου είναι:

- Τα είδη *Pseudomonas lachrymans*, *P. tabaci*, *P. tomato* (από ένα κλώνο του παρασίτου) και άλλα βακτήρια του γένους *Pseudomonas* (από άλλους κλώνους).
- Τα είδη *Xanthomonas campestris*, *X. phaseoli*, *X. pelargoni* κ.α (από τον ίδιο κλώνο).
- Τα *P. solanacearum* και *P. caryophyll* (από άλλο κλώνο).
- Τα *Erwinia amylovora* και *Erwinia (Pectobacterium) carotovora*. Μικρή δόση αυτού του βακτηρίου είναι αρκετή να «διαλύσει» ένα συμπυκνωμένο βακτηριακό αιώρημα. Έτσι έχει τη δυνατότητα παρασκευής βακτηριοκτόνων σκευασμάτων, κατάλληλων για απολύμανση πόσιμων νερών, νερών υπονόμων και γεωργική χρήση.

Βακτηριοφάγοι ιοί ή φάγοι (bacteriophage ή phages). Τα περισσότερα από τα φυτοπαθογόνα βακτήρια έχουν και κάποιους αντίστοιχους φάγους. Αναφέρονται μερικά από αυτά τα βακτήρια : *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora*, *E. amylovora*, *Pseudomonas phaseolicola*, *P. syringae* κ.τ.λ.

Η επιβίωση ο πολλαπλασιασμός και η μολυσματικότητα των ιών εξαρτάται από την παρουσία βακτηρίων-ξενιστών σε βάρος των οποίων (και μόνο) αναπτύσσονται (αφού δεν διαθέτουν δικό τους μεταβολικό σύστημα) και κατά δεύτερο λόγο, από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Έτσι, ενώ δεν υπάρχει αμφιβολία ότι υπό κανονικές συνθήκες οι

βακτηριοφάγοι παίζουν ένα σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της βιολογικής ισορροπίας και στον περιορισμό επέκτασης βακτηριακών επιδημιών, η χρήση τους ως μέσων βιολογικής καταπολέμησης αντιμετωπίζει, σοβαρές δυσκολίες που θα πρέπει να ξεπεραστούν όπως : - Η ανάγκη διείσδυσης των μορίων του φάγου σε όλα τα κύτταρα του ευαίσθητου (ξενιστή) βακτηρίου. Κάτι που, συνήθως, είναι απραγματοποίητο, όταν τα βακτήρια βρίσκονται κιάλας μέσα στο δικό τους ξενιστή, σε μορφή πυκνών μαζών, που πολλές φορές είναι σκεπασμένες από προστατευτικές ουσίες (βλέννες κ.α.). Η εμφάνιση ανθεκτικών φυσιολογικών μορφών του ίδιου βακτηρίου. Η ανάγκη τα βακτηριακά κύτταρα ξενιστές του φάγου, να διατηρούν τον έντονο μεταβολισμό τους, παράγοντα απαραίτητα για τον πολλαπλασιασμό και του ιού-φάγου(ΜΠΟΥΡΜΠΟ-ΣΚΟΝΤΡΙΔΑΚΗ, 1987).

### **Εντομοφάγοι - Παράσιτα εντόμων**

Αξιόλογα αποτελέσματα στον τομέα της βιολογικής καταπολέμησης είναι αυτά που σχετίζονται με την αντιμετώπιση ζωικών φυτοπαράσιτων (εντόμων). Η δράση περιορίζεται στο κυνήγι αυτών των βλαβερών αρθροπόδων. Στην κατηγορία των αρπακτικών περιλαμβάνονται τα ωφέλιμα εντομοφάγα.

#### **a. Έντομα**

Τέτοια είναι πολλά είδη ωφέλιμων εντόμων, που ανήκουν στις εξής κατηγορίες και οικογένειες :

- Υμενόπτερα. Είναι τα πιο γνωστά και ίσως τα πιο αξιόλογα παράσιτα πολλών από τα πιο σημαντικά βλαβερά έντομα : λεπιδοπτερα, κοκκοειδή, αφίδες, αλευρώδεις.
- Ξεχωρίζουν τα είδη των οικογενειών : -Ichneumonidae. Παράσιτα πολλών από τις βλαβερές κάμπιες, κυρίως λεπιδοπτέρων.
- Chalcididae και Aphelinidae. Περιλαμβάνουν σπουδαία παράσιτα πολλών βλαβερών ομοπτέρων, όπως τα είδη του γένους *Aphelinus* (παράσιτα αφίδων) *Prospaltella* και *Aphytis* (κοκκοειδών) *Encarsia* (*E.formosa* του αλευρώδη των θερμοκηπίων). Άλλα είδη τους (*Pteromalus*, *Chalcis*) είναι παράσιτα χρυσαλίδων πολλών λεπιδοπτέρων.
- Eulophidae : Τα είδη *Diglyphus isaea*, *Chrysochari sparksi*, κ.α. χρησιμοποιούνται ως παράσιτα φυλλορρυκτικών διπτέρων του γένους *Liriomyza*.
- Tachinidae ή Larvenoridae : Είναι παράσιτα – και μάλιστα σπουδαία – προνυμφών λεπιδοπτέρων (προπάντων) αλλά και υμενόπτέρων (*Tentredinidae*), ορθοπτέρων, ημιπτέρων, ( βρωμούσες ), κολεοπτέρων.
- Ωφέλιμα αρπακτικά έντομα : *Chrysopa carnea*, σε μορφή προνύμφης μπορεί να καταβροχθίσει (με μήκος 7-8 χιλ. και χρώμα σταχτοκίτρινο) 20-500 μελίγκρες μέσα σε διάστημα 10-20 ημερών. Επίσης καταπολεμά και αλευρώδεις. Σημαντική είναι η χρήση του στο θερμοκήπιο, όπου εισάγεται με τη μορφή αυγών.
- Ωφέλιμα κολεόπτερα της οικογένειας Coccinellidae ( πασχαλίτσες ), που με τη μορφή ακμαίων ή προνυμφών τρέφονται λαίμαργα από μελίγκρες ( π.χ. *Adalia bipunctata* ).
- Cecidomyidae : Είδη του γένους *Aphidoletes* δραστικά αρπακτικά αφίδων ή και θριπών
- Ωφέλιμα αρπακτικά ακάρεα. Είδη του γένους *Phytoseiulus* : *P.persimilis* (εμπορική ονομασία π.χ. Spidex) χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια για την καταπολέμηση του κοινού τετράνυχου *T.urticae*.
- Το *Phytoseilu persimilis*, το αρπακτικό των τετράνυχων, είναι κατάλληλο για την καταπολέμηση σε πολλές καλλιέργειες θερμοκηπίων και σε χωράφια.
- Είδη του γένους *Amblyseius*, τα *A.cucumeris* χρησιμοποιούνται ως αρπακτικά θριπών π.χ. *Thrips tabaci*.

#### **b. Μύκητες :**

- Η Φυκομυκήτων Entomophthorales, παράσιτα αφίδων ή και λεπιδοπτέρων κ.α.
- Αδηλομυκήτων Moniliales. Ξεχωρίζει το είδος *B.basiana* αποτελεσματικός στο δορυφόρο της πατάτας. Ο *Cephalosporium* ή *Verticillium lcani* ενάντια στον αλευρώδη του θερμοκηπίου ή στην πράσινη μελίγκρα της πατάτας. Τα είδη *Poecilomyces* που προκαλούν

μυκητιάσεις οι οποίες εκδηλώνονται αλευρώδεις επανανθήσεις, στο σώμα των εντόμων-ξενιστών τους, ιδίως κολεοπτέρων ή λεπιδοπτέρων (κάμπιες) ή κοκκοειδών (λεκάνιο της ελιάς), αλευρωδών, θριπών, αφίδων κ.α.

c. Βακτήρια. Το είδος *Bacillus popilliae*, που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση της μυολόγχης και άλλων Scarabaeidae.

d. Ιοί. Εντομοπαθογόνοι : είναι η τεχνολογία πολλαπλασιασμού ενδοπαρασιτικών (εντομοφάγων) ιών, με θρεπτικό υπόστρωμα τα ίδια τα έντομα, εναντίον των οποίων χρησιμοποιούνται τέτοια παρασκευάσματα, ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης. Έχουν απομονωθεί τέτοιοι ιοί, παθογόνοι εντόμων, όπως η ευδεμίδα αμπελιού, η καρπόκαψα μηλοειδών, η φθοριμαία της πατάτας, κ.α. Ιοί και των δύο ομάδων (με DNA ή με RNA) βρέθηκε ότι μπορούν να προκαλέσουν πυρηνικές πολυεδρώσεις, κοκκιώσεις, κυτοπλασματικές πολυεδρώσεις και σφαιροειδώσεις, ιδίως σε κολεόπτερα, δίπτερα, υμενόπτερα, λεπιδόπτερα και ορθόπτερα. Η μόλυνση αυτών των εντόμων γίνεται με κατάποση φυτικών τροφών ψεκασμών (μολυσμένων) με σωματίδια (virions) ιών, που στην συνέχεια πολλαπλασιάζονται στο εσωτερικό των κυττάρων των ξενιστών-εντόμων.

e. Πολλά πουλιά τρέφονται κατά την περίοδο της ζωής τους με ζωικά φυτοπαράσιτα π.χ. (τα ψαρόνια το καλοκαίρι).

### 2.1.1. 2. Ανταγωνιστές για εξασφάλιση ζωτικού χώρου και τροφής

Μέσα σε ένα φυσικό οικοσύστημα μπορούν να συμβιώσουν ή απλώς να συνυπάρχουν ή και να αλληλοανταγωνίζονται, εκτός από φυτά (καλλιεργούμενα ή αυτοφυή) και άλλοι οργανισμοί ή ιόντα. Πολλοί από αυτούς είναι βλαβερά φυτοπαράσιτα, ενώ άλλοι είναι ωφέλιμοι, ζώντας εις βάρος των φυτοπαράσιτων ή βοηθώντας τα φυτά συμβιωτικά ή συνεργατικά (π.χ. αζωτοβακτήρια ή τα μεταπλαστικά - βελτιωτικά εδάφους- νιτροποιητικά βακτήρια). Οι ανταγωνιστές, ανάλογα με τη σχέση που έχουν με τον ξενιστή τους (φυτοπαράσιτο) ή με τον τρόπο δράσης τους, μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής :

#### 1. Οργανισμοί που ανήκουν σε διαφορετικό είδος από το φυτοπαράσιτο.

Είναι γνωστός ο φυτοπροστατευτικός ρόλος ορισμένων σαπροφυτικών μυκήτων εδάφους, όπως τα είδη των Δευτερομυκήτων ( τάξη Moniliales): *Trichoderma (T.viride* κ.α.), *Penicillium (P.chrysogenus* κ.α.), *Aspergillus (A.lytaceus* κ.α.), *Trichothesium (T. roseum)* (παράσιτο μυκήτων αλλά και φυτών). Αυτοί ενισχύουν την ήδη ισχυρή ανταγωνιστική ικανότητα τους με παραγωγή και αντιβιοτικών ουσιών εναντίον σπουδαίων παθογόνων μυκήτων εδάφους, όπως είναι *Rizoctonia solani*, *Sclerotinia minor*, *Sclerotium rolfsii*, *Botrytis cinerea* τα είδη του γένους *Pythum*, *Fuzarium*, και *Armillaria*, κ.λπ..

#### 2. Οργανισμοί και ιοί που ανήκουν στο ίδιο με το φυτοπαράσιτο είδος.

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται : α) μη παθογόνα στελέχη του παθογόνου είδους, φυσιολογικά ή τεχνητά. Τέτοια είναι τα μη παθογόνα (σαπροφυτικά) στελέχη του είδους *Agrobacterium radiobacter (var.radiobacter)*, που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του καρκινογόνου βακτηρίου (*Agrobacterium tumefaciens*), β) χρήση στελεχών και ιών με πολύ μειωμένη μολυσματικότητα έχει γίνει για τον ίδιο σκοπό. Στελέχη του ιού του μωσαϊκού του καπνού (TMV), χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των παθογόνων στελεχών του ίδιου ιού στην τομάτα, γ) δυνατότητες πλατιάς και ασφαλέστερης χρήσης έχει μια άλλη πρακτική όπου υπό-μολυσματικότητα των «ήπιων» στελεχών ορισμένων μυκήτων αποκτιέται τεχνητά, ύστερα από μόλυνσή τους (στο εργαστήριο) με ειδικό ιό. Τέτοιου είδους εμβολιασμοί έχουν ως αποτέλεσμα, όχι απλώς την εξουδετέρωση με ανταγωνισμό του παθογόνου στελέχους, αλλά και την κληρονομική πια ιδιότητα της ανθεκτικότητας και στα αναπαραγωγικά όργανα (παραφυάδες) των «εμβολιασμένων» φυτών.

#### 3. Είδη ή ποικιλίες αυτό-ριζών φυτών ή υποκειμένου εφοδιασμένων με ειδική αντοχή στην προσβολή του «παρασίτου».

Μεταξύ των οργανισμών, διαμέσου των οποίων πραγματοποιείται η βιολογική καταπολέμηση των φυτοπαρασίτων περιλαμβάνονται και τα φυτά-ξενιστές, τα οποία είναι εφοδιασμένα με αντοχή στην προσβολή συγκεκριμένων φυτοπαθογόνων.

Η συλλογή των ανταγωνιστικών μικροοργανισμών στηρίζει συνολικά όλα τα βιολογικά προγράμματα. Αυτοί δρουν ανταγωνιστικά ως προς την τροφή και το οξυγόνο, με υπερπαρασιτισμό ή μυκητοπαρασιτισμό του ενός μύκητα σε κάποιον άλλο και με την παραγωγή χημικών ουσιών, προϊόντα που εμποδίζουν και πιο σπάνια καταστρέφουν την ανάπτυξη του παθογόνου. Αλλά, πρέπει να αναφερθεί ότι είναι δύσκολο να εφαρμόσουμε στην πράξη αντιμετώπισης μιας ασθένειας, με ανταγωνιστές, διότι εδώ εμπλέκονται τρεις διαφορετικοί οργανισμοί: τα φυτά που φιλοξενούν παράσιτα, οι παθογόνοι οργανισμοί και ο υπερπαρασιτικός οργανισμός. Ο καθένας επηρεάζεται από το περιβάλλον, τις καλλιεργητικές τεχνικές και τα προγράμματα καταπολέμησης των ασθενειών αυτών.

Για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της χρησιμοποίησης αυτών των παραγόντων η έρευνα συγκεντρώνει το ενδιαφέρον στα εξής σημεία:

- Βελτίωση των γνώσεων όσον αφορά την οικολογία των ανταγωνιστών και παθογόνων.
- Μελέτη του τρόπου δράσης των διαφόρων ανταγωνιστών (αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους και με τα παθογόνα).
- Καλύτερη γνώση της χλωρίδας των διαφόρων ανταγωνιστών (το είδος και ο πληθυσμός των διαφόρων μικροοργανισμών στην φυλλόσφαιρα).
- Βελτίωση των ανταγωνιστών στελεχών.
- Βελτίωση της βιομηχανικής παραγωγής των ανταγωνιστών.

### **2.1.1. 3. Αμοιβαία προστασία φυτών**

Η τεχνική στηρίζεται στο φαινόμενο κατά το οποίο όταν ένα φυτό έχει προσβληθεί από μια ήπια φυλή ενός ιού, τότε προστατεύεται από μολύνσεις από πιο μολυσματική φυλή του ίδιου ιού. Στην τομάτα η εφαρμογή της αμοιβαίας προστασίας των φυτών έγινε δυνατή μετά τη δημιουργία μιας ήπιας φυλής του ιού ToMV, της φυλής MII-16. Η φυλή αυτή δεν προκαλεί συμπτώματα μωσαϊκού αλλά προσωρινό σταμάτημα της ανάπτυξης του ιού, με συνέπεια την καθυστέρηση της ανθοφορίας και καρποφορίας. Αντίθετα δεν επηρεάζεται καθόλου η ποσότητα και η ποιότητα της παραγωγής. Η εφαρμογή αυτής της τεχνικής πρέπει να γίνεται με προσοχή γιατί στηρίζεται στη διάδοση ενός παθογόνου ιού, που αφενός μπορεί να προσβάλει και άλλα κηπευτικά, αφετέρου υπάρχει κίνδυνος μεταλλαγών του. Τα καλύτερα αποτελέσματα για την προστασία τις ιώσεις παίρνουμε την εφαρμογή προληπτικών μέτρων, ακόμη και αν πολλά είναι δύσκολο να εφαρμοστούν ή για την τήρησή τους απαιτείται μεγάλη σχολαστικότητα(Κυριακόπουλος,1995).

### **2. 1. 2. Καλλιεργητικά μέτρα και μέσα**

Από τα μέτρα αυτά και όσα σχετικά ακολουθούν μέχρι το τέλος της καλλιεργητής περιόδου, ξεχωρίζουμε εκείνα που παίζουν κάποιο σημαντικό ρόλο στην πρόληψη ή και στην άμεση αντιμετώπιση των φυτοπαρασίτων.

**1. Αμειψισπορά** Μερικοί λόγοι που συνηγορούν στην αναγκαιότητα της αμειψισποράς είναι: α) ο περιορισμός της υπερβολικής ανάπτυξης μιας κατηγορίας ζιζανίων β) η δυνατότητα ελέγχου των ζιζανίων που έχουν πρόκυψη από την ανάπτυξη ανθεκτικότητά του σε ζιζανιοκτόνα δικαιολογούν περισσότερο την ανάγκη για αμειψισπορά γ) η διαφορά απαιτήσεων των διαφόρων ειδών φυτών, σε ποσότητες και αναλογία θρεπτικών στοιχείων δ) μερικά είδη στην τάξη των ψυχανθών έχουν την ικανότητα να αυτοπρομηθεύονται το αναγκαίο άζωτο από τον ατμοσφαιρικό αέρα ε) με την κατάλληλη αλλαγή της καλλιέργειας επιδιώκεται επιτυχώς η μείωση του αρχικού ποσού της ασθένειας

## **2. Εφαρμογή κατάλληλου εμβολιασμού πάνω σε ανθεκτικά υποκείμενα**

Σήμερα, η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται και σε περιπτώσεις λαχανικών, για την αντιμετώπιση πολύ σοβαρών ασθενειών, με τη χρήση, ως υποκειμένων, ανθεκτικών ειδών των ίδιων οικογενειών, όπως το *Solanum torvum* ή τα υβρίδια π.χ. τομάτας με το *Lycopersicon hirsutum*, ανθεκτικά, αντίστοιχα, στα παθογόνα *Pseudomonas solanacearum*, *Verticillium spp.* *Pyrenochaeta lycopersici*.

## **3. Εκλογή του κατάλληλου φυτευτικού υλικού**

Το υλικό αυτό (σπόροι, μοσχεύματα, εμβόλια κ.τ.λ.) πρέπει να είναι εγγυημένα, όχι μόνο ως προς τη γενετική καθαρότητα της ποικιλίας που επιλέχτηκε για τις επιθυμητές παραγωγικές και εμπορικές δυνατότητές της, αλλά και για : α) την καθαρότητα από κάθε λογής «παράσιτα» (νηματώδεις, ιούς, μύκητες, βακτήρια κ.τ.λ.) β) την ανθεκτικότητα σε τοπικές αντίξοες συνθήκες και κλιματικές ακρότητες (παγετός, ξηρασία κ.τ.λ.) γ) την καλή, από κάθε άποψη υγιεινή κατάσταση, την επιθυμητή βλαστική ικανότητα, ακεραιότητα (χωρίς πηλές, σπασίματα κ.α.)

## **4. Εκλογή του κατάλληλου χρόνου και τρόπου σποράς ή φύτευσης**

Με εγκατάσταση των φυτών σε μια περίοδο και με εδαφικούς όρους, που εξασφαλίζουν ένα γρήγορο και ανεμπόδιστο φύτρωμα, αποτρέπονται, σε μεγάλο βαθμό, ζημιές από μύκητες ή έντομα εδάφους και άλλα παράσιτα, αίτια αποτυχιών ή απωλειών από την αρχή της εγκατάστασης μιας φυτείας.

α) Η σωστή ποσότητα σπόρου, η πυκνότητα του φυτευόμενου πολλαπλασιαστικού υλικού, η απόσταση των γραμμών σποράς/φύτευσης κ.α παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποτροπή ζημιών.

β) Πρώιμη σπορά μπορεί να αποτρέψει μια προσβολή π.χ. (Φεβρουάριο) η καλλιέργεια μπορεί να αποφύγει την προσβολή από βρούχο, ενώ το (Μάρτιο – Απρίλιο) είναι πιο ευπαθής.

## **5. Διατήρηση των ευνοϊκών για την πιο πέρα ζωή των φυτών**

Σημαντικό ρόλο παίζει η κάθε εργασία, που αποσκοπεί στην εξασφάλιση καλύτερου αερισμού των φυτών (κλάδεμα, ζιζανιοκτονία, κλιματισμός στα θερμοκήπια κ.α.). Στη διατήρηση των φυτών στεγνών συμβάλει πολύ και κάθε μέτρο το οποίο αποσκοπεί στη γρήγορη απομάκρυνση των επιφανειακών νερών και στη συντήρηση όσο το δυνατόν πιο στεγνής της εδαφικής επιφάνειας.

## **6. Εφαρμογή έγκαιρης και ισορροπημένης λίπανσης**

Η σωστή λίπανση δεν συμβάλλει μόνο στην ενίσχυση των φυτών για την αντιμετώπιση «παρασίτων αδυναμίας» (π.χ. αλτερναρίωση της τομάτας ) όπου μπορεί να αντιμετωπιστεί με καλλιεργητικά μέσα, αλλά επηρεάζει (θετικά, συνήθως για τα φυτά ) την ανάπτυξη και τη δράση άλλων πιο ισχυρών φυτοπαρασίτων. Το ίδιο αναγκαία για τη λίπανση είναι η βαθμιαία διόρθωση της οξύτητας ή της αλκαλικότητας (του pH, δηλαδή) ορισμένων εδαφών.

## **7. Ειδικές καλλιεργητικές εργασίες για περιορισμό της μόλυνσης**

α) Καταστροφή άρρωστων ή ύποπτων φυτών ή οργάνων, στη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Αναγκαία είναι και η καταστροφή ζιζανίων, που είναι επίσης ξενιστές φυτοπαρασίτων μέσα ή γύρω από τη φυτεία.

β) καταστροφή όλων των υπολειμμάτων (φύλλων, στελεχών, κλαδιών, καρπών) μετά το τέλος της συγκομιδής. Είναι μια ανεκτίμητη πρακτική γιατί έτσι αντιμετωπίζονται : - μύκητες (ανθρακνώσεις, περονόσποροι, σепτορειώσεις, κ.α.) των οποίων τα μολύσματα διαχειμάζουν ή επιβιώνουν γενικά πάνω στα φυτικά όργανα, τα έντομα (κάμπιες ή αλευρώδεις του θερμοκηπίου ) στελεχορυκτικά λεπιδόπτερα όπου φιλοξενούνται από τα ίδια όργανα. ( Παρασκευόπουλος 2007).

### 2. 1. 3. Χημική καταπολέμηση

Σύμφωνα με τις διάφορες πηγές η χρήση των χημικών ενώσεων στην φυτοπροστασία ξεκίνησε από πολύ παλιά και όπως φαίνεται θα εξακολουθεί να είναι απαραίτητη. Στις περιοχές με αναπτυγμένη γεωργία η χρήση χημικών ενώσεων για την εξόντωση του παθογόνου και εχθρών ή την παρεμπόδιση της ανάπτυξής τους, έγινε ο συνηθέστερος τρόπος στην καταπολέμηση. Η χημική καταπολέμηση αποκτά ιδιαίτερη σημασία στην περίπτωση των ασθενειών, όπως περονόσπορος, ωίδιο, φαιά σήψη, που είναι αδύνατων να καταπολεμηθούν με άλλα φυτοπροστατευτικά μέτρα. Πάντως η σημασία των διάφορων κατηγοριών φαρμάκων διαφέρει από περιοχή σε περιοχή (Γεωργόπουλος, Ζιωγας, 1992). Η χρήση χημικών μέσων για την καταπολέμηση παθογόνων μυκήτων ή βακτηρίων απαιτεί διεθνώς μικρότερη δαπάνη από ότι για την καταπολέμηση εντόμων ή ζιζανίων και αυτό οφείλεται στην επιτυχία χρησιμοποίησης ανθεκτικών στις ασθένειες ποικυλίων. (Γεωργόπουλος, Ζιωγας, 1992).

Η προσθήκη στο περιβάλλον μεγάλων ποσοτήτων χημικών ουσιών, ξένων προς το οικοσύστημα συνεπάγεται ορισμένους κινδύνους. Φυσικά συχνά πρόκειται για ενώσεις με μεγάλη υπολειμματική δράση, για την αύξηση της συγκέντρωσης (Γεωργόπουλος, Ζιωγας, 1992, Λεντζα – Ρίζου, 1994).

Στο πίνακα 2.1. και 2.2. αναφέρονται μερικά σκευάσματα και η δραστικές ουσίες ενάντια εντόμων και συνιστώμενα ακαρεοκτόνα (συγκεκριμένα σκευάσματα και η δραστική ουσία ενάντια στον τετράνυχο), που προσβάλλουν τη ντομάτα. Στο πίνακα 2.3. γίνεται μια αναφορά στα σκευάσματα και της δραστικής ουσίας που χρησιμοποιούνται στη συμβατική καλλιέργεια ντομάτας στο θερμοκήπιο για την αντιμετώπιση ασθενειών.

Για το πράσινο σκουλήκι χρησιμοποιούνται διάφορα εντομοκτόνα όπως methomyl, chloropyrifos-methyl, diazinon κ.α. ( Παρασκευόπουλος, 1995 ).

**Πίνακας 2.2. Χρήση εντομοκτόνων εναντίον εχθρών τομάτας**

Σκευάσμα α	Δραστικ ή ουσία	Σιδε ρο- σκού ληκα	Αργό τηδε ς	Θρίπ ες	Άλευ - ρώδε ις	Αφίδ ες	Λιρι ό μυζα	Βρω μούσ ες	Τελευτα ία επέμβασ η πριν τη συγκομι δή
Προντάν	Sodium fluorosilica te	*							
Ταμαρόν	methamid ophos		*	*		*			21 ημέρες
Βαϊντέϊτ	Oxamyl				*				21 ημέρες
Αγκριμέκ	abamectin						*		7 ημέρες
Ντιπτερέξ	trichlorfo n							*	7 ημέρες

**Πίνακας 2.3. Συνιστώμενα ακαρεοκτόνα για τη τομάτα**

Σκευάσματα	Δραστική ουσία	Τετράνυχος
Μιτάκ	Amitraz	*
Περοπάλ	Azocyclotin	*
Σιτραζόν κ.λ.π.	Benzoximate	*

(Παρασκευόπουλος, 1995).

**Πίνακας 2.4. Συνιστώμενα μυκητοκτόνα για τη καταπολέμηση των ασθενειών της τομάτας**

Σκευάσματα Δραστική ουσία	Ριζοκτόνια	Σκληρωτινίαση	Αδρ ο-μυκώσεις	Πεονόσπορος	Κλαδοσπορίαση	Ωίδιο	Σεπτορίωση	Τελευταία επέμβαση πριν τη συγκομιδή
Νομπάκ	*			*				7ημέρες
Ροβράλ		*						7ημέρες
Μπενλέϊτ			*					14ημέρες
Καζουμίν					*			15ημέρες
Αντρακόλ Κόμπι						*		3ημέρες
Πολυράμ Κόμπι							*	7ημέρες

(Παρασκευόπουλος, 1995 ).

## 2. 2. Καταπολέμηση ασθενειών και εχθρών της τομάτας στο θερμοκήπιο

Η τομάτα είναι ένα φυτό το οποίο μπορεί να προσβληθεί από πολλούς εχθρούς και ασθένειες. Στο πίνακα 2.5. παρουσιάζονται με συνοπτική διαδικασία οι ασθένειες και εχθροί της τομάτας στο θερμοκήπιο και οι τρόποι με τους οποίους επιδιώκεται η καταπολέμηση των ασθενειών και εχθρών της τομάτας ή η μείωση των ζημιών.

## Πίνακας 2. 5. Καταπολέμηση ασθενειών και εχθρών της τομάτας στο θερμοκήπιο

### 2.5.1. Αναφορά των βακτηριολογικών ασθενειών και τα μέτρα αντιμετώπισης

Ασθένεια	Καταπολέμηση
Κορινοβακτηρίωση <i>Cryneboceria michiganense</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. χρησιμοποιούνται με επιτυχία βακτηριοσύνες και ειδικοί φάγοι</li> <li>2. φυτικά εκχυλίσματα από <i>Ligustrum vulgare</i> και <i>Scrofularia nodosa</i>, περιορίζουν τελείως την ανάπτυξη του βακτηρίου</li> <li>3. ζύμωση του σπόρου σε χυμό από στύψιμο τομάτας για 72-96 ώρες και σε θερμοκρασία 20°C</li> <li>4. εμφύσηση του σπόρου σε θερμό νερό (50-55°C) για 20-25min</li> <li>5. χρησιμοποιούνται ειδικοί βακτηριοφάγοι ιοί για τον έλεγχο της ασθένειας</li> <li>6. έκθεση του σπόρου σε ξηρή θερμοκρασία 61°C για 24 ώρες</li> </ol>
Βακτηριακή στιγμάτωση της τομάτας <i>Pseudomonas syringae</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. καταστροφή των προσβλημένων φύλλων</li> <li>2. μείωση της υγρασίας</li> <li>3. χρήση ανθεκτικών ποικιλιών</li> <li>4. απολυμασμένος σπόρος</li> </ol> <p>φυτικά εκχυλίσματα από <i>Specularia speculum</i>, <i>Isatis tinctoria</i>, <i>Lythrum salicaria</i> και <i>Ligustrum vulgare</i> περιορίζουν την ανάπτυξη του βακτηρίου</p>
Βακτηριακή κηλιδωση της τομάτας <i>Xanthomonas campestris pv. Vasicatoria</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. καλό αερισμό του θερμοκηπίου αποφυγή της χρήσης υδρονέφωσης μόλις διαπιστωθούν συμπτώματα</li> <li>2. να κόβονται τα φύλλα που έχουν προσβληθεί και να καίγονται (ψεκασμοί με καλιούχα)</li> </ol>
Βακτηριακή νέκρωση της εντεριώνης <i>Pseudomonas corruga</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. μείωση της σχετικής υγρασίας και αύξηση της θερμοκρασίας</li> <li>2. σε έντονη προσβολή με φορμόλη</li> <li>3. απολύμανση των εργαλείων</li> <li>4. ισορροπημένη λίπανση και αποφυγή αζωτούχων λιπασμάτων</li> <li>5. εκρίζωση και κάψιμο των άρρωστων φυτών</li> <li>6. να επαλείφονται οι πληγές με χαλκούχα σκευάσματα</li> <li>7. απολύμανση του μαχαριού κλαδέματος με φορμόλη.</li> </ol>
Βακτηριακή σήψη του στελέχους και της εντεριώνης <i>Erwina carotovora var. atroseptica</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. καλό αερισμό του θερμοκηπίου</li> <li>2. μείωση της υγρασίας</li> <li>3. ξερίζωμα και κάψιμο των άρρωστων φυτών και των υπολειμμάτων της καλλιέργειας</li> <li>4. απολύμανση των εργαλείων με διάλυμα φορμόλης ή χλωρίνης ή βύθισμα τους σε καθαρό οινόπνευμα. Μετά από κάθε κλάδεμα συνιστάται ψεκασμός με χαλκούχα σε μικρές δόσεις ή κάλυψη των τομών με χαλκούχα σε μορφή πάστας.</li> </ol>
Βακτηριακή μάρανση της τομάτας <i>Pseudomonas solanaceum</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. χρησιμοποίηση υπομολυσματικών στελεχών του βακτηρίου</li> <li>2. τα φυτικά εκχυλίσματα από <i>Evonymus japonicus</i>, <i>Isatis tinctoria</i> κ.τ.λ. περιορίζουν σημαντικά την ανάπτυξη του βακτηρίου</li> <li>3. ψεκασμό με χαλκούχα</li> <li>4. προληπτικά αλλά είναι σημαντικό να αποφεύγονται οι πληγές</li> </ol> <p>εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα (<i>Solanum torvum</i> και <i>Lycopersicon pimpinellifolium</i>).</p>

(Σκοντριδάκη, 1987).



## 2.5. 2.A. Αναφορά των μυκητολογικών ασθενειών και τα μέτρα αντιμετώπισης

Ασθένεια	Καταπολέμηση
Περονόσπορος <i>Phytophthora infestans</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα</li> <li>2. γενικές καλλιεργητικές φροντίδες: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ καταστροφή των φυτικών υπολειμμάτων</li> <li>➤ καλός αερισμός του θερμοκηπίου</li> <li>➤ αποφυγή αρδεύσεων όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές</li> <li>➤ μη καλλιέργεια πατάτας κοντά στο θερμοκήπιο</li> <li>➤ μείωση της σχετικής υγρασίας</li> <li>➤ γρήγορο στέγνωμα των φυτών</li> </ul> </li> <li>3. Η καταπολέμηση γίνεται: Captan, chlorothalonil, cymoxanil + Bordeaux mixture + maned.</li> </ol>
Ωίδιο <i>Oidiopsis taurica</i>	<p>επεμβάσεις με σκευάσματα που περιέχουν θείο και με μυκητοκτόνα όπως :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Πιριμιδικά ( fanarimol ) και τριαζολικά ( triadimenol ) σε θερμοκρασία πάνω από 28°C χρησιμοποιείτε θειάφι ( 13° Π. Φ. Συνέδριο )</li> </ol>
Αλτερναρίωση <i>Alternaria solani</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. χρήση απολυμασμένου υποστρώματος</li> <li>2. υγιές σπόρος</li> <li>3. υπάρχουν ποικιλίες λίγο ευαίσθητες (αγγλικές) ή ανθεκτικές (αμερικάνικες). Αντιμετώπιση του <i>Alternaria sp.</i> με διάφορους ανταγωνιστές μύκητες των γενών <i>Acremonium sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i> και <i>Penicillium sp.</i>.</li> <li>4. με μυκητοκτόνα όπως : <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Το dichlofluanid, chlorothal, procymidone και iprodione</li> <li>b. Captan, chlorothalonil</li> <li>c. Διθειοκαρβαμικά folpet</li> <li>d. Απολύμανση σπόρου captan, iprodione, maned + zined, thiran</li> </ol> </li> </ol>
Κλαδοσπορίαση <i>Fulvia fulva</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. καλό αερισμό του θερμοκηπίου</li> <li>2. αποφύλλωση της βάσης του στελέχους</li> <li>3. χρήση ανθεκτικών ποικιλιών</li> <li>4. υπερπαρασίτα <i>Hansfordia pulvinata</i> (Berk&amp;Curt) Hughes και <i>Acremonium sclerotigenum</i> (F. Kai R. Moreau ex Valenta) W. Gams comb. Nov., διεργετικές ουσίες του προστατευτικού συστήματος του φυτού με βάση της φαινόλες.</li> </ol>
Σκληρωτινίαση <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. έγκαιρη καταστροφή των πρώτων προσβλημένων φυτών</li> <li>2. απομάκρυνση και καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας</li> <li>3. μείωση της εδαφικής και ατμοσφαιρικής υγρασίας</li> <li>4. τοποθέτηση κοπριάς στην επιφάνεια του εδάφους γιατί εκλύει CO<sub>2</sub> όπου ο μύκητας είναι ευαίσθητος</li> <li>5. ηλιοθέρμανση (ηλιοαπολύμανση) του εδάφους</li> <li>6. ανταγωνιστές στο έδαφος: <i>Coniothyrium minitans</i>, <i>Trichoderma viride</i>, <i>Bacillus subtilis</i> κ.τ.λ..</li> <li>7. Μυκητοκτόνα benomyl, procymidone, iprodione, μόνο στο θερμοκήπιο</li> </ol>
Ριζοκτόνια <i>Rizoctonia solani</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. απομάκρυνση και καταστροφή των προσβλημένων φυτών</li> <li>2. αποφυγή της υπερβολικής άρδευσης ιδιαίτερα στα βαριά εδάφη</li> <li>3. ισορροπημένη λίπανση</li> <li>4. αποφυγή καλλιέργειας τομάτας με μελιτζάνα</li> <li>5. η ηλιοθέρμανση του εδάφους ελέγχει ικανοποιητικά το μύκητα.</li> <li>6. ανταγωνιστές στην in vitro για την αντιμετώπιση του μύκητα είναι: <i>Acremonium cerealis</i>, <i>A.furcatum</i>, <i>Chaetomium fineti</i>, <i>Penicillium expansum</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> κ.τ.λ.</li> <li>7. καταπολέμηση γίνεται : <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Βενζιμιδαζολικά, 8-hydroxyquinoline sulphate, tiophanate methyl + thiram, thiram + carbendazim</li> <li>b. Απολύμανση σπόρου 8-hydroxyquinoline sulfate, thiram, thiram + carbendazim (Ponti and Laffi, 1999).</li> </ol> </li> </ol>

### 2.5.2.B. Αναφορά των μυκητολογικών ασθενειών και μέτρα αντιμετώπισης

Ανδρομυκώσεις	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. στο θερμοκήπιο ανθεκτικά εδάφη στις ανδρομυκώσεις</li> <li>2. η ηλιοθέρμανση</li> <li>3. η δημιουργία τεχνητών ανθεκτικών εδαφών</li> <li>4. απομάκρυνση και καταστροφή των υπολειμμάτων</li> <li>5. χρήση υγιούς σπόρου αποφυγή άρδευσης με αλατούχα νερά</li> <li>6. ισορροπημένη λίπανση</li> <li>7. η χρησιμοποίηση ειδικών ανταγωνιστών μυκήτων (<i>Trichoderma sp.</i>, <i>Fusarium oxysporum</i> σαπρόφυτα στελέχη, <i>Fusarium oxysporum f. sp. dianiithi</i>, και ειδικών βιορρυθμιστών (Biotron plus).</li> </ol>
Φουζαρίωση	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Απολύμανση του εδάφους με θερμό ατμό. Απολύμανση του σπόρου με βενζιδαζομικά σκευάσματα (Τυροβόλα, 1991)</li> </ol>
Βερπιτσιλίωση	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Απολύμανση του εδάφους με βρωμιούχο μεθόλιο ( έχει απαγορευθεί ), dazomet 50-80 g/m<sup>2</sup>.</li> </ol> <p>στη Φουζαρίωση και στη Βερπιτσιλίωση γίνεται επέμβαση με : captan, 8-hydroxyquinoline, sulfa, thiram, benomyl(Χρυσάγη και Τοκουζμπαλίδη, 1990).</p>

### 2.5.3. Αναφορά των ιολογικών ασθενειών και τα μέτρα αντιμετώπισης

Για την καταπολέμηση των ιώσεων της τομάτας δεν υπάρχουν θεραπευτικά μέσα. Τα συνιστώμενα μέτρα είναι προληπτικά και αφορούν στην αποφυγή των μολύνσεων και στην μείωση της έντασης των συμπτωμάτων.

Ασθένεια	Καταπολέμηση
Δρεπανοειδής φύλλο της τομάτας (CMV)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αποφυγή καλλιέργειας της τομάτας πλησίον μολυσμένων καλλιεργειών (κολοκυνθοειδών, τομάτας κ.λπ.)</li> <li>2. Χρησιμοποίηση υγιών φυταρίων για μεταφύτευση. Εγκατάσταση των σπορίων υπό συνθήκες απόλυτα προστατευμένες από αφίδες, στα θερμοκήπια κάλυψη με λεπτό δίκτυ στα ανοίγματα τους. Ο χειρισμός των υγιών φυτών του σπορείου να γίνεται με φρεσκοπλυμένα χέρια, ιδιαίτερα αν έχει προηγηθεί επαφή με ασθενή φυτά. Συστηματική καταστροφή των ζιζανίων. Επίσης, εκρίζωση και απομάκρυνση των ασθενών φυτών της καλλιέργειας, αμέσως μετά την εκδήλωση των συμπτωμάτων.</li> <li>3. Αποφυγή επαφής υγιών φυτών με ασθενή και κυρίως με τα χέρια του καλλιεργητή τα οποία φέρουν μόλυσμα. Τα μολυσμένα χέρια πρέπει να πλένονται με σαπούνι και νερό ή εντός λουτρού γάλακτος προ του χειρισμού των υγιών φυτών.</li> <li>4. Εφαρμογή εντομοστεγών δικτύων για την κάλυψη των φυτών των υπαίθριων καλλιεργειών από τη στιγμή της μεταφύτευσης στον αγρό.</li> </ol>

(Κυριακόπουλος, 1995).

#### 2.5.4. Αναφορά των εντομολογικών προσβολών της ντομάτας και η αντιμετώπισή τους

Όνομασία Εντόμου	Καταπολέμηση
Θρίπες	Στα θερμοκήπια:1. μαζική παγίδευση. Χρησιμοποιούνται μπλε παγίδες 15m <sup>2</sup> /στρ ή διπλής όψεως 7,5m <sup>2</sup> /στρ.2. εδαφοκάλυψη με πλαστικό 3. τήρηση κανόνων καθαριότητας 4.καταστροφή των ζιζανίων στον περιβάλλοντα χώρο και μέσα στην καλλιέργεια 5.απομάκρυνση της προηγούμενης φυτείας 6.Ψεκασμός των κατασκευών στα θερμοκήπια με διάλυμα φορμόλης 2% 6.Προστασία ωφέλιμων
Σιδηροσκώληκες	
Αφίδες	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ καθαρά φυτάρια για τη φύτευση.</li> <li>➤ Τοποθέτηση εντομολογικού δικτύου στα σπορεία στα θερμοκήπια.</li> <li>➤ Κλάδεμα φυτών.</li> <li>➤ Αφαίρεση προσβεβλημένων βλαστών στην αρχή όταν η προσβολή είναι μικρή.</li> </ul> <p>Χρησιμοποίηση κίτρινων παγίδων για έγκαιρο εντοπισμό τους</p>
Πρασάγγουρας -Αγρότιδες	Οι αγρότιδες ( παραφατμέ ή κοφτοσκούληκα ) Καταπολεμούνται με τη χρήση εντομοκτόνων εδάφους κατά τη σπορά ή τη φύτευση. Για οψιμότερες προσβολές γίνεται χρήση πιτυρούχων δολωμάτων ή ψεκασμός με κατάλληλο εντομοκτόνο. Η αντιμετώπιση του πρασάγγουρας συνιστώνται τα ίδια μέτρα όπως και για τις αγρότιδες(Μπουρνάκας, 1995).
Κηκιδόμυγα	-περιορισμός της υγρασίας -προσεκτική αφαίρεση των πλάγιων βλαστών κατά το κλάδεμα -αποφυγή τραυματισμών του στελέχους (Παρασκευόπουλος,2007).
Αλευρώδης	Για την αντιμετώπιση του <i>Trialeurodes vaporariorum</i> χρησιμοποιείται η : <i>Encarsia formosa</i> . Όταν έχουμε 0,3-0,5 άτομα αλευρώδη ανά φυτό κάνουμε 5-7 εξαπολύσεις με 2000 άτομα <i>Encarsia formosa</i> σε κάθε εξαπόλυση (Παρασκευόπουλος,2007).
Κάμπιες	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Καταστροφή των ζιζανίων στην καλλιέργεια</li> <li>➤ Αποφυγή γειτνίασης της καλλιέργειας της τομάτας με πρώιμη καλλιέργεια καλαμποκιού ή βαμβακιού.</li> <li>➤ Αποφυγή άσκοπων ψεκασμών για προστασία των ωφέλιμων.</li> <li>➤ Βαθιές αρόσεις για την καταστροφή των νυμφών.</li> <li>➤ Χρήση κοκκωδών εντομοκτόνων εδάφους</li> <li>➤ Συλλογή των προνυμφών και των αυγών στα προσβεβλημένα φυτικά τμήματα ( φύλλα, τρύπιοι καρποί, κ.α. ) και καταστροφή αυτών.</li> <li>➤ χρήση φωτοπαγίδων τη νύχτα. ( Μπουρνάκας 1995 )</li> </ul>
Λιριόμυζα	για τη βιολογική καταπολέμηση της λιριόμυζας είναι : <i>Dacnusa sibirica</i> , <i>Diglyphus isaea</i> και <i>Chrysocharis parksii</i> . Επίσης, αρπακτικό της οικογένειας Myridae, του <i>Nasiodiocoris tenuis</i> (Τυρόβολα,1990).
Βρωμούσες	<p>Προληπτικά μέτρα :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ αποφυγή καλλιέργειας της τομάτας κοντά σε χερσώδεις ή πετρώδεις εκτάσεις και δεντροκαλλιέργειες.</li> <li>➤ Καταστροφή ζιζανίων και άλλων φυτών ξενιστών</li> </ul> <p>Χημική καταπολέμηση :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ carbaryl, endosulfan ή πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα : deltamethrin, alphamethrin (Μπουρνάκας, 1995).</li> </ul>

## 2. 3. Διαφορές των τριών μορφών γεωργίας - συμβατική, βιολογική, ολοκληρωμένη

Στα πλαίσια ανασυγκρότησης η γεωργία οδηγείται, σε τρεις μορφές γεωργίας την συμβατική, ολοκληρωμένη και βιολογική.

- Η συμβατική κατά την οποία η παραγωγή των γεωργικών προϊόντων γίνεται με την χρήση βασικά γεωργικών φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων.
- Η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία είδη για την αντιμετώπιση ολόκληρου του φάσματος των εχθρών μιας καλλιέργειας, χρησιμοποιεί όλες τις μεθόδους (βιολογικών, καλλιεργητικών, χημικών), αλλά, που είναι οικονομικά, οικολογικά και τοξικά αποδεκτές.
- Και η βιολογική καλλιέργεια, που χρησιμοποιεί ήπιες τεχνικές καλλιέργειας και μέσα φυτοπροστασίας, λίπανσης με το κύριο στόχο να μην αυτά αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον και επισκοπεί στην επίτευξη οικολογικής ισορροπίας στα αγροκτηματικά οικοσυστήματα.

Κατά την συμβατική καλλιέργεια η παραγωγή γεωργικών προϊόντων επιδιώκετε με την χρήση (συχνά άφθονη, ευ' όσων δεν υπάρχουν περιορισμοί) γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων που ως κύριο σκοπό έχει το οικονομικό κέρδος της γεωργική επιχείρησης, με μειωμένη την αίσθηση ευθύνης απέναντι στις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η καλλιέργεια στηρίζεται αποκλειστικά στην αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών με χημικά σκευάσματα, η χρήση των οποίων γίνεται κατά κόρων από μη εξειδικευμένο προσωπικό, με αποτέλεσμα την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων. Κατά συνέπια η χημική καταπολέμηση είχε δυσάρεστες και μη επιλύσιμες επιπτώσεις στον άνθρωπο στο περιβάλλον και στο εδαφικό οικοσύστημα.

Η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία είδη για την αντιμετώπιση ολόκληρου του φάσματος των εχθρών μιας καλλιέργειας, χρησιμοποιεί όλες τις μεθόδους (βιολογικών, καλλιεργητικών, χημικών), αλλά που είναι οικονομικά, οικολογικά και τοξικά αποδεκτές. Με αυτό τον τρόπο επιδιώκετε η διατήρηση του πληθυσμού των επιβλαβών για τα φυτά οργανισμών σε χαμηλό βαθμό που δεν μπορούν να προκαλέσουν οικονομική ζημιά. Βασικές προϋποθέσεις για την επιτυχία της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης είναι η σωστές προδιαγραφές του θερμοκηπίου και του σπορείου καθώς και η συστηματική λήψη όλων των προληπτικών μέτρων υγιεινής στο χώρο μέσα και γύρω από το θερμοκήπιο.

Και πλέον η βιολογική καλλιέργεια χρησιμοποιεί ήπιες τεχνικές καλλιέργειας και μέσα φυτοπροστασίας, λίπανσης με το κύριο στόχο να μην αυτά αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον. Απαγορεύονται όλα τα συνθετικά γεωργικά φάρμακα, και επιτρέπονται να χρησιμοποιηθούν μόνο στο αυτά που έχουν ελεγχθεί από εξειδικευμένα κέντρα επιστημόνων, μακροχρόνιας σειράς ερευνών. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (The Food and Agriculture Organization) των Ενωμένων Εθνών / Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας Κώδικας Διατροφής (Health Organization Codex Alimentarius), επεκτείνει την έννοια και ορίζει τη βιολογική γεωργία « ένα σύστημα διαχείρισης ολιστικής παραγωγής που προωθεί και βελτιώνει την υγεία του αγροοικοσυστήματος, και περιλαμβάνει τη βιοποικιλότητα, τους βιολογικούς κύκλους και τη μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους. Υπογραμμίζει τη χρήση των διαχειριστικών πρακτικών παρά των μη – αγροτικών εισροών, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι περιφερειακές συνθήκες απαιτούν τοπικά προσαρμοσμένα συστήματα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση όπου είναι εφικτό, καλλιεργητικών, βιολογικών μηχανικών μεθόδων, σε αντιδιαστολή με τη χρησιμοποίηση συνθετικών υλικών, για την ολοκλήρωση οποιασδήποτε συγκεκριμένης λειτουργίας στο σύστημα.»

Η βιολογική καλλιέργεια αναπτύχθηκε στις αρχές του 20ού αιώνα, κυρίως στην Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Ελβετία, αλλά μόνο στην δεκαετία του '80 επεκτάθηκε σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση προς απάντηση της καταναλωτικής ζήτησης για θρεπτικά και φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα τροφίμων. Το 1985 η πιστοποιημένη βιολογική παραγωγή υπολογιζόταν σε 100 000 εκτάρια σε περιοχές σε 6,300 εκμεταλλεύσεις σε όλη την ΕΕ, ή λιγότερο από 0,1 % της συνολικής χρησιμοποιούμενης αγροτικής γης, το 2,3% των εκμεταλλεύσεων και περίπου το 2% του συνόλου των παραγόμενων προϊόντων και των

πωλήσεων τροφίμων. Υπάρχει ωστόσο σημαντική διαφορά του μεριδίου των βιολογικών περιοχών ανάμεσα στα κράτη μέλη της ΕΕ.

Από το 1992 και μετά οι κυβερνήσεις της ΕΕ αναγνώρισαν βαθμιαία τη δυνατότητα της βιολογικής καλλιέργειας και εφάρμοσαν συγκεκριμένη νομοθεσία συμπεριλαμβάνοντας την βιολογική καλλιέργεια στα προγράμματα αγροτικής ανάπτυξης.

**Πίνακας 2.6. Οι διαφορές ανάμεσα στις τρεις μορφές γεωργίας**

	Βιολογική γεωργία	Ολοκληρωμένη διαχείριση	Συμβατή γεωργία
Μέθοδοι παραγωγής	Μη χρήση ανόργανων εισροών. Έμφαση στην αειφόρο ανανεώσιμων πηγών κ' στην ευημερία της πανίδας.	Συνδυασμός τεχνολογικά εντατικών μεθόδων παραγωγής με εξ ίσου έμφαση σε περιβάλλον, γεωργικό εισόδημα κ' ποιότητα τροφίμων.	Έμφαση στην εφαρμογή τεχνολογίας με στόχο αύξηση της παραγωγικότητας, ποσότητας κ' κέρδους.
Διάρθρωση αγοράς	Ειδικές αγορές ( niche markets )	Κυρίως σε αγορές ευρείας κατανάλωσης, με δυνατότητα ξεχωριστής τοποθέτησης κ' εμπορίας μέσω συστημάτων διασφάλισης ποιότητας κ' σχετικής σήμανσης	Αγορές ευρείας κατανάλωσης συμβατικών προϊόντων.
Σχέσεις μέσα στη διατροφική αλυσίδα	Στοχεύει στη σύνθεση του παραγωγού με τον καταναλωτή. Παρέχει στον παραγωγό τη δυνατότητα να αποκτήσει μεγαλύτερη εξουσία στην αλυσίδα μέσω (εναλλακτικών) μεθόδων υψηλότερες τιμές.	Δημιουργία προβληματισμού στον καταναλωτή σε ότι αφορά τις μεθόδους παραγωγής. Δυνατότητα σύνδεσης παραγωγών με τους καταναλωτές μέσω ειδικών σημάτων. Βελτίωση της θέσης των παραγωγών στην αλυσίδα μέσω συστημάτων διασφάλισης ποιότητας.	Μη σύνδεση παραγωγού - καταναλωτή. Περιθωριοποίηση των παραγωγών μέσα στη διατροφική αλυσίδα.

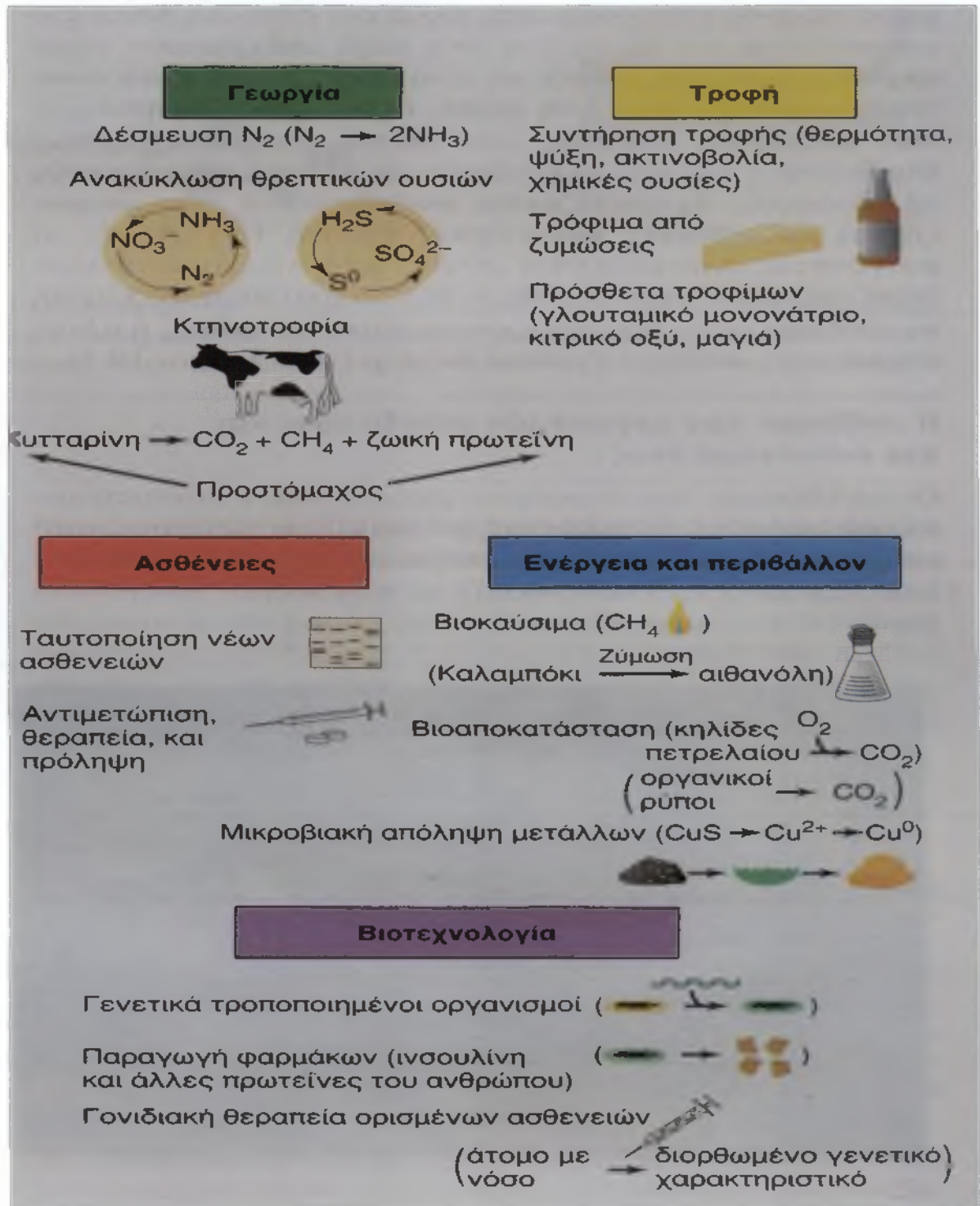
(Καλμπουρτζή, 2007).

Αναμφισβήτητα με την ολοκληρωμένη και ειδικά την βιολογική διαχείριση του εδάφους καταφέρνετε η μείωση των επιπτώσεων στην αγροτικό περιβάλλον, εφόσον στην καταπολέμηση των ασθενειών και εχτρών χρησιμοποιούνται φιλική προς το περιβάλλον μέθοδοι. Αν και στην εφαρμογή αυτών των μεθόδων καταπολέμησης που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν έχουν κάποια μειονεκτήματα. Πρώτων οι βιολογικοί παράγοντες είναι συνήθως αποτελεσματικοί εναντίων μόνο μιας ασθένειας ο καθένας, ενώ η χημική μπορεί να προσφέρει άμεσο οικονομικό κόστος. Δεύτερων η βιολογικοί μέθοδοι δεν συνδυάζονται πάντα μεταξύ τους και με άλλες μεθόδους, όπως χημικά μέσα, για την καταπολέμηση πολλών ασθενειών σύγχρονος. Ακόμα και όταν υπάρχουν οι καλύτερες συνθήκες η αποτελεσματικότητα τους είναι προς το παρόν κατώτερη από αυτή των άλλων μεθόδων. Η εφαρμογή την χημικής καταπολέμησης προκαλεί την νέκρωση του παθογόνου και παρεμπόδιση ή επιβράδυνση της ανάπτυξης του. Από αυτή την άποψη θεωρείται αποτελεσματικότερη και οικονομικότερη αντιμετώπιση των ασθενειών και ο ρόλος των

μυκητοκτόνων δεν περιορίζεται μόνον στην προστασία και αύξηση της φυτικής παραγωγής αλλά επεκτείνεται και στην ποιότητα των παραγόμενων τροφίμων. Στα θερμοκήπια που δεν υπάρχει κλιματισμός οι βιολογικοί παράγοντες δεν είναι αποτελεσματικοί γιατί χρειάζονται συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος και το κόστος συχνά είναι μεγαλύτερο από αυτό των συνηθισμένων μεθόδων. (Παναγόπουλος, 1995, Β. Ραγκού, 2009, Π. Λαγαμτζής, 2009).

### Κεφάλαιο 3. Η ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΕΛΑΦΙΚΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

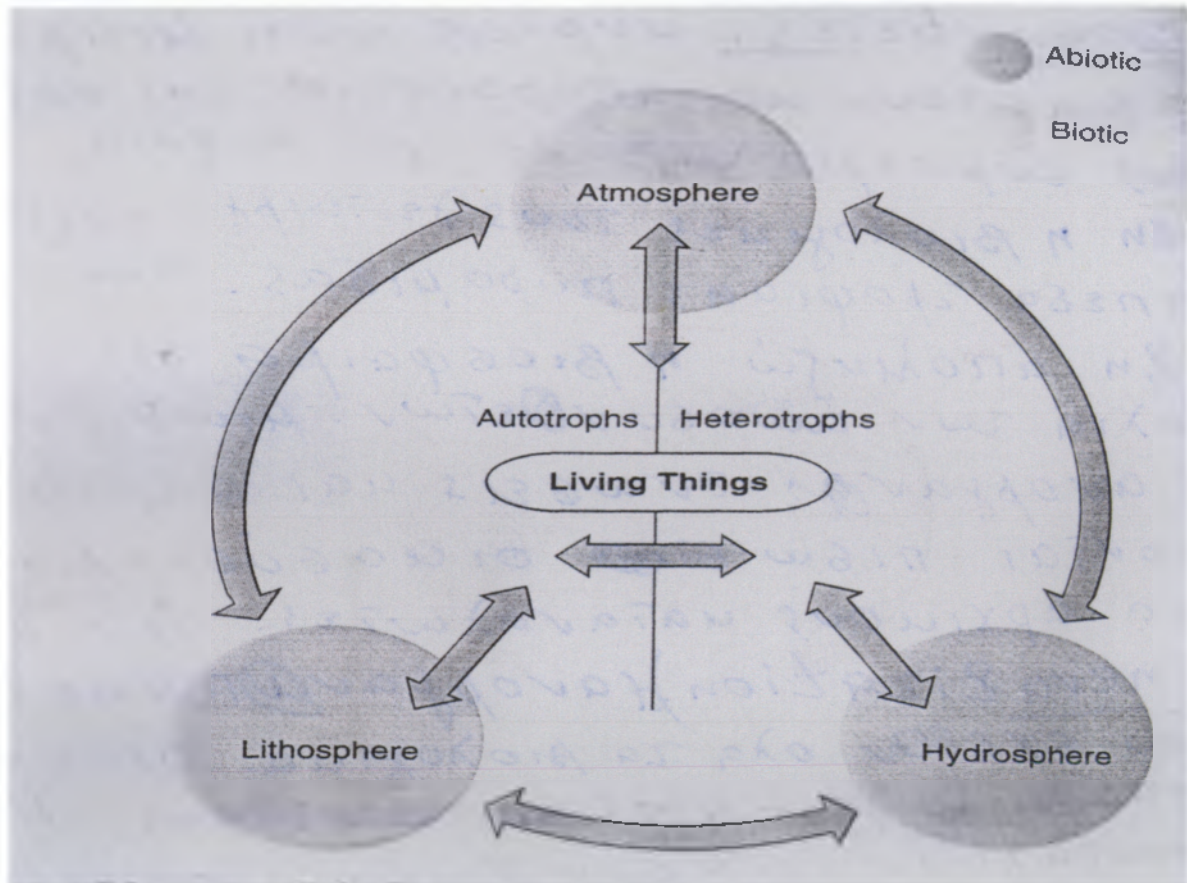
Αν και πολλοί συνδέουν την έννοια μικροοργανισμοί με τις λοιμώξεις, στην πραγματικότητα λίγη είναι αυτοί οι μικροοργανισμοί που προκαλούν διάφορα νοσήματα, αντιθέτως τα περισσότερα είδη επηρεάζουν ποικίλες πλευρές της ζωής των ανθρώπων. ( Σχ.1 ).



Σχ.1 Η επίδραση των μικροοργανισμών στη ζωή του ανθρώπου. Πηγή (Προσαρμογή από Madigan et al, 2005).

### 3.1. Η μικροχλωρίδα του εδαφικού οικοσυστήματος, της λιθόσφαιρας και η δραστηριότητά της

Το σύνολο των ζωντανών οργανισμών μαζί με το περιβάλλον στο οποίο ζουν ονομάζεται **οικοσύστημα**. Κυριότερα μικροβιακά οικοσυστήματα είναι τα **υδατικά** (ωκεανοί, μικρές ή μεγάλες λίμνες, ρεύματα, θερμές πηγές), τα **χερσαία** (έδαφος, βράχοι), αλλά και οι ανώτερη οργανισμοί ζωικοί και φυτικοί.



Σχ. 2. Συνοπτική αναπαράσταση των βιογεωχημικών κύκλων. Πηγή ( Madigan et al. 2005 ) Σε αυτά τα οικοσυστήματα οι μικροοργανισμοί εμπλέκονται άμεσα στους βιογεωχημικούς κύκλους ανακύκλωσης των ανόργανων και οργανικών στοιχείων (σχ. 2.). Εδώ τα σημαντικά στοιχεία συνεχώς ανακυκλώνονται περνώντας ως βιοτική φόρμα στο πρωτόπλασμα των ζωντανών οργανισμών (των μικροοργανισμών) και επαναφέρονται στην αβιοτική τους φόρμα στο έδαφος (λιθόσφαιρα – lithosphere), νερό (υδρόσφαιρα - hydrosphere) ή την ατμόσφαιρα (atmosphere). Αν και όλα τα έμβια όντα συμμετέχουν σε αυτούς τους κύκλους, τα φυτά και τα ζώα έχουν γενική συμμετοχή στην ανακύκλωση των στοιχείων, ενώ οι μικροοργανισμοί είναι αυτά που έχουν στενή και άμεση συμμετοχή στην μετατροπή των ανόργανων και οργανικών στοιχείων στο περιβάλλον.

Η σύσταση μιας μικροβιακής κοινότητας (και σε εδαφικό περιβάλλον) καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του ίδιου του περιβάλλον. Από την άλλη μεριά πολλές φορές οι ιδιότητες ενός οικοσυστήματος ελέγχονται και από τη μικροβιακή δράση. Αναμενόμενο είναι ότι οι πληθυσμοί των διάφορων μικροβιακών κοινοτήτων εντός και εκτός οικοσυστήματος αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με ποικίλους τρόπους από τους οποίους άλλοι είναι επιζήμιοι και άλλοι επωφελείς. Οι οργανισμοί με μεταβολική δραστηριότητα αφαιρούν από το περιβάλλον θρεπτικές ουσίες για να σχηματίζουν νέα κύτταρα, ενώ ταυτόχρονα αποβάλλουν στο περιβάλλον τα άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού τους, επομένως με την πάροδο του χρόνου ένα μικροβιακό



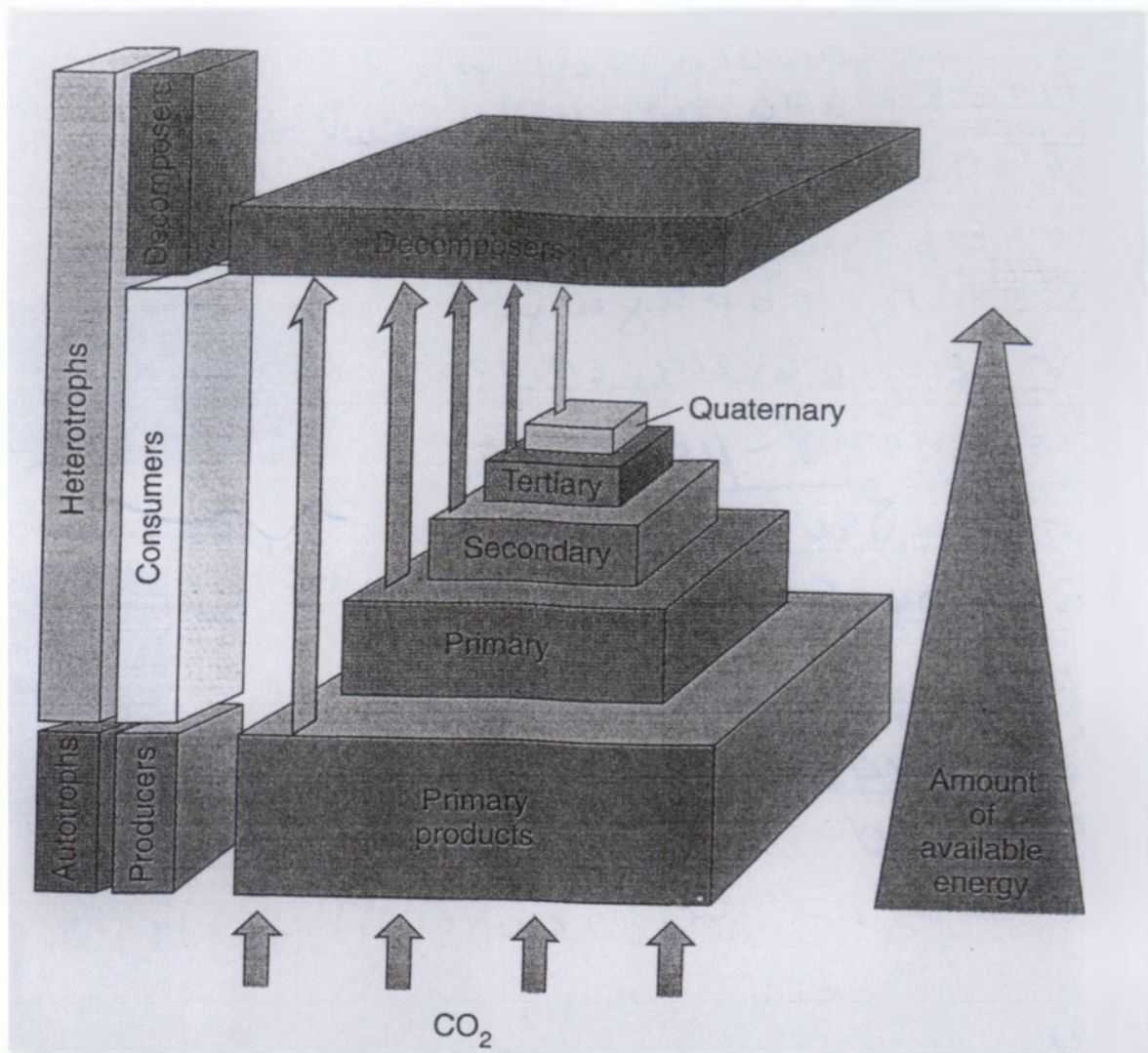
οικοσύστημα μπορεί σταδιακά να αλλάζει τόσο από χημικής όσο και από φυσικής πλευράς. (Madigan. et al., 2005).

Είναι γεγονός ότι τα ζωντανά αντικείμενα αποκτούν τα απόλυτα αναγκαία θρεπτικά που είναι χρησιμοποιήσιμα για την αποθήκευση της ενέργειας από αβιοτικό και βιοτικό περιβάλλον δημιουργώντας την τροφικές αλυσίδες. Η τροφική αλυσίδα ή ενεργειακή πυραμίδα στο σχ. 3 δείχνει συνοπτικά τα βασικά τροφικά επίπεδα που καθορίζονται από παραγωγούς, καταναλωτές, αποσυνθέτες και επίσης δείχνει την άνοδο διαθέσιμης ποσότητας ενέργειας από ένα επίπεδο σε άλλο ένα.

Η ζωή δεν είναι δυνατή χωρίς **παραγωγούς**, διότι εφοδιάζουν με την θεμελιώδη ενέργεια και είναι βασική πηγή για την έναρξη της τροφικής αλυσίδας. Η παραγωγή είναι οι μόνιμοι οργανισμοί στο οικοσύστημα που μπορούν να παράγουν ενώσεις από το άνθρακα, όπως είναι η γλυκόζη, από αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα, δηλαδή του ανόργανου άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Αυτοί οι οργανισμοί λέγονται επίσης **αυτότροφα** και είναι τα φυτά, κυανοβακτήρια, αυτά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ενέργεια χημικών δεσμών μικρή, αλλά σημαντική ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα  $CO_2$  αφομοιώνεται από τα λεγόμενα **χημειολιθότροφα** βακτήρια με πηγή άνθρακα το  $CO_2$ . Κατά τον μεταβολισμό αυτοί οι οργανισμοί παράγουν ενέργεια από την οξείδωση των S,  $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $Fe^{2+}$  και  $Mn^{2+}$ . Σε ορισμένα οικοσυστήματα αυτοί οι μικροοργανισμοί είναι η μόνη πηγή της ενεργειακής πυραμίδας.

**Καταναλωτές.** Είναι οι ζωντανή οργανισμοί που καταναλώνουν για την απόκτηση ενέργειας τις οργανικές ενώσεις που παρουσιάζονται στο υποστρώματα. Η κατηγορία περιλαμβάνει τα ζώα, πρωτόζωα, μύκητες, και κάποια βακτήρια. Η πυραμίδα συνήθως έχει μερικά επίπεδα καταναλωτών, ξεκινά από κύριους καταναλωτές τους χορτοφάγους, με καταναλωτές των παραγωγών : δευτερεύον καταναλωτές – σαρκοφάγους με τροφή από αρχικούς καταναλωτές. Οι καταναλωτές της τρίτης σειράς που τρέφονται από καταναλωτές της δεύτερης σειράς και παραπάνω.

**Αποσυνθέτες.** Πρωτίστως μικρόβια που κατοικούν στο έδαφος και νερό, διασπούν και απορροφούν την οργανική ύλη από νεκρούς οργανισμούς συμπεριλαμβανομένου τα φυτά, ζώα, και άλλους μικροοργανισμούς, επειδή η βιολογικές τους λειτουργίες αποσύνθεσης είναι ενεργά σε όλα τα επίπεδα τροφικής πυραμίδας (σχ. 3.). Χωρίς αυτή τη σημαντική τροφική τάξη η βιόσφαιρα δεν εξελίσσεται και σβήνει. Η δουλειά των αποικοδομητών συνθετών είναι η μείωση της οργανικής ύλης σε ανόργανες ενώσεις και αέρια, που μπορούν να ανακυκλώνονται πίσω στο οικοσύστημα και να χρησιμοποιηθούν από αρχικούς καταναλωτές. Αυτή η διαδικασία επίσης ονομάζεται ανοργανοποίηση (Mineralization), είναι αποτελεσματική διότι σχεδόν όλα τα βιολογικά προϊόντα μπορεί να υποστούν ελάττωση με κάποιο είδος αποσύνθεσης. Πολυάριθμα είδη βακτηρίων αποσυνθέτουν την κυτταρίνη και λιγνίνη, τα οποία είναι σύνθετες πολυσακχαρίτες αποτελούν συστατικό των φυτικών κυτταρικών τοιχωμάτων το οποίο αποτελεί τεράστιο όγκο υπολειμμάτων στο έδαφος και νερό. Και τα βακτήρια και οι μύκητες αποσυνθέτουν και τα ζωικά υπολείμματα ως κερατίνη, χιτίνη.



Σχ.3. Η τροφική και ενεργειακή πυραμίδα. Κ. Ρ. Talaro, Α Talaro. Πηγή (Kathleen Park Talaro, Arthur Talaro. edition. Foundations in Microbiology.).

- Το σχετικό μέγεθος των κύβων δείχνει τον αριθμό των ατόμων οι οποίοι υπάρχουν σε συγκεκριμένο επίπεδο. Το βέλος κατά ορθή γωνία δείχνει την ανερχόμενη ενέργεια που χρησιμοποιείται από παραγωγούς μέχρι τους κορυφαιούς καταναλωτές. Ο αριθμός των οργανισμών και η ποσότητα της χρησιμοποιούμενης ενέργειας ελαττώνεται σε κάθε τροφικό επίπεδο. Η αποσύνθεση εξαιρείται από αυτό το πρότυπο, για το μοναδικό λόγω του ότι αυτά μπορεί να τραφούν από όλα τα τροφικά επίπεδα.

Η πυραμίδα (σχ. 3.) απεικονίζει βασικούς περιορισμούς στο οικοσύστημα από άποψη ενέργειας. Αντίθετα από θρεπτικό το οποίο μπορεί να περνά μεταξύ τροφικής αλυσίδας ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται η ενέργεια δεν ανακυκλώνεται. Η διατήρηση των συμπλοκών αλληλοεξαρτημένων τροφικών αλυσίδων συσχετίζεται, απαιτεί σταθερή εισαγωγή ενέργειας από τα παράγωγα επίπεδα. Τέτοια ενέργεια μεταφέρεται σε κάμποσα επίπεδα και έπειτα μεγάλο ποσοστό (90%) της ενέργειας μπορεί να χαθεί και δεν θα επιστρέψει πίσω στο σύστημα. Έτσι η ποσότητα της διαθέσιμης ενέργειας μειώνεται σε κάθε διαδοχικό επίπεδο της τροφικής αλυσίδας. Αυτή η ενέργεια χάνεται επίσης με την μείωση του υπάρχων αριθμού ατόμων που μπορούν να είναι υποστηρικτές για το επόμενο διαδοχικό επίπεδο. (Κ. Ρ. Talaro, Α. Talaro. ).

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μικροοργανισμοί είναι η μόνο που υπάρχουν σε όλα τα κύρια τροφικά επίπεδα, και έχουν πολλαπλή χρήση στην φύση. (πίνακας 3.1.)

Το έδαφος δεν είναι ένα αδρανές ή νεκρό σώμα αντιθέτως είναι ένα ζωντανό οικοσύστημα Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μέσα σε αυτό ζούνε εκατομμύρια μικροοργανισμών, οι οποίοι στο σύνολό τους αποτελούν την μικροχλωρίδα και μικροπανίδα του. Βέβαια

υπάρχει και η «μακροχλωρίδα» δηλ. τα ανώτερα φυτά και η «μακροπανίδα», που περιλαμβάνει τους διάφορους σκώλικες, τα τρωκτικά, ερπετά και τα διάφορα άλλα μεγάλα ζώα.

Στο έδαφος συναντάμε όλες τις κατηγορίες των μικροοργανισμών από τα βακτήρια, τους μύκητες, ακτινομύκητες, φύκη, πρωτόζωα, έως τους ιούς, οι οποίοι συμμετέχουν ενεργά σε διάφορες διεργασίες του περίπλοκου εδαφικού οικοσυστήματος (π.χ. στο σχηματισμό της οργανικής ουσίας του εδάφους, στη διάσπαση των φυτικών υπολειμμάτων). Ορισμένοι από τους μικροοργανισμούς του εδάφους είναι επικίνδυνα παράσιτα προσβάλλουν τις καλλιέργειες και προκαλούν σοβαρές ασθένειες στα φυτά με οικονομικές επιπτώσεις σε βάρος των καλλιεργειών. Ωστόσο, οι επικίνδυνοι αυτοί μικροοργανισμοί είναι σχετικά μικροί σε αριθμό ή σε ποσοστό, ενώ οι περισσότεροι είναι χρήσιμοι και ωφέλιμοι, συμμετέχουν στην αποσύνθεση των διαφόρων οργανικών υπολειμμάτων φυτικής και ζωικής προέλευσης και με τον τρόπο αυτό συμβάλλουν στον καθορισμό του περιβάλλοντος και κυρίως στο σχηματισμό της οργανικής ουσίας του εδάφους. (πίνακας 3.1.). Επιπλέον, λαμβάνουν μέρος σε διάφορες ζωτικής σημασίας φυσικές διεργασίες, όπως στη δέσμευση του  $N_2$ , στη νιτροποίηση, στην απονιτροποίηση και στο κύκλο του N και του C στη φύση.

Σε μικροσκοπικό επίπεδο το έδαφος είναι δυναμικό οικοσύστημα που στηρίζει σύνθετες αλληλεπίδρασης μεταξύ πολυάριθμων γεωλογικών, χημικών, και βιολογικών παραγόντων. Αυτή η γόνιμη σφαίρα ονομάζεται **λιθόσφαιρα**. Άφθονη σε μικροοργανισμούς προσφέρει δυναμικό ρόλο στους βιογεωχημικούς κύκλους και σημαντική αποθήκη οργανικής ύλης και των νεκρών χερσαίων οργανισμών.

**Πίνακας 3. 1. Αναφορά στις βασικές δραστηριότητες των μικροοργανισμών στο οικοσύστημα**

Ο ρόλος των μικροοργανισμών	Δραστηριότητα	Παραδείγματα των εμπλεκόμενων μικροοργανισμών
Κυριότεροι παραγωγή. (primary producers.)	Φωτοσύνθεση, Χημιοσύνθεση,	Άλγεις , κυανοβακτήρια, θείο βακτήρια Χημειολιθόιφορα βακτήρια σε θερμές πηγές
Καταναλωτές (Consumers)	Αρπαγή (Predation.)	Τα ελεύθερα πρωτόζωα, τα οποία τρέφονται με τα φύκη και βακτήρια μερικοί μύκητες εκμεταλλεύονται τους νηματοειδής
Αποσυνθέτες (Decomposers)	Αποσύνθεση των φυτών, ζώων και Υπολειμμάτων. Ανοργανοποίηση (Mineralization) τις οργανικής ύλης.	Εδαφικά σαπρόφυτα ( κυρίως βακτήρια και μύκητες ) που αποσυνθέτουν την κυτταρίνη, λιγνίνη και άλλα πολύπλοκα μακρομόρια. Εδαφικά βακτήρια που ανάγουν σύνθετες οργανικές σε ανόργανες, συστατικά όπως είναι το CO <sub>2</sub> και τα άλατα.
Αντιπρόσωποι των βιογεωχημικών κύκλων (Cycling agents for biogeochemical cycles)	Ανακύκλωση των συστατικών που περιέχουν άνθρακά, άζωτο, φώσφορο, θείο.	Εξειδικευμένα βακτήρια που μεταφέρουν στοιχεία στα διάφορα χημικά συστατικά, συγκρατούν αυτούς τους κύκλους από βιοτικό σε αβιοτικό και το ανάποδο από βιοτική φάση σε βίοςφαιρα.
Παράσιτα. (Parasites )	Ζουν και τρέφονται από το ξενιστή.	Ιοί , βακτήρια , πρωτόζωα, μύκητες οι οποίοι παίζουν ρόλο στο έλεγχο πληθυσμών.

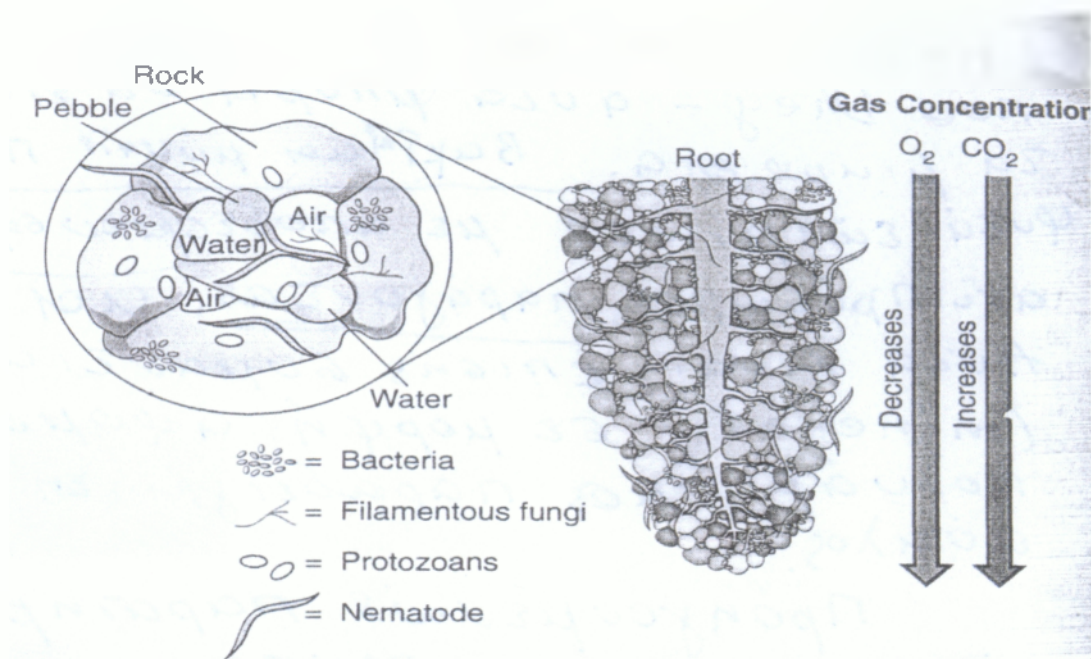
Πηγή ( Kathleen Park Talaro, Arthur Talaro.)

Η αβιοτική μερίδα του εδάφους είναι σύνθετα πετρώματα, νερό και ατμοσφαιρικό αέριο. Η διαμόρφωση του εδάφους ξεκίνησε όταν τα γεωλογικά πετρώματα εκτεθειμένα σε καιρικές συνθήκες και στην μικροβιακή δράση επέστησαν μηχανική αποδιοργάνωση. Ένας τύπος συνηθισμένων μικροβίων που εμφανίζονται σε αποικίες στις σχισμές των βράχων είναι οι λειχήνες. Οι λειχήνες είναι συνδυασμός οργανισμών που διαμορφώνεται από τη συμβίωση του μύκητα και των κυανοβακτηρίων ή πράσινων φύκων. Αυτή η αμοιβαία σχέση είναι μια αλληλεξάρτηση και οι δύο μέτοχοι δεν μπορούν να ζουν χωριστά. Τα φύκι ή κυανοβακτήρια τροφοδοτούν το εαυτό τους και τους μύκητες διάμεσου φωτοσύνθεσης και ταυτόχρονα οι μύκητες διαμορφώνουν προστατευτικό κάλυμμα για τα φύκι όπου τα εφοδιάζουν με νερό και ανόργανα στοιχεία. Οι περισσότεροι λειχήνες που είναι κοντινή άποικοι ή πρωτοπόροι του πετρώματος βρίσκονται υπό τη μορφή συμπαγή φλοιό. Η αποσύνθεση των πετρωμάτων ελευθέρωσε ποικιλία μεγεθών σωματιδίων, χαλίκια και κόκκους άμμου σε μικροσκοπικές μορφές τα οποία βρίσκονται σε ελεύθερα συναθροίσματα. Η πορώδης μορφή του εδάφους δημιούργησε ποικιλία μεγεθών θυλάκων ή διαστήματα που παρέχει πολυάριθμα μικροπεριβάλλοντα. Μερική χώροι συλλέγουν υγρασία και από την υγρή φάση στην οποία τα ιόντα και άλλα θρεπτικά διαλύονται. Άλλοι χώροι συλλέγουν αέρα που παρέχουν αέρια στα εδαφικά μικρόβια, φυτά και ζώα. Επειδή το νερό και ο αέρας συναγωνίζονται για θύλακες η περιεκτικότητα του νερού στο έδαφος βασικά σχετίζεται με αυτό της ποσότητας του οξυγόνου. Τα κορεσμένα με νερό εδάφη έχουν λιγότερη ποσότητα οξυγόνου, ενώ τα ξηρά εδάφη έχουν περισσότερο. Η ένταση του αερίου στο έδαφος αλλάζει επίσης κατακόρυφα. Γενικά η συγκέντρωση του οξυγόνου O<sub>2</sub> μειώνεται, και του CO<sub>2</sub> αυξάνεται με το βάθος του εδάφους. Οι αερόβιοι και οι προαιρετική οργανισμοί φροντίζουν να κατέχουν

ελεύθερα, στεγνά εδάφη, ενώ οι αναερόβιοι έχουν προσαρμοστεί σε κορεσμένα με νερό φτωχά σε αέρια εδάφη.

Εντός της αναδομείς του εδάφους υπάρχουν μεταβαλλόμενες ποσότητες του χούμου το οποίο προέρχεται από αργή αποσύνθεση οργανικών απορριμμάτων των φυτικών και ζωικών ιστών. Αυτό το μαλακό, εύκολο τριφτό μίγμα συγκροτεί το νερό σαν σφουγγάρι και είναι σημαντικό αυτό το περιβάλλον για τα μικρόβια τα οποία αποσυνθέτουν ποικιλία απορριμμάτων και βαθμιαία ανακυκλώνουν τα διάφορα υποστρώματα. Η περιεκτικότητα του χούμου διαφέρει ανάλογα με το κλίμα τη θερμοκρασία την υγρασία το περιεχόμενο των μετάλλων και την μικροβιακή δραστηριότητα. Θερμά, τροπικά εδάφη έχουν υψηλά επίπεδα παραγωγής χούμους και μικροβιακή αποσύνθεση. Επειδή θρεπτικές ουσίες σε αυτά τα εδάφη αποδεσμεύονται γρήγορα και εξαντλούνται δεν συσσωρεύονται. Η λίπανση των αγροτικών εδαφών στο εύκρατο κλίμα ενισχύει το χούμους στα υψηλά επίπεδα και είναι πλούσια σε θρεπτικές ουσίες. Η πολύ χαμηλή περιεκτικότητα του χούμους και υγρασία στα εδάφη της ερήμου ελαττώνει την μικροχλωρίδα του εδάφους, το επίπεδο αποσύνθεσης και την περιεκτικότητα της θρεπτικής ουσίας. Το ίδιο φτωχά σε θρεπτικές ουσίες είναι τα βαλτώδη εδάφη, αλλά σε αυτά η στέρηση οφείλεται σε χαμηλό ρυθμό αποσύνθεσης σε χούμους προκαλείται από υψηλά οξύτητα και έλλειψη του οξυγόνου. Η ποσότητα του χούμους αυξάνεται με ανάμειξη του εδάφους με κομποστοποιημένα φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα.

Το έδαφος ως θρεπτικό μέσο περιέχει φανταστικό αριθμό μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, φίκοι, πρωτόζωα και ιοί). Το ένα γραμμάριο υγρού αργιλώδεις εδάφους με υψηλή περιεκτικότητα σε χούμους μπορεί να περιέχει 10 δισεκατομμύρια, καθένας συναγωνίζεται να κατέχει το δικό του οικολογικό διαμέρισμα. Μερικά από τις περισσότερες χαρακτηριστικές βιολογικές αλληλεπιδράσεις συμβαίνουν στην ριζόσφαιρα η ζώνη του εδάφους που περιβάλλει τις ρίζες του φυτού το οποίο περιέχει το συνδυασμό : βακτήρια, μύκητες και πρωτόζωα (ΣΧ. 4). Τα φυτά αλληλεπιδρούν με εδαφικούς μικροοργανισμούς και συνεργάζονται στην επιβίωση. Οι έρευνες δείχνουν την πλούσια μικροβιακή ανάπτυξη μικροβιακών κοινοτήτων γύρο από ριζικά τριχώματα και την ευεργετική επίδραση των φυτών που εγκρίνουν αυξητικά συστατικά όπως διοξείδιο, σάκχαρα, αμινοξέα, βιταμίνες. Τα θρεπτικά συστατικά ελευθερώνονται σε υγρή μορφή και εύκολα καταλαμβάνονται από τα μικρόβια. Τα βακτήρια, οι μύκητες παρομοίως συμβάλλουν στην επιβίωση του φυτού με αποδέσμευση ορμονών αύξησης και προστατευτικές ουσίες. Επίσης μετατρέπουν τις ανόργανες ουσίες ικανές να αφομοιωθούν από τα φυτά (αζώτου, θείου, φωσφόρου).



Σχ.4. Δομή ( κατασκευή ) της ριζόσφαιρας και η μικροχλωρίδα που αναπτύσσεται σε εδαφικά συσσωματίδια, που περιέχουν νερό, αέρα και αέρια. Πηγή ( K.P. Talaro, A Talaro. )

Τα φυτά σχηματίζουν συμβατικές σχέσεις με μικρόβια που δεσμεύουν το άζωτο. Μια ακόμα αμοιβαία συνεργασία υπάρχει μεταξύ φυτικών ριζών και μικροοργανισμών οι μυκόριζες. Είναι οι πολυάριθμες ομάδες των Βασιδιομυκήτων, Ασκομυκήτων και Ζυγομυκήτων οι οποίοι συνδέονται με τις ρίζες των αγγειακών φυτών. Η τροφοδοσία των μυκήτων από τα φυτά γίνεται με την φωτοσύνθεση και οι μύκητες διατηρούν μια συνάφεια. Με την εξάπλωση του μυκηλίου στο ριζικό σύστημα του φυτού βοηθά στην στήριξη και αυξάνεται η επιφάνεια πρόσληψης του νερού από το ξηρό εδάφους και άλατα από τα φτωχά εδάφη. Φυτά με μυκόριζες μπορούν να κατοικούν εδάφη όξινα φυσικά εδάφη περισσότερο επιτυχημένα σε σχέση με τα φυτά που δεν έχουν μυκόριζα. Στην επιφάνεια του εδάφους λίγο κάτω από την επιφάνεια παρατηρείται η παρουσία των νηματωδών, τερμιτών, και γεωσκώληκων. Πολλά από αυτά τα ζωικά είδη αποσυνθέτονται και διασπών την οργανική ύλη μέσω της πέψης ή της μηχανικής διάσπασης και στη συνέχεια αυτά αμέσως μεταλλοποιούνται από τα βακτήρια. Αερόβια βακτήρια εισάγουν την αποσύνθεση της οργανικής ύλης σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό και δημιουργούν διάφορα ορυκτά όπως θειικά, φωσφορικά, νιτρικά που αποσυνθέτονται από αναερόβια βακτήρια. Τα ένζυμα των μυκήτων αυξάνουν την ικανότητα του εδάφους (Αγγελής, 2007)

### 3. 2. Η συμβολή των μικροοργανισμών στη γεωργία

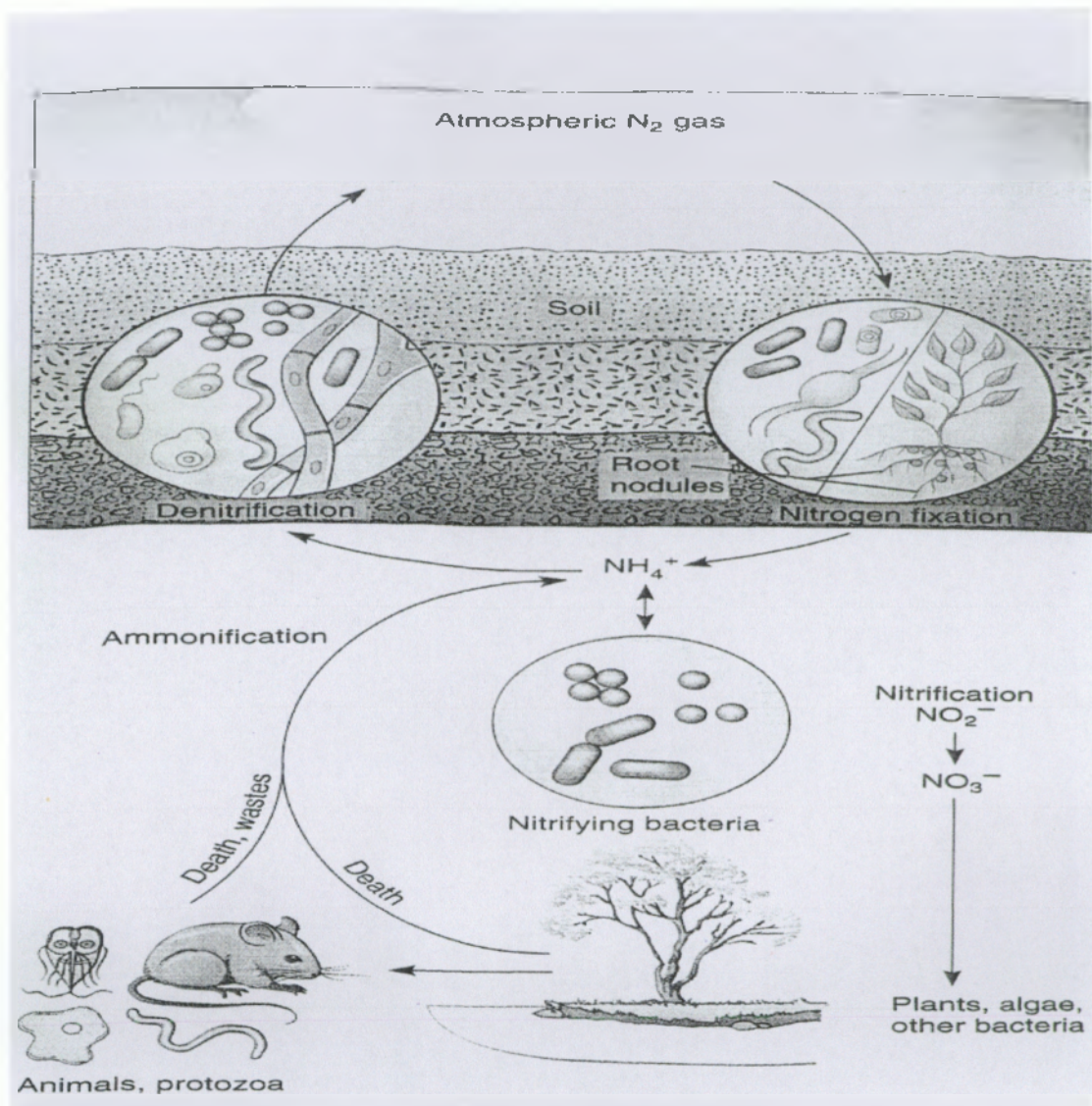
Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι το σύστημα της γεωργίας εξαρτάται ποικιλότροπος από τη μικροβιακή δράση εφόσον οι μικροοργανισμοί συμμετέχουν στην ανακύκλωση βασικών για τα φυτά θρεπτικών ουσιών.

Πολλές και διάφορες διεργασίες που συμβαίνουν στα εδαφικά οικοσυστήματα με την δράση των μικροοργανισμών έχουν άμεση σχέση με την γονιμότητα της. Αρκεί να αναφερθούν οι μερικές μόνο διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο έδαφος αποκλειστικά από τους διάφορους μικροοργανισμούς, όπως η δέσμευση του μοριακού αζώτου, η νιτροποίηση, η απονιτροποίηση, η ανακύκλωση του φωσφόρου, και του θείου η παραγωγή του μεθανίου και πολλά άλλα. Ακόμα η βιολογική αποσύνδεση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων, δηλαδή η ανοργανοποίηση του οργανικού Αζώτου και Άνθρακα.

### 3. 2. 1. Ο κύκλος του αζώτου ( N )

Το άζωτο είναι ένας περιοριστικός παράγοντας στην φύση του οικοσυστήματος (σχ. ). Το στοιχείο  $N_2$  βρίσκεται στη φύση υπό μορφή αμμωνίας  $NH_3$ , νιτρικών ( $NO_3^-$ ) και ατμοσφαιρικού αζώτου ( $N_2$ ) το οποίο αντιστοιχεί στο 79% του συνόλου της ατμόσφαιρας. Ο κύκλος του αζώτου εξαρτάται αποκλειστικά από της δραστηριότητες κάποιων εξειδικευμένων μικροοργανισμών. Η ετήσια μετατροπή του μοριακού αζώτου σε αζωτούχες ενώσεις από τους μικροοργανισμούς είναι περίπου 200 εκατομμύρια τόνοι. Το πρώτο προϊόν της δέσμευσης του μοριακού αζώτου το οποίο αφομοιώνεται σε αμινοξέα και ακολούθως σε πρωτεΐνες και νουκλεϊκά οξέα είναι η αμμωνία. Μαζί με τα ανόργανα ιόντα αμμωνίου χρησιμοποιούνται ως πηγή αζώτου από εκείνους τους οργανισμούς που δεν είναι ικανά να αφομοιώσουν άμεσα το ατμοσφαιρικό άζωτο.

Ο κύκλος του αζώτου σχετίζεται με την δραστηριότητα των βακτηρίων. Τα στάδια (1) αζωτοδέσμευση (δέσμευση του οργανικού αζώτου), συμβατική ή μη (2) ανοργανοποίηση του οργανικού αζώτου (3) νιτροποίηση (δείκτης γονιμότητας) (4) απονιτροποίηση. Στο κύκλο του αζώτου η δέσμευση του αέριου αζώτου ( $N_2$ ) εκτελείται από τα αζωτούχα βακτήρια-δεσμευτές, που δίνουν στη συνέχεια ( $NH_4$ ). Η αμμωνία μετατρέπεται σε νιτρώδη ( $NO_2^-$ ) και σε νιτρικά ( $NO_3^-$ ), από τα νιτροποιητικά βακτήρια. Φυτά, φίκοι και βακτήρια χρησιμοποιούν για την σύνθεση αζωτούχα οργανικούς συνδυασμούς ( πρωτεΐνες, αμινοξέα, νουκλεϊκά οξέα ). Το οργανικό άζωτο χρησιμοποιείται από τα ζώα και τους καταναλωτές. Στην απονιτροποίηση τα αζωτούχα μακρομόρια από υπολείμματα και νεκρούς οργανισμούς μετατρέπονται σε ( $NH_4$ ) από βακτήρια-αμμωνιοποιητές. Το  $NH_4$  μπορεί κυρίως είτε να ανακυκλώνεται σε νιτρικά ή να επανέρχεται σε ατμοσφαιρικό άζωτο με την απονιτροποίηση από τα βακτήρια. (K.P Talaro, A Taliro ).



Σχ. 5. σχηματική αναπαράσταση του κύκλου του Αζώτου.

Ανοργανοποίηση του αζώτου, νιτροποίηση, απονιτροποίηση. Πηγή ( Κουκουλάκης, Σιμωνής, Γκερτής 2000 )

Η δέσμευση του μοριακού αζώτου διεξάγεται από **αερόβια βακτήρια** (π.χ. τα μη συμβιωτικά γένη *Azotobacter*, *Azospirillum* και από **αναερόβια βακτήρια** όπως τα μη συμβιωτικά γένη *Clostridium*). Η αφομοίωση του μοριακού αζώτου από τα κυανόβακτήρια (*Anabaena*, *Oscillatoria*) οδηγούν στον εμπλουτισμό των γλυκών ή των θαλάσσιων νερών με υδρογόνο. Το μοριακό άζωτο διεξάγεται διαμέσου των δραστηριοτήτων των βακτηρίων που αναπτύσσουν συμβιωτικές σχέσεις με τα φυτά (με τα ψυχανθή *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, με πολυτετείς θάμνους (*Frankia*), *Anabaena* με τη φτέρη - *Azolla* η οποία είναι σημαντική για της καλλιέργειες ρυζιού. Το πρώτο προϊόν που σχηματίζεται κατά την αφομοίωση του αζώτου ( με τη συμμετοχή της νιτρογενάσης που είναι ένα σύμπλεγμα ενζύμων υπεύθυνο για τη δέσμευση του μοριακού αζώτου ) είναι η αμμωνία  $N_2 + 6e^- = 2 NH_3$ . Είναι προφανές ότι η αντίδραση είναι ενδόθερμη. Η αμμωνία αφομοιώνεται προς αμινοξέα τα οποία στη συνέχεια πολυμερίζονται σε πρωτεΐνες. Η βιολογική αφομοίωση του μοριακού αζώτου διεξάγεται από διάφορα μη συμβιωτικά γένη βακτηρίων μερικά των οποίων σχετίζονται με το οικοσύστημα τα ριζόσφαιρας και πολλά άλλα τα οποία ζουν συμβιωτικά με τα φυτά. Η αφομοίωση του αζώτου γενικά σχετίζεται με τις χαμηλές ή περιοριστικές συγκεντρώσεις της αμμωνίας. Στα εδαφικά οικοσυστήματα η συμβιωτική αφομοίωση του αζώτου γενικά διεξάγεται από τα βακτήρια του γένους *Rizobium*, τα οποία έχουν τη



μεγαλύτερη συμμετοχή, ο δε ρυθμός αφομοίωσης είναι συχνά δύο ή τρεις φορές υψηλότερος απ' ότι εκείνος των ελεύθερων αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων του εδάφους.

Έχει βρεθεί ότι πολλά αερόβια αζωτοδεσμευτικά βακτήρια δεσμεύουν περισσότερο άζωτο σε συνθήκες χαμηλότερης συγκέντρωσης οξυγόνου από τη φυσική ατμοσφαιρική συγκέντρωση ( 21% ). Τέτοιες συνθήκες συναντούνται συχνά στο υπέδαφος και στα ιζηματογενή οικοσυστήματα. Εκτός από το *Azotobacter* και *Beijerinicia* έχουν βρεθεί πάρα πολλά γένη μη συμβιωτικών αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων εδάφους όπως : *Chromatium*, *Chloropseudomonas*, *Desulfovibrio*, *Rhodopseudomonas*, *Rhodospirillum*, *Rhodomicrobium*, *Chlorobium*, *Desulfotomaculum*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Thiobacillus* και *Methanobacillus*.

Έχουν βρεθεί επίσης πολλά μέλη της τάξης των Actinomycetales, συμβιωτικά ή μη, τα οποία δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο. Στα υδάτινα οικοσυστήματα τα κυανοβακτήρια είναι οι πρωτεργάτες της αφομοίωσης του αζώτου. Πολλά από τα νυματοειδή κυανοβακτήρια όπως η *Aphanizomeno*, *Nostoc*, *Clostrichia*, *Cylindrospermum*, *Calothrix*, *Scytonema*, και *Tolypothrix* έχουν ετεροκύστεις. Οι ετεροκύστεις είναι παχύτοιχα, μεγάλα κύτταρα με λίγες χρωστικές, τα

οποία κατά τη διαφοροποίησή τους χάνουν την ικανότητα της εμπλοκής του οξυγόνου στο φωτοσύστημα II, ενώ διατηρούν το ανοξυγενές φωτοσύστημα I. Η δέσμευση του αζώτου γίνεται στις ετεροκύστεις όπου η ευαίσθητη οξυγόνου νιτρογενάση προστατεύεται από το φωτοσυνθετικά παραγόμενο οξυγόνο. Υπάρχει μία ενεργός ανταλλαγή υλικών μεταξύ των κανονικών κυττάρων και των ετεροκύστεων : τα πρώτα προσφέρουν δισακχαρίτες με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης και τα τελευταία το άζωτο. Μερικά κυανοβακτήρια τα οποία δεν έχουν ετεροκύστεις όπως είναι η *Oscillatoria*, *Trichodesmium*, *Microcoleus* και *Lyngobya* δεσμεύουν άζωτο αλλά δεν είναι γνωστό με ποιο τρόπο αυτά τα κυανοβακτήρια προστατεύουν τη νιτρογενάση από την απενεργοποίηση του οξυγόνου. Ο ρυθμός δέσμευσης του αζώτου από τα κυανοβακτήρια είναι περίπου μία ή δύο φορές υψηλότερα από ότι στα μη συμβιωτικά, μη φωτοσυνθετικά βακτήρια του εδάφους. Το φυτό από όλους τους οργανισμούς είναι σε θέση να οικοδομήσει τις δικές του οργανικές ουσίες από απλές ενώσεις. Μέρος των στοιχείων ή ενώσεων προλαμβάνουν από ατμοσφαιρικό αέρα μέσω των στομάτων και μέρος από το έδαφος με τη μορφή ιόντων από τα υδατικά διαλύματα με τη βοήθεια του ριζικού συστήματος. Πολλά από τα μεταλλικά στοιχεία του εδάφους αποτελούν δομικά συστατικά σε οργανικά μόρια βασικής σημασίας (Mg στη χλωροφύλλη, Fe στα κυτοχρώματα ) ή λειτουργούν ως ενεργοποιητές ενζύμων. Επομένως τα θρεπτικά στοιχεία είναι απαραίτητα για το φυτικό μεταβολισμό από οποίο εξαρτάται η αύξηση τους .C 10 s. 159. Αυτότροφα αζωτοποιητικά /νιτροποιητικά βακτήρια. Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών στο έδαφος περιορίζεται από τον εφοδιασμό με C και ενέργεια. Υπό αυτές τις συνθήκες το περισσότερο NH<sub>4</sub><sup>+</sup> από την ορυκτοποίηση του οργανικού N οξειδώνεται. Το προϊόν της οξειδωσης το NO<sub>3</sub><sup>-</sup> και η διαδικασία δια της οποίας το NH<sub>3</sub> ονομάζεται **Νιτροποίηση** (η οξειδωση της αμμωνία σε νιτρώδη και η οξειδωση των νιτρώδων σε νιτρικά είναι πορείες οι οποίες εκλύουν ενέργεια). **Νιτρόβια βακτήρια** είναι τα χημειολιθότροφα τα οποία χρησιμοποιούν την ενέργεια που προσφέρεται από τη νιτροποίηση, για την αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα . Κατά τη νιτροποίηση η αμμωνία ή τα ιόντα αμμωνίας οξειδώνονται σε πρώτη φάση σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε νιτρικά ιόντα. Νιτροποίηση είναι η μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά : (Αγγελής, 2007).



Η νιτροποίηση που γίνεται στο έδαφος είναι αυστηρά **βιολογική** διαδικασία που οφείλεται, όπως είναι γνωστό, σε ένα συγκεκριμένο αριθμό **αυτότροφων βακτηρίων, (nitrifying bacteria or nitrifies)**. Όλη η διαδικασία γίνεται σε δύο στάδια και διεξάγονται αερόβια από διαφορετικούς μικροβιακούς πληθυσμούς. Η πρώτη ομάδα οξειδώνει το NH<sub>4</sub><sup>+</sup> σε NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, η άλλη οξειδώνει το NO<sub>2</sub><sup>-</sup> σε NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Τα νιτρώδη ιόντα σπανίως συσσωρεύονται στη επιφάνεια του εδάφους, δηλαδή οι δυο πορείες συνδέονται στενά χωρίς να συμβαίνει συσσώρευση νιτρικών.

Η ομάδα που οξειδώνει την αμμωνία συμπεριλαμβάνει πέντε γένη τα οποία βρίσκονται στο έδαφος (**Nitrosomonas** θάλασσα), ενώ από τα τέσσερα γένη που οξειδώνουν τα νιτρωδών σε νιτρικά, μόνο ένα το **Nitrodacter** (επιβιώνει στη θάλασσα) επικρατεί στα εδαφικά οικοσυστήματα. Άλλα βακτήρια τα οποία οξειδώνουν την αμμωνία σε νιτρώδη είναι τα **Nitrosopira**, **Nitrososoccus**, **Nitrosolobus**, **Nitrosovibrio**, ενώ τα **Nitrosopira** (θάλασσα), **Nitrospina** (θάλασσα), **Nitroccus** (θάλασσα) είναι ικανά να οξειδώνουν τα νιτρώδη σε νιτρικά. Τα **Nitobacter**, **Nitrosomonas**, **Nitrosospira**, **Nitrosococcus**, **Nitrosolobus** έχουν βρεθεί στα εδαφικά οικοσυστήματα.

Όλα είναι ικανά υποχρεωτικά αυτότροφα και αυξάνονται στο εργαστήριο σε ανόργανα θρεπτικά υποστρώματα. Ενέργεια παράγουν από την οξείδωση κατάλληλων υποστρωμάτων με  $\text{NH}_4^+$  ή  $\text{NO}_2^-$  και οι απαιτήσεις στο C από αφομοίωση του  $\text{CO}_2$ .

Ένας μεγάλος αριθμός καλλιεργήσιμων φυτών των ψυχανθών ζουν σε στενή σχέση με ειδικά βακτήρια που επάγουν τον σχηματισμό χαρακτηριστικών δομών στις ρίζες των ψυχανθών, τα φυμάτια. Το ατμοσφαιρικό άζωτο ( $\text{N}_2$ ) δεσμεύεται στα ριζικά φυμάτια και μετατρέπεται σε αζωτούχες ενώσεις, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το φυτό (Κουκουλάκης, Σιμωνής, Γκερτσής 2000).

### 3. 2. 2. Αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων και ο κύκλος του άνθρακα

Οι οργανικές ουσίες του εδάφους αποτελούν την **πηγή ενέργειας** για τους μικροοργανισμούς. Οι τελευταίοι αφομοιώνουν τις διάφορες οργανικές ενώσεις, που παράγονται κατά την αποσύνθεση των φυτικών υλικών και ελευθερώνουν αμμωνία κατά τη διάσπαση των αμινοξέων, φώσφορο από τα νουκλεϊκά οξέα, κυανίδια, και αζίδια, καθώς επίσης και ενέργεια κατά την αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων. (Gray and Williams, 1971). Επειδή το μεγαλύτερο ποσοστό των μικροοργανισμών του εδάφους είναι «ετερότροφοι» δηλ. λαμβάνουν ενέργεια από εξωτερικές και από ξένες προς αυτά, πηγές, απαιτείται ο εφοδιασμός τους με οργανική ουσία, η οποία προέρχεται από την αποσύνθεση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων. Στη φύση τα φυτικά υπολείμματα είναι πλούσια σε άνθρακα, αποτελούν τη βασικότερη πηγή ενέργειας στο εδαφικό περιβάλλον. Τα υπολείμματα αυτά προσβαλλόμενα από τους μικροοργανισμούς μετατρέπονται σε δευτερογενή υποστρώματα, και ελευθερώνουν νέες ουσίες στο εδαφικό προφίλ.

Η ταυτόχρονη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών συμβάλλει στην έκκριση διαλυτών ουσιών καθώς και στην προσθήκη οργανικών υλικών στη μάζα της ήδη υπάρχουσας οργανικής ουσίας του εδάφους. Ακολουθώς, τα οργανικά αυτά υλικά προσβάλλονται από διάφορους μικροοργανισμούς, οι οποίοι εγκαθίστανται σε αυτά υπό τη μορφή «αποικιών» σύμφωνα με την αρχή της «αλληλοδιαδοχής». Με τον όρο αυτό εννοείται η σειρά της εγκατάστασης των αποικιών των μικροοργανισμών για την ολοκλήρωση της διάσπασης των οργανικών υλικών και την μετατροπή τους σε σταθερή οργανική ουσία. Η κάθε αποικία που εγκαθίστανται σε κάποιο φυτικό υπόλειμμα επιτελεί το έργο της αποσύνθεσης και ταυτοχρόνως προετοιμάζει το υπόστρωμα για να την διαδεχθεί κάποια άλλη αποικία. Έτσι λαμβάνει χώρα μια «αλληλοδιαδοχή» αποικιών κατά την αποσύνθεση των οργανικών υλικών, η οποία είναι «αυτογενής», σε αντίθεση με την «ετερογενή» η οποία χαρακτηρίζει κυρίως τα ανώτερα φυτά, όπου παράγοντες μη σχετιζόμενοι με τα φυτά, αλλά με τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος, προσδιορίζουν τον τρόπο της «αλληλοδιαδοχής» των μεταβολών.

Μέσα στις κοινότητες των φυτών η «αλληλοδιαδοχή» των μικροοργανισμών σχετίζεται στενά με τα φυτά (Webley et al, 1952) και η «αλληλοδιαδοχή» των μικροοργανισμών που ζούνε σε αυτά μπορεί να είναι «ετερογενής» καθώς προσδιορίζεται από άλλους παράγοντες, όπως π.χ. από τις αναπτυσσόμενες ρίζες των φυτών. Γενικά, η «αλληλοδιαδοχή» των μικροοργανισμών που προκαλούν την αποσύνθεση των οργανικών υλικών στο έδαφος είναι

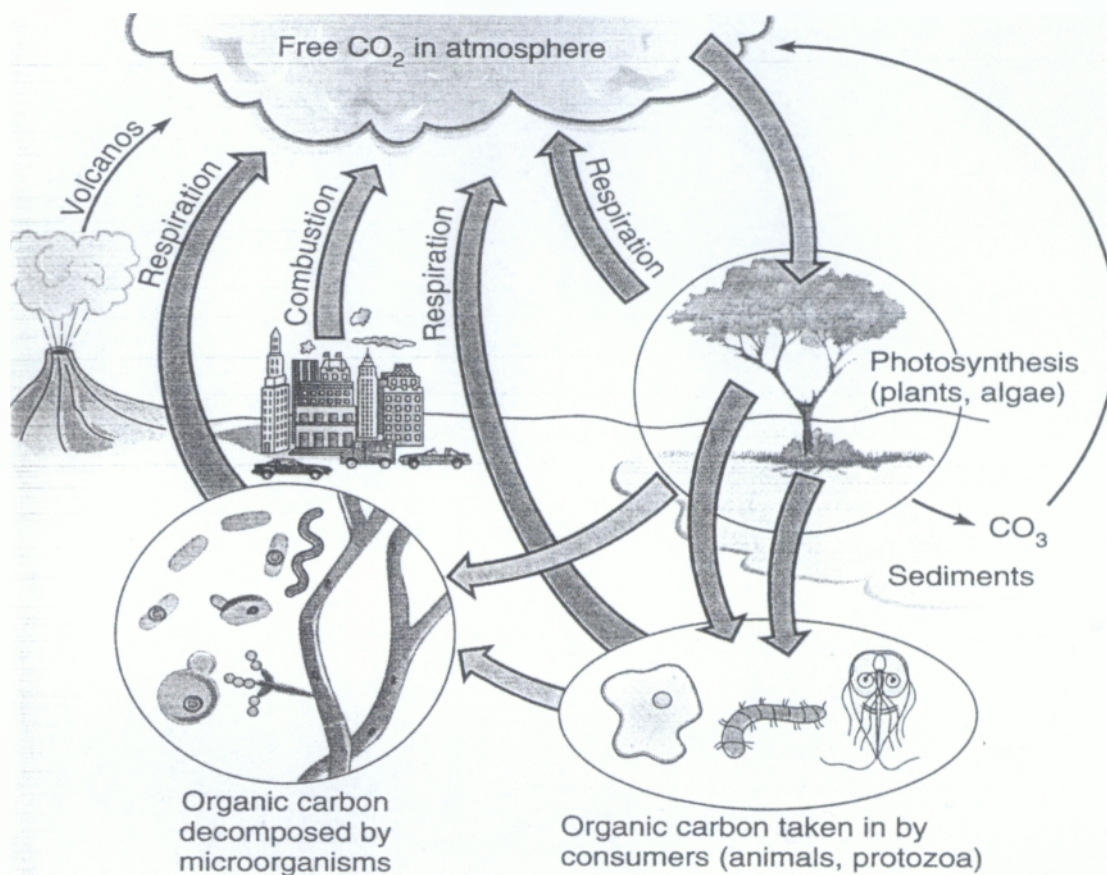
«αυτογενής» διότι η μία αποικία προετοιμάζει το υπόστρωμα για να την διαδεχτεί κάποια άλλη, χωρίς την παρεμβολή εξωτερικών παραγόντων (Gary and Williams, 1971).

Ο όρος «αλληλοδιαδοχή» αναφέρεται επίσης και τις αλληλοδιαδεχόμενες μεταβολές των φυτικών υπολειμμάτων, οι οποίες στην ουσία αντανakλούν τα διάφορα στάδια αποσύνθεσης. Όταν τα φυτικά υλικά πέφτουν στο έδαφος, κατ' αρχής διαδέχονται μία περίοδο «γήρανσης» κατά την οποία προσβάλλονται από «παρασιτικούς» μικροοργανισμούς οι οποίοι δεν είναι «σαπροφυτικοί» (Garret, 1956), αλλά εξειδικευμένοι μικροοργανισμοί, πολλοί από τους οποίους προσβάλλουν τα φύλλα (Κουκουλάκης, Σιμωνής, Γκερτσής . 2000).

Ακόμη όταν βρίσκονται πάνω στο δένδρο, ενώ μερικοί από αυτούς αποτελούν μέρος της «φυλλόσφαιρας» του φυτού (φύλλωμα). Οι παρασιτικοί αυτοί μικροοργανισμοί είναι εκείνοι που μπορούν να ξεπεράσουν την αντοχή των (χλωρών) φυτικών υπολειμμάτων στην αποσύνθεση. Οι μικροοργανισμοί αυτοί δεν είναι κοινά είδη «σαπρόφυτων» του εδάφους. Πολύ συχνά αυτοί είναι ασκομύκητες ή βασιδιομύκητες και ορισμένα είδη που σχηματίζουν «πυκνίδια» (Gray and Williams 1971). Αυτοί αργότερα αντικαθίστανται από αποικίες άλλων σαπροφυτικών μικροοργανισμών. Π. χ. Σε υπολείμματα βελονών Πεύκης (*Pinus silvestri*) εγκαθίστανται οι αδύνατοι «παρασιτικοί» μικροοργανισμοί : *Lophodermis pinastri* το *Fusicoccum bacillae* και το *Desmazierella acicola* που αρχίζουν την προσβολή, όταν ακόμα τα φύλλα (βελόνες) βρίσκονται στο δένδρο. Κατά το επόμενο στάδιο της αποσύνθεσης ( ενσωμάτωση της οργανικής ουσίας στο έδαφος ) εγκαθίστανται οι αποικίες των *Trichoderma Viride*, *Penicillium spp* και *Mortierella spp*. η διάρκεια διάσπασης των βελονών είναι πάνω από 7 έτη (Kendi and Burges, 1962, Williams and Parkinson, 1964 ). Η οργανική ουσία που παράγεται κατά την αποσύνθεση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων, συσσωρεύεται στο έδαφος και δημιουργεί μια παρακαταθήκη οργανικού άνθρακα, η οποία συμμετέχει στον «κύκλο του άνθρακα» δεδομένου ότι οξειδώνεται και παράγει CO<sub>2</sub>. το τελευταίο, εμπλουτίζει την περιεκτικότητα του ατμοσφαιρικού αέρα σε CO<sub>2</sub>.

## Ο κύκλος του άνθρακα

Στον κύκλο αυτό ο άνθρακας μεταφέρεται από το CO<sub>2</sub> τις ατμόσφαιρας από αρχικούς παραγωγούς ( πράσινα ), και δεσμεύεται στο πρωτοπλάστη τους. Ο οργανικός άνθρακας που έχει συνδεθεί παίρνεται από τους παραγωγούς και από αποσυνθέτες οι οποίοι παράγουν CO<sub>2</sub> με την αναπνοή και επαναφέρεται στην ατμόσφαιρα. (σχ. 6.). Η οξείδωση της τροφικής ύλης και ηφαιστειώδεις εκρήξεις επίσης ελευθερώνουν το CO<sub>2</sub>. Μερική ποσότητα του CO<sub>2</sub> μετατρέπονται σε ανόργανο αιώρημα σε οργανισμούς που συνθέτουν το σκελετό από ανθρακικά άλατα ( CO<sub>3</sub> ). Με τη πάροδο του χρόνου, με τη φυσική διαδικασία κατά την αντικατάσταση σε άνθρακα του σκελετού μπορεί να ελευθερώνει το CO<sub>2</sub> ( Talaro, 1999 ). Οι μικροοργανισμοί συμμετέχουν ενεργά στη δέσμευση του οργανικού C υπό τη μορφή της οργανικής ουσίας, στην απελευθέρωση του CO<sub>2</sub>, το οποίο είναι απαραίτητο για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, μέσο της οποίας ο C ενσωματώνεται στη φυτομάζα, ενώ μέσω των φυτικών υπολειμμάτων (η αποσύνθεσή των φυτών γίνεται από τους μικροοργανισμούς) ο άνθρακας πάλι επιστρέφει στο έδαφος (Madigan, Martinko, Parker, 2005).



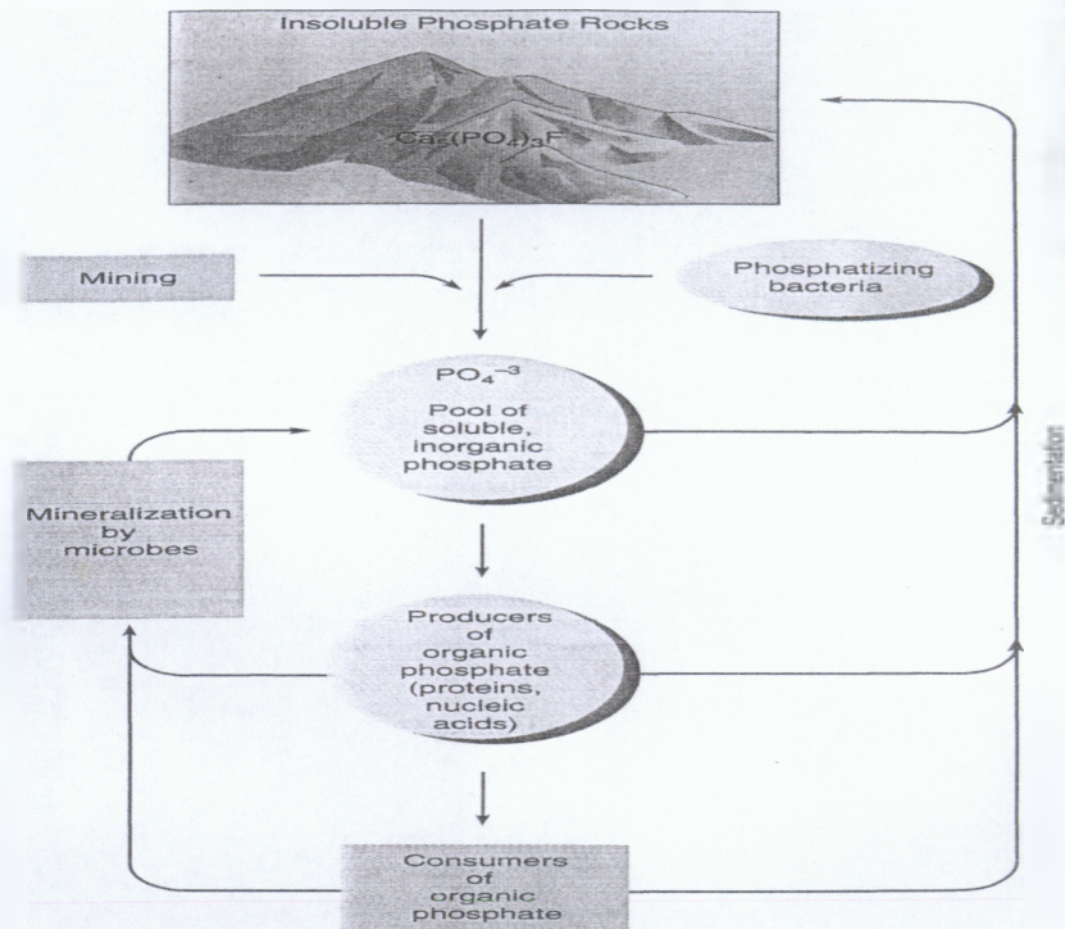
Σχ.6. Σχηματική αναπαράσταση της ανακύκλωσης του Άνθρακα. Πηγή ( Κουκουλάκης, Σιμωνής, Γκερτσής 200 ).

Έτσι, ο C ενσωματώνεται στα φύλλα, στους κλάδους, στο κορμό, τις ρίζες και στους καρπούς. Μέρος ή και ολόκληρα τα φυτά μπορεί να επιστραφούν στο έδαφος, ενώ από τον C των καρπών και των λοιπών φυτικών μερών, που καταναλώνονται από τα ζώα επιστρέφουν στο έδαφος κατά ένα ποσοστό που ποικίλλει με το είδος του φυτού, της παραγόμενης κοπριάς, το είδος του ζώου και γενικότερα με τις επικρατούσες συνθήκες. Στο «κύκλο του άνθρακα» συμμετέχουν και άλλες πηγές CO<sub>2</sub> όπως οι ανθρακικές και ιδατανθρακικές ενώσεις, οι μικροοργανισμοί καθώς και τα διάφορα φυτικά υπολείμματα, τα οποία κατά τα αρχικά στάδια διάσπασης τους, πριν ή σταθεροποιηθούν ως οργανική ουσία, συμμετέχουν στην παραγωγή CO<sub>2</sub>.

Γενικά η συμβολή αυτή σε CO<sub>2</sub> στο «κύκλο του άνθρακα» εξαρτάται από το αγρο-οικοσύστημα και τις παραμέτρους. Τα υπέργεια φυτικά υπολείμματα, μετά τη συγκομιδή του καρπού, ενσωματώνονται στο έδαφος, ενώ από τον C των καρπών, που καταναλώνονται από τα ζώα ως τροφή, 50% περίπου χρησιμοποιείται κατά την αναπνοή των ζώων, ενώ από τον C που παραμένει, ένα μέρος του αφομοιώνεται από τα ζώα για την αύξηση του βάρους και το υπόλοιπον εκκρίνεται ως κοπριά και εφαρμόζεται στο έδαφος.

Καθώς οι μικροοργανισμοί του εδάφους αποσυνθέτουν τα φυτικά υπολείμματα και την κοπριά, μετατρέπουν το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού C των υπολειμμάτων αυτών σε CO<sub>2</sub>. Έτσι, περίπου 85% του C των υπέργειων και περίπου 75 % του C των ριζικών υπολειμμάτων των φυτών και τις κοπριάς χάνεται ως CO<sub>2</sub>. Κατά συνέπεια το 15% των υπέργειων φυτικών υπολειμμάτων, 33% των υπολειμμάτων των ριζών και κοπριάς, επίσης το 11% του C του καρπού χουμποποιούνται. Βεβαίως τα ποσά αυτά ποικίλουν κατά περίπτωση ανάλογα με της συνθήκες και το είδος της καλλιέργειας. Οι διαφορές που υπάρχουν, παρατηρούνται ανάλογα με το ρυθμό οξείδωσης του χούμου, ή την διάσπαση των φυτικών (υπέργειων και υπόγειων) υπολειμμάτων. (Κουκουλάκης, Σιμωνής, Γκερτσής. 2000).

### 3. 2. 3. Ο κύκλος του φωσφόρου.



Σχ.7. Σχηματική αναπαράσταση του κύκλου του φωσφόρου. Πηγή ( K.P. Talaro, A. Talaro).

Ο Φώσφορος βρίσκεται στο έδαφος σε οργανική και ανόργανη μορφή. Την ανόργανη μορφή του φωσφόρου αποτελούν κυρίως ορυκτά όπως ο απατίτης, ενώ ο οργανικός φώσφορος βρίσκεται υπό μορφή φωσφορικού . Η ολική περιεκτικότητα του εδάφους σε φώσφορο κυμαίνεται μέσα σε μεγάλο όριο από 0,02% έως 1%. Το μεγαλύτερο μέρος του φωσφόρου βρίσκεται στο έδαφος σε αδιάλυτη μορφή. Οι αφομοιώσιμες για τα φυτά μορφές είναι τα διαλύματα  $\text{HPO}_4^-$ , και  $\text{H}_2\text{PO}_4$  ωστόσο υπάρχουν συνήθως σε πολύ μικρή ποσότητα.

## Κεφάλαιο 4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΟΜΟΡΦΙΑ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΑΓΡΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Είναι γνωστό ότι η έννοια που δημιουργείται από τη λέξη περιβάλλον έχει ποικίλλες διαστάσεις, ανάλογα με τη σκοπιά από την οποία το εξετάζει κανείς. Από τη σκοπιά των θετικών επιστημών «περιβάλλον» θεωρείται το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων που αλληλοεπιδρώντας επηρεάζουν την ποιότητα ζωής, την ανάπτυξη της κοινωνίας και γενικότερα την οικολογική ισορροπία. Το περιβάλλον αποτελούν το έδαφος, το υπέδαφος, τα υπόγεια και επιφανειακά νερά, η θάλασσα, ο αέρας, η χλωρίδα, η πανίδα, οι φυσικοί πόροι και τα στοιχεία πολιτισμού έτσι όπως διαμορφώθηκαν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα παραπάνω στοιχεία, με την πάροδο των αιώνων, έχουν έρθει σε μια πολύπλοκη κατάσταση αλληλεπιδράσεων και ισορροπιών και έχουν διαφοροποιηθεί σε πολλά και μεγάλα οικοσυστήματα. Ο άνθρωπος από την ύπαρξή του πάνω στη γη επιδρά στο περιβάλλον με διάφορες δραστηριότητες, οι οποίες, όταν ξεπεράσουν ορισμένα όρια, διαταράσσουν τις ισορροπίες που διέπουν τα οικοσυστήματα.

Η ποσοτική μεταβολή του πληθυσμού των μικροοργανισμών (μύκητες, βακτηρίδια, ακτινομύκητες, φύκι, πρωτόζωα και ιοί), από την άποψη της παραγωγής 'βιομάζας', εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες στο περιβάλλον. Με άλλα λόγια η ποικιλομορφία των μικροοργανισμών, η επικράτηση του ενός ή του άλλου είδους των μικροοργανισμών και γενικά οι πληθυσμοί τις μικροχλωρίδας και μικροπανίδας του εδάφους εξαρτάται άμεσα από τις χημικές και φυσικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν των κάθε τύπο εδάφους. Η μεταβολή αυτών των φυσικών και χημικών παραμέτρων του εδάφους, π. χ. της ξήρανσης και ύγρυνσης, της θερμοκρασίας, του pH του εδάφους συνεπάγεται με αντίστοιχες αλλαγές στο μικροβιακό πληθυσμό του εδάφους. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί το γεγονός ότι οι μύκητες επικρατούν κυρίως σε «όξινα δασικά εδάφη, ενώ τα βακτηρίδια υπερέχουν συνήθως στα κατακλυσμένα λασπώδη και ελώδη εδάφη. Αντιθέτως όταν οι φυσικές και οι χημικές συνθήκες παραμένουν σχετικά σταθερές, η μικροχλωρίδα και η μικροπανίδα του εδάφους δεν μεταβάλλονται ούτε αριθμητικά ούτε και από πλευράς βαθμού δραστηριότητας. Σε αυτή την περίπτωση ο αριθμός αναπαραγωγής των μικροοργανισμών είναι περίπου αντίστοιχος με εκείνο των θανάτων (Henis, 1986, Κουκουλακης, Σιμωνης, Γκερτσης, 2000).

Επίσης, τόσο στον αριθμό των μικροοργανισμών όσο και στην ενεργητικότητα τους επιδρούν οι διάφορες ανθρώπινες παρεμβάσεις (π.χ. απολύμανση του εδάφους, ρύπανση με τοξικές ουσίες, φυτοφάρμακα). Η άσκηση της σύγχρονης γεωργίας προϋποθέτει την ανάπτυξη ενός επιλεγμένου είδους φυτού σε μια μεγάλη έκταση, πράγμα που έρχεται σε σύγκρουση με την οικολογική ισορροπία η οποία στηρίζεται στην ταυτόχρονη παρουσία πολλών διαφορετικών οργανισμών στην ίδια περιοχή, συνδεδεμένων με λεπτές και πολύπλοκες σχέσεις αλληλεξάρτησης τόσο μεταξύ τους όσο και με το αβιοτικό περιβάλλον τους. Οι επεμβάσεις του ανθρώπου πάνω στη φύση λειτουργούν σαν επιλεκτικές δυνάμεις νέες και άγνωστες για το οικοσύστημα που καταστρέφουν τις παλιές ισορροπίες και δημιουργούν νέες. Οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στη γεωργική πράξη παρουσιάζουν υψηλή βιολογική δραστηριότητα έναντι πολλών οργανισμών συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση τους δημιουργεί κινδύνους για το οικοσύστημα με την καταστροφή και ωφέλιμων οργανισμών ενώ η μακροχρόνια έκθεση δημιουργεί έναν αστάθμητο κίνδυνο για τη ζωή και την υγεία των καταναλωτών (Δημόπουλος, 2004).

#### 4. 1. Ρύπανση, Μόλυνση, Αλλοίωση των Εδαφών

Οι χημικές ρυπάνσεις του εδάφους προέρχονται από χημικές ουσίες που απορρίπτονται στο έδαφος ή εφαρμόζονται άμεσα ή το ρυπαίνουν με τη διάδοση τους στο περιβάλλον. Εδώ ανήκουν οι πλαστικές ύλες, τα φυτοφάρμακα, τα λιπάσματα, τα αεροζόλ.

Τα τελευταία χρόνια στα οικοσυστήματα αρκετά προβλήματα δημιουργούν τα βαρέα μέταλλα, όπως στην αφομοίωση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά και στην ανάπτυξη των εδαφικών μικροοργανισμών. Εξαιτίας της ραγδαίας εξέλιξης της βιολογικής και χημικής τεχνολογίας έγινε εκτεταμένη εκμετάλλευση των τοξικών χημικών στοιχείων μεταξύ τους και των βαριών μετάλλων. Σε αντίθεση με τις άλλες χημικές ενώσεις τα βαριά μέταλλα δεν αποικοδομούνται, αλλά συσσωρεύονται σε τοξικά για το περιβάλλον επίπεδα. Έχουν την δυνατότητα να συσσωρεύονται στα σώματα διάφορων οργανισμών συμπεριλαμβανομένων και τα φυτά ( βιοσυσσώρευση), και μέσω διατροφής να καταλήξουν στο ανθρώπινο σώμα σε τοξικές ποσότητες. (Κουμιτζή, Φυτιάνου, Σαμαρά – Κωνσταντίνου. 1998. ). Κατά συνέπεια, τα τελευταία χρόνια αποτελούν σοβαρό περιβαλλοντικό κίνδυνο, επιδρούν αρνητικά στα φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα, και, αναμφισβήτητα, στην ανάπτυξη της μικροχλωρίδας εδάφους. Τα βαριά μέταλλα – υδράργυρος (Hg), μόλυβδος (Pb), κάδμιο (Cd), αρσενικό (As ), ψευδάργυρος (Zn), αργίλιο (Al) από άποψη της χημείας είναι ένας τύπος χημικών στοιχείων τα οποία σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι τοξικά για το άνθρωπο. Μεταξύ των άλλων και η εδαφική μικροχλωρίδα απειλείται από την υπερβολική συσσώρευση των βαρέων μετάλλων στο έδαφος, αν και οι διαφορετικές φυσιολογικές κατηγορίες μικροοργανισμών αντιδρούν ανάλογα με την συγκέντρωση και το είδος του μετάλλου. Βρέθηκε, ότι τα υψηλά επίπεδα Pb σε συνδυασμό με την αυξημένη ποσότητα νιτρικών δημιουργούν μια πολύ τοξική για τους μικροοργανισμούς κατάσταση (Παπαδοπούλου Μ. (2009). Οι νιτροποιητές και ακτινομυκήτες είναι οι πιο ευαίσθητες ομάδες στο σύνολο των μικροοργανισμών. Ο μικροβιακός πληθυσμός των αμμωνιοποιητών και νιτροποιητών μειώνεται σημαντικά με την αύξηση των επιπέδων μόλυβδου στο έδαφος, υποδηλώνοντας τη μείωση της ταχύτητας ανοργανοποίησης και νιτροποίησης σε συνθήκες υψηλής περιεκτικότητας Pb στο έδαφος, που οδηγεί σε έλλειψη των αφομοιώσιμων για τα φυτά μορφών αζώτου. Ανάλογα αποτέλεσμα έχουν αναφερθεί από τους Bewley and Stoszky, (1983). Οι Rother et al., (1982) διαπίστωσαν ότι η νιτροποίηση της πεπτόνης είχε ελαττωθεί περισσότερο σε σύγκριση με τη αμμωνιοποίηση μετά από την προσθήκη Pb. Ο αριθμός των βακτηρίων της νιτροποίησης ήταν πιο ευαίσθητος στην μόλυνση σε σχέση με τις ομάδες ετερότροφων βακτηρίων που συμμετέχουν στην ανοργανοποίηση. Επίσης σε δείγματα εδάφους όπου προσδιορίστηκε ο συνολικός αριθμός των μυκήτων, βακτηρίων και ακτινομυκήτων, και ο αριθμός των σημαντικών φυσιολογικών μικροβιακών κατηγοριών βρέθηκε σημαντική μεταβολή του αριθμού αυτών των μικροοργανισμών και ειδικά των πληθυσμών υπεύθυνων για την αποσύνθεση της κυτταρίνης στο έδαφος. Κατά την μελέτη της επιρροής του Pb στη ταχύτητα αποσύνθεσης των διάφορων οργανικών υλικών (π.χ. γλυκόζη, άμυλο, κυτταρίνη), οι Doelman, με τους συνεργάτες του (1979) συμπέραναν, ότι ο Pb αύξησε σημαντικά τον χρόνο αποσύνθεσης των υλικών, γεγονός που αποδόθηκε σε προσαρμογή ή μετάλλαξη των ιδιοτήτων των μικροοργανισμών ή σε αλλαγές στη μικροβιακή σύνθεση κατά την οποία εμφανίζονται ανθεκτικές στο Pb ομάδες μικροοργανισμών. Στις επεμβάσεις με υψηλά επίπεδα μόλυβδου, (100  $\mu\text{g g}^{-1}$  Pb ) ο αριθμός των μυκήτων και ακτινομυκήτων ήταν σχετικά χαμηλός. Τα παραπάνω υποδηλώνουν την σημαντική ελάττωση της αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας στο έδαφος και κατά συνέπεια την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων κάτω από συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης εδαφικού Pb. (Doelman 1979, Giller., 1998). Ως τόσο ο αριθμός των ετερότροφων μυκήτων και βακτηρίων, δεν επηρεάστηκε σημαντικά, πιθανών εξαιτίας της γρήγορης ανάπτυξης άλλων ανθεκτικών ομάδων ή την προσαρμογή και μετάλλαξη τους. (Doelman and Haanstra 1979, H. Babich 1985, M. Akmal et al, 2005.).Μια από τις κυρίες πηγές μόλυνσης της φυτικής παραγωγής είναι η αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων όπως είναι τα χαλκούχα, που

οδηγεί στην συσσώρευση των βαρέων μετάλλων, επηρεάζει τη μικροβιακή δραστηριότητα και κατά συνέπεια την βιολογική αποσύνθεση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων, την ανοργανοποίηση του οργανικού άνθρακα και αζώτου και τη νιτροποίηση. Συνεπώς μεταβάλλεται η παρουσία πολλών θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος που έχουν καθοριστικό ρόλο στην θρέψη και ανάπτυξη των φυτών. Στα πειράματα με το μαρούλι διαπιστώθηκε ότι ο χαλκός είναι σημαντικό για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικό στοιχείο, ωστόσο οι υψηλές συγκεντρώσεις του επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη καθώς και στην ποικιλομορφία, μικροβιακή βιομάζα και δραστηριότητα των διαφόρων ομάδων των εδαφικών μικροοργανισμών. Η προσθήκη του μετάλλου στο έδαφος (100 ppm Cu) σε συνδυασμό με διαφορετικά επίπεδα αζώτου ευνόησε την ανοργανοποίηση του N, αλλά η υψηλότερη δόση Cu (300 ppm) την επηρέασε αρνητικά. Παρόλο που η προσθήκη του Cu μείωσε την αμμωνιοποίηση της πεπτόνης δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της μείωσης της αμμωνιοποίησης και της μείωσης των συγκεντρώσεων Cu. Αντιθέτως, η δραστηριότητα της νιτροποίησης της πεπτόνης και του  $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$  ελαττώθηκε με την πρόσθεση Cu. Θεωρείται ότι, το περιβάλλον μολυσμένο με β.μ. έχει δυο χαρακτηριστικά 1) μείωση των αριθμών και της ποικιλότητας των μικροοργανισμών 2) ανάπτυξη των μικροβιακών ποικιλιών ανθεκτικών στην επίδραση των β.μ. (Tyler, 1981). Για την ευαισθησία των μικροοργανισμών στα βαρέα μέταλλα, όπως όλων των άλλων συστατικών της βιότας μίλησε ο H. Babich and G. Stotzky (1985) και πολύ άλλοι. Στις έρευνες τους, το έδαφος που πάρθηκε από 15 χιλ από ένα χυτήριο μόλυβδου και περιείχε 28 000 ppm Pb, 972 ppm As, 599 ppm Cu, 151 ppm Cd είχε λιγότερα βακτήρια, μαζί με ακτινομύκητες, μύκητες σε σχέση με το μάρτυρα που πάρθηκε 1000 χιλ από ένα χυτήριο που περιείχε 703 ppm Pb, 57 ppm As, 73 ppm Cu, 5 ppm Cd (Bisessar, 1982). Παρόμοια αποτελέσματα έχουμε σε δείγματα εδάφους που παρήχθησαν 2 χμ. μακριά από το χυτήριο ψευδαργιού με εξής περιεχόμενο 80 000 ppm Zn, 1500 ppm Cd, 1100 ppm Pb (Jordan and Lechevalier, 1975). Το έδαφος που πάρθηκε από ένα άλλο χυτήριο ψευδαργιού που είχε 478 και 25,5 ppm Zn και Cd αντίστοιχα είχε χαμηλότερους αριθμούς ακτινομυκήτων και μυκήτων άλλα όχι ολικών βακτηρίων από ότι το κοντρόλ έδαφος που περιείχε 282 ppm Zn 10 ppm Cd. Ωστόσο ο μάρτυρας - έδαφος περιείχε μεγαλύτερους αριθμούς των ειδών του γένους *Nitrosomonas* (Pancholy et al., 1975). Χαμηλότεροι αριθμοί βακτηριών, ακτινομυκήτων και μυκήτων παρατηρήθηκαν σε έδαφος μολυσμένο με απόβλητα ορυχείου και το οποίο περιείχε 21.230 ppm. Pb και 1273 ppm Zn από ότι το κοντρόλ έδαφος που περιείχε 274 ppm Pb και 79 ppm Zn (Williams et al., 1977). Όταν μετρήθηκε η βιομάζα των μυκήτων και η ποικιλομορφία των ειδών στο έδαφος καλυμμένο από κωνοφόρα και περιείχε έως και 20.000 ppm Cu και Zn, διότι στην περιοχή βρισκόταν ένα εργοστάσιο ορείχαλκου, ανακαλύφθηκε ότι η βιομάζα των μυκήτων συρρικνώθηκε έως και 75% , με την αύξηση της ποσότητας των β. μ. Η σύσταση των ειδών των μυκήτων επίσης επηρεάστηκε από την παρουσία των βαρέων μετάλλων, όπως η συχνότητα των ειδών του γένους *Penicillium* και *Oidiodendrum*, που μειώθηκε από περίπου 30% και 20% αντίστοιχα. Ενώ, τα είδη του γένους *Mortierella* sp. απομονώθηκαν πιο συχνά σε εδάφη όχι πολύ μολυσμένα με μέταλλα, κοντά στο εργοστάσιο ορείχαλκου ή με ελάχιστη μείωση. Επίσης αυξήθηκαν και ήταν άφθονα κοντά στο εργοστάσιο και κάποιες άλλες τάξεις μυκήτων, π.χ., *Geomyces* (από 1 έως 10%), *Paecilomyces* (από 0 έως 10%), (Nordgren et al., 1983, Babich, Stotzky, 1985). Σε άλλες έρευνες στα εδάφη που περιείχαν Pb και απόβλητα μολυσμένα με μέταλλα η μάζα των μυκήτων μειώθηκε, αν και το ATP και η πυκνότητα των βακτηρίων ήταν μεγαλύτερα, (Ausmus et al., 1978). Στα εδάφη με οργανική ουσία στα οποία προστέθηκαν 2% οργανικά μέταλλα συν 500 ppm Pb μετά από 4 μήνες παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού των βακτηρίων και μείωση του αριθμού των μυκήτων, ωστόσο στα εδάφη με συγκέντρωση του Pb 5000 ppm ο αριθμός των μυκήτων αυξήθηκε αλλά των βακτηρίων μειώθηκε μετά από 4 μήνες. Η πρόσθεση 500 ppm Pb σε έδαφος κήπου με 2% fuel oil είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθεί ο αριθμός των μυκήτων, αλλά να μειωθεί ο αριθμός των βακτηρίων και μαζί ο αριθμός βακτηρίων και μυκήτων είχε μειωθεί μετά από 4 μήνες από την πρόσθεση του 5000 ppm Pb (Jensen, 1977). Τα β. μ. επίσης επιδρούν στον αριθμό και τη



ποικιλομορφία των φυσιολογικών ομάδων των υδρόβιων οικοσυστημάτων. Έτσι παρατηρήθηκε μειωμένη ανάπτυξη του φυτοπλαγκτόν στις εκβολές των ποταμών που περιείχαν τα εξής 10 nm του Hg ή 1000 nm Cd, Pb ή Zn (Hollibaugh et al., 1980). Από την άλλη πλευρά σε εδάφη που περιείχαν β.μ. επίσης είχαν παρατηρηθεί ποικιλίες ετερότροφων μικροοργανισμών ανθεκτικών σε β.μ. (e.g. Jensen, 1977, Doelman and Haanstra 1979, Bewley and Stotzky, 1983). Για παράδειγμα απομονώθηκαν βακτήρια και μύκητες από το έδαφος μολυσμένο με απόβλητα ορυχείου που είχαν υψηλότερη αντοχή στο Pb σε σχέση με μύκητες από μη μολυσμένα εδάφη (Williams et al., 1977). Ως δείκτης της επίδρασης των β.μ. έχει χρησιμοποιηθεί ο βαθμός της έκκλισης του CO<sub>2</sub> από το έδαφος. Έτσι η έκκλιση του CO<sub>2</sub> σε διάρκεια 12 εβδομάδων μειώθηκε σε ένα αμμώδες όξινο έδαφος με 1000 ppm διαφόρων μετάλλων και αυτό έδειξε το βαθμό τοξικότητας των μετάλλων που ήταν Ni>Pb>Cu>Zn ( Bhuiya and Cornfield, 1972). Τα διάφορα β.μ. επιδρούν διαφορετικά, πάνω στις διαδικασίες σχετικά με το κύκλο το N, όπως είναι η ανοργανοποίηση του N, αμμωνιοποίηση, νιτροποίηση. Ο βαθμός επίδρασης των β.μ. επίσης εξαρτάται από φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους ( Lees, 1948). Οι υπό αναερόβιες συνθήκες σε αργιλώδη εδάφη ο ρυθμός της νιτροποίησης διεγείρεται από 100 έως 1000 ppm Mn ή Cu και από 100 ppm Zn αλλά ήταν ανεπηρέαστο στα 1000 ppm Zn. Σε αεροβικές συνθήκες για το ολικό N ανοργανοποίηση παρατηρείται διέγερση στα 100 ppm Cu και ανάσχεση από 100 έως 1000 ppm Mn ή Zn αλλά δεν επηρεάστηκε από 1000 ppm Cu (Premi and Cornfield, 1969). Παρόλο που η πρόσθεση των 5000 ppm Cd και Zn ή του 10000 ppm Pb μειώνει την αμμωνιοποίηση της πεπτόνης δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της μείωσης της αμμωνιοποίησης και της μείωσης των συγκεντρώσεων των β. μ. Η νιτροποίηση της πεπτόνης είχε μειωθεί με την πρόσθεση 1000 ppm Cd ή Zn και 10000 ppm Pb και ήταν πιο ευαίσθητο σε σχέση με την διαδικασία της αμμωνιοποίησης (Rother et al., 1982). Το Cd – 1000 ppm δεν επηρέασε την αμμωνιοποίηση στα όξινα εδάφη, ενώ η νιτροποίηση μειώθηκε από 500 ppm Cd και ακόμα περισσότερο στα 1000 ppm (Bewley and Stotzky, 1983). Στα χαρακτηριστικά του εδάφους παίζουν σημαντικό ρόλο τα οξέα που σχηματίζονται στη φύση. Η αύξηση της συγκέντρωσης H<sup>+</sup> στο νερό της βροχής οδηγεί σε απομάκρυνση βασικών συστατικών τους, σαν συνέπια του φαινομένου ιονανταλλαγής που λαμβάνει χώρα. Κατά το φαινόμενο αυτό ιόντα Ca<sup>2+</sup> και Mg<sup>2+</sup> ανταλλάσσονται στο έδαφος από ιόντα H<sup>+</sup>. Η ανταλλαγή ευνοείται από την υψηλή περιεκτικότητα της όξινης βροχής σε SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> τα οποία ελάχιστα συγκρατούνται από το έδαφος και φεύγουν στο νερό συνοδευόμενα από κατιόντα. Είναι ένα παράδειγμα το πώς επηρεάζονται οι ιδιότητες ενός εδάφους από τις όξινες βροχές, δηλαδή η βροχές με το pH χαμηλότερο του φυσιολογικού. (κάτω από 5,6). Η οξύτητα του νερού της βροχής οφείλεται στην παρουσία κυρίως ισχυρών οξέων H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και HNO<sub>3</sub>. Σχετικά με την επίδραση των NO<sub>3</sub><sup>-</sup> στο έδαφος πιστεύεται ότι αυτά μπορούν να προκαλέσουν οξίνιση του εδάφους τουλάχιστο σε περιοχές με μικρή βλάστηση. Αντιθέτως σε περιοχές, όπου υπάρχει βλάστηση, η οξίνιση του εδάφους από HNO<sub>3</sub> είναι μηδενική, όταν η ταχύτητα παραγωγής NO<sub>3</sub><sup>-</sup> δεν είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα βιολογικής πρόσληψής τους. Ο κίνδυνος της όξινης βροχής οφείλεται και στο γεγονός ότι με την ελάττωση του pH του νερού της βροχής απελευθερώνονται από το έδαφος στο περιβάλλον τοξικά μέταλλα, όπως ο μόλυβδος, χαλκός, ψευδάργυρος, κάδμιο και υδράργυρος. (Κουιμτζή, Φυτιάνου, Σαμαρά – Κωνσταντίνου. 1998). Γενικά το έδαφος αντιστέκεται καλύτερα στις επιπτώσεις της όξινης βροχής σε σχέση με τα ποτάμια και της λίμνες. Η ευπάθειά του διαφέρει ανάλογα με το τύπο του. Το είδος του βροχώδους υποστρώματος που καλύπτει και τη χρήση, στην οποία υποβάλλεται. Τα ποιο ευπαθή εδάφη είναι που έχουν βραχώδες υπόστρωμα από γρανίτη, γνεύσιο ή χαλαζία. Η περιεκτικότητα των εδαφών αυτών σε ανθρακικό ασβέστιο είναι χαμηλή, επομένως η ικανότητα τους να εξουδετερώνουν τα οξέα που δέχονται είναι μικρή. (Κουιμτζή, Φυτιάνου, Σαμαρά – Κωνσταντίνου. 1998). Η βλάστηση γενικά συμβάλλει στην ανάπτυξη της υπόγεια βιομάζας, καθώς οι εκκρίσεις από την ριζόσφαιρα αποτελούν άμεσα διαθέσιμη τροφή για τους μικροοργανισμούς (Hamilton 2001).

#### 4. 2. Η επίδραση διάφορων μεθόδων διαχείρισης του εδάφους της συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας στην λειτουργία της εδαφικής μικροχλωρίδας ωφέλιμης και φυτοπαθολογικής

Στο αγρό η εδαφική μικροβιακή δραστηριότητα, η βιοποικιλότητα ελέγχονται από τις μεταβολές του περιβάλλοντος και από τους τρόπους χειρισμού των αγροτικών εδαφών. Η επιστημονικές μελέτες που αφορούν την συγκρίσει φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και την ανάπτυξη των εδαφικών μικροβιολογικών πληθυσμών στα εδάφη με συμβατική και βιολογική γεωργία, συμπέραναν ότι ο τρόπος διαχείρισης του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο στην διαφοροποίηση αυτών των παραμέτρων. Σημειώθηκαν διαφορές στη μικροβιακή βιομάζα και την μικροβιακή δραστηριότητα, που εκτιμήθηκε είτε με την εδαφική αναπνοή, είτε με την N και C απονιτροποίηση (Grunwald, Hu, van Bruggen, 2000., Hiddink et.al. 2005, Melero et al., 2005, Araiyo et. al. 2008). Μερικές έρευνες που έγιναν στην Ευρώπη είχαν ως κύριο στόχο και την μελέτη της επίδρασης της βιολογικής διαχείρισης του εδάφους στην ανάπτυξη των φυτοπαθολογικών μικροοργανισμών, δείχνοντας ότι η εξέλιξη ορισμένων ασθενειών του ριζικού συστήματος και των βλαστών π.χ. στο σιτάρι και τα τεύτλα (*Phytophthora parasitica* corky root *Pyrenochaeta lycopersici*), ήταν λιγότερα οξύ σε βιολογικές και μειωμένες καλλιέργειες. (Grunwald, Hu, van Bruggen, 2000). Ο Hiddink G.A., με τους συνεργάτες του μελέτησαν την επίδραση της βιολογικής καλλιέργειας, όπου χρησιμοποιείται οργανική λίπανση, στην ανάπτυξη των παθογόνων μυκήτων εδάφους, που προκαλούν ασθένειες στο σιτάρι, βρώμη και επίσης την συμπεριφορά των ανταγωνιστών τους (Hiddink G.A. Van Bruggen H.C., Termorshuizen A.J., Raaijmakers J.M., and Semenov A.V., 2005), και βρήκαν μικρή, αλλά σημαντική διαφορά στην ανάπτυξη της ασθένειας και του παθογόνου μύκητα *Gaeumannomyces graminis var tritici*, ενώ παρατηρήθηκε υψηλή μικροβιακή δραστηριότητα των ανταγωνιστών του όπως του βακτηρίου *Pseudomonas fluorescens*.

Η συμβατική καλλιέργεια έχει σημαντικό ρόλο στην βελτίωση γεωργικής παραγωγικότητας που γνώρισε η ανθρωπότητα. Όμως αυτό το σύστημα είναι σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένο από εντατική χρήση χημικών. Αλλά η εντατική χρήση των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στην συμβατική γεωργία προκάλεσε την μόλυνση του εδάφους, του υπόγειου νερού και τις ατμόσφαιρας. Από την άλλη μεριά η βιολογική καλλιέργεια δεν χρησιμοποιεί συνθετικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα, και έτσι προστατεύει το περιβάλλον. Η ελάττωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων με την ολοκληρωμένη γεωργία συνδέεται με την μείωση εισαγωγής θρεπτικών ουσιών και την ορθολογική χρήση της κοπριάς και των λιπασμάτων, ελαττώνει την χρήση των φυτοφαρμάκων.

(Bloem, et. al. 1992, Vandermer, 1995). Σχετικά πρόσφατα μια ομάδα ερευνητών της Βραζιλίας ασχολήθηκαν με την μελέτη της μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους της συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας του αραβόσιτου (Araiyo, et. al. 2009). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η βιολογική πρακτική έχει θετική συμβολή στην αποσυμπίεση, και στην βελτίωση του πορώδους του εδάφους. Το έδαφος υπό βιολογική διαχείριση έχει μεγαλύτερη ποσότητα ολικού εδαφικού άνθρακα C, παρουσιάζει υψηλότερη δραστηριότητα και βιομάζα σε σχέση με συμβατική διαχείριση του εδάφους. Η αύξηση έχει προκληθεί από υψηλές εισαγωγές του οργανικού υλικού ως ενεργητικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη μικροβιακών κοινοτήτων που επιταχύνουν την ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών. (Araiyo, et. al. 2009). Βρέθηκε ότι ο εδαφικός οργανικός άνθρακας ήταν υψηλότερος σε βιολογική καλλιέργεια σε σύγκριση με το έδαφος - μάρτυρα (20,5 σε βιολογική καλλιέργεια, 7,2 σε συμβατική και 15,5 στον έδαφος - μάρτυρα, στο τέλος του τρίτου χρόνου της διαφορετικής διαχείρισης). Όμοια αποτελέσματα είχαν παρατηρηθεί για την εδαφική μικροβιακή βιομάζα C (C mic), ότι αφορά την διαφορά μεταξύ υπό βιολογικής και συμβατικής διαχείρισης του εδάφους. Το 2005 το (C mic) ήταν 89,4, 64,5 και 90 mg kg<sup>-3</sup> σε βιολογική, συμβατική και μάρτυρα αντίστοιχα, αλλά το 2006 η περιεκτικότητα σε C mic ήταν 120.5, 72 και 101mg kg<sup>-3</sup> σε βιολογική, συμβατική και μάρτυρα αντίστοιχα. (Araiyo, et. al. 2009). Επίσης η

εδαφική πυκνότητα και του πορώδους του εδάφους ήταν χαμηλό και υψηλό αντίστοιχα σε βιολογική καλλιέργεια σε σχέση με συμβατική και μάρτυρα, μετά από τρία χρόνια διαχείρισης. Στο τέλος του τρίτου χρόνου η εδαφική πυκνότητα ήταν 1,31 , 1,42 , 1,52 g cm<sup>-3</sup> σε βιολογική, μάρτυρα και συμβατική αντίστοιχα. ( Aragão, et. al. 2009). Όμοια αποτελέσματα στο παρελθόν αναφέρουν ο Swezey et al. (1998), και Glover et. al (2000) συγκρίνοντας την βιολογική καλλιέργεια με την συμβατική καλλιέργειας της μηλιάς. Σε αντίθεση με την περιεκτικότητα σε ολικό οργανικό άνθρακα η εδαφική πυκνότητα μειώνεται σημαντικά ( $P < 0.05$ ) υπό την βιολογική πρακτική. Η πρόσθεση του κομπόστ στην βιολογική καλλιέργεια συμβάλει στην αποσυμπίεση του εδάφους. η μείωση της πυκνότητας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του πορώδους του εδάφους. Αυτή η επίδραση της βιολογικής καλλιέργειας είναι σημαντική, διότι βελτιώνονται οι συνθήκες ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών και η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. (Valpassos, Cavalcante, Cassiolato, Alves, 2001.) Την επίδραση της συμβατικής διαχείρισης και ολοκληρωμένης στην λειτουργία του εδαφικού και φυτικού οικοσυστήματος είχε μελετηθεί και από το Dutch Programme on Soil Ecology of Arable Farming Systems (Brussaard et al. 1988), με την μέτρηση της μεταβολής της βιομάζας και την δραστηριότητα των μικροοργανισμών. Μαζί με την εργασία αυτή μελετήθηκε και ο ρόλος των μικροοργανισμών στο δυναμικό του άνθρακα και άζωτου στο έδαφος.

Η εδαφική βασική αναπνοή που μετρήθηκε στο εργαστήριο και στο αγρό ήταν σημαντικά ( $P < 0.05$ ) ανεβασμένη στη βιολογική καλλιέργεια σε σχέση με την συμβατική. Στην βιολογική καλλιέργεια η ποσότητα της εδαφικής βασικής αναπνοής στατιστικά σημαντικά αυξήθηκε στο εργαστήριο και στον αγρό αντίστοιχα από 39,6 και 69,2 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> το 2005 μέχρι 47,4 και 82,1 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> το 2006 ( Aragão, et. al. 2009). Η υψηλή εδαφική αναπνοή σε εδάφη με βιολογική διαχείριση δείχνει την υψηλή εδαφική δραστηριότητα που οφείλεται στην μόνιμη ή συνεχή πρόσθεση της οργανικής ουσίας στο έδαφος και ακόλουθος εξάπτει την ανάπτυξη των ετερότροφων μικροοργανισμών. (Saffigna, 1989). Σε άλλες συγκρίσεις της συμβατικής και βιολογικής διαχείρισης επίσης αναφέρεται η αύξηση της εδαφικής μικροβιακής αναπνοής υπό βιολογική διαχείριση. Επιπροσθέτως η αυξημένη αναπνοή σε εδάφη με βιολογική καλλιέργεια δείχνει την υψηλή βιολογική δραστηριότητα, υποδηλώνουν γρήγορη αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και την μετατρέπει σε αφομοιώσιμες για την φυτική αύξηση μορφές. (Helweg A. 1988, Franzluebbers, Arshad, 1997, Glover et. al. 2000). Μια από βασικές λειτουργίες των εδαφικών μικροοργανισμών είναι η αποσύνθεση και μεταφορά του οργανικού υλικού το οποίο ως επί το πλείστον παράγεται από υπέργεια και υπόγεια τμήματα φυτικών υπολειμμάτων. Συνεπώς, ότι αφορά την θρεπτική ανακύκλωση του άνθρακα, οι μικροβιακές κοινότητες παίζουν κρίσιμο ρόλο στις εξελίξεις του οικοσυστήματος. Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών δείχνουν ότι η βιολογική πρακτική συνδέεται με σταθερή εισαγωγή του άνθρακα στο έδαφος (ετήσιος 50 Mg ha<sup>-1</sup> γελαδινό κομπόστ), δείχνουν ότι το βιολογικό σύστημα διαχείρισης του εδάφους διατηρεί την εδαφική οργανική ουσία σε υψηλά επίπεδα σε σύγκριση με την συμβατική γεωργία και επιδρά σημαντικά στο εδαφικό οργανικό άνθρακα, κατά συνέπεια στην μικροβιακή βιομάζα - C mic., και στα εδαφικά φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. (Sparling, et.al. 1992, Glover et. al 2000, Melero et al, 2005). Επιπρόσθετος, ο βαθμός αύξησης της μικροβιακής βιομάζας C mic σε επεμβάσεις με οργανική διαχείριση, επίσης εξαρτάται από τον τύπο της οργανικής ουσίας που χρησιμοποιείται (Fließbach, Mader, 2000, Melero et al 2005. Tu et al. 2006).

Στη βιομάζα και δραστηριότητα των μικροοργανισμών σημαντικά επιδρά η αυξομείωση της εδαφικής υγρασίας. Η ξήρανση του εδάφους μειώνει την μικροβιακή βιομάζα ( Paul and Tu, 1965, Sparling et al., 1986). Μετά από το πότισμα του ξηρού εδάφους παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της βιομάζας (Waksman and Starky, 1923, Birch, 1958, Lund and Goksoyr , 1980, Schnurer et al, 1986). Μέγιστο ποσό της αναπνοής και ανοργανοποίησης του

N παρατηρήθηκε σε υγρά εδάφη με υδατικό δυναμικό 0,01 MPa (Myers et al, 1982, Orchard and Cook, 1983).

Οι Jaap. Bloem, Peter C. de Rutter, Gerrit J. Koopman, Gerrit Lebbink και ο Lubert Brussaard. (1992) στη διάρκεια 8 εβδομάδων μικροβιολογικών πειραμάτων είχαν ερευνήσει την επίδραση της υγρασίας και γεωργικής μεταχείρισης στην μικροβιακή ποικιλία και δραστηριότητα. Υπό μειωμένη εισαγωγή γεωργίας ο αριθμός βακτηρίων, η κατανάλωση του O<sub>2</sub> και η απόνιτροποίηση αντίστοιχα ήταν 1,6, 2,1, και 1,8, πιο υψηλά σε σχέση με συμβατική καλλιέργεια. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω αυτές η διαφορές μπορεί να οφείλονται σε υψηλότερη περιεκτικότητα αυτών των εδαφών στην οργανική ουσία, και στο ολικού N. Οπωσδήποτε η σχετική μικρή μείωση του υδατικού δυναμικού προκάλεσε σημαντική μείωση της O<sub>2</sub> κατανάλωσης, και την απόνιτροποίηση. Μετά από την ύγρανσή του εδάφους η αναπνοή αυξήθηκε από 1.3 έως 1,5 και η απόνιτροποίηση από 3 έως 5. Η ταχύτητα αποσύνθεσης των κυττάρων (FDDC) αυξήθηκε από 10 έως 16% στην συμβατική διαχείριση του εδάφους και 23% σε ολοκληρωμένη αυτό επινοεί ότι το FDDC οποίος προσδιορίζεται με γενική μικροσκοπήση και δεν απαιτεί επώαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της in situ ανάπτυξη των βακτηρίων στο έδαφος.

Ακόμα ο αριθμός βιώσιμων μονάδων (CFU) των ετερότροφων αεροβικών βακτηρίων σε πειραματικά δείγματα μειώθηκε σημαντικά με την μείωση της υγρασίας, δηλαδή κατά 35% , και επανέρχεται σε κανονικά επίπεδα μετά από 3 μέρες όταν είχε βραχεί το έδαφος. Σε όλες τις άλλες επεμβάσεις με συνεχή υγρασία ο αριθμός των βακτηρίων (CFU) δεν άλλαξε σημαντικά. Επίσης ο αριθμός των ακτινομυκήτων, αυτών που αποσυνθέτουν το άμυλο και την χιτίνη αντίστοιχα ήταν 1,3 , 1,5 φορές υψηλότερος σε δείγματα από την ολοκληρωμένη διαχείριση. Επίσης ο ολικός αριθμός των βακτηρίων ο οποίος μετρήθηκε με την μέθοδο βιώσιμων μονάδων (CFU), 1,6 φορές υψηλότερος σε σχέση με τα δείγματα από συμβατική καλλιέργεια. Σε σχέση με την διαχείριση, η υγρασία δεν είχε σημαντική επίδραση στο ολικό αριθμό των βακτηρίων. Κανένα από τις δυο διαχειρίσεις, ούτε και η υγρασία δεν είχαν σημαντική επίδραση στην αύξηση του μήκος των υφών των μυκήτων. Επίσης, η τιμές του O<sub>2</sub> υπολογίζεται 2,1 φορές και η ανοργανοποίηση του N 1,8 φορές ήταν υψηλότερες σε δείγματα από την ολοκληρωμένη διαχείριση. Μετά από την αύξηση της υγρασίας η ανοργανοποίηση αυξήθηκε έως 5,2 και 3,1 σε δείγματα από την ολοκληρωμένη διαχείριση, και συμβατική καλλιέργεια αντίστοιχα.

Η μέτρηση των διάφορων ομάδων βακτηρίων δεν έδειξε χαρακτηριστικές ή ποιοτικές διαφορές υπό την ολοκληρωμένη διαχείριση, και συμβατική καλλιέργεια. Η ποσοτικές διαφορές όμως ήταν σημαντικές. Σε ολοκληρωμένη διαχείριση ο αριθμός ήταν 1,5 φορές υψηλότερος. Η αύξηση του αριθμού των βακτηρίων σε εδάφη με την ολοκληρωμένη διαχείριση αποδίδεται σε 1.3 - 1,4 υψηλότερη περιεκτικότητα του εδαφική σε οργανική ουσία και ολικού άζωτου (Brussaard et al. 1988, Kooistra et al , 1989). Την υψηλή συσχέτιση μεταξύ εδαφικής οργανικής ουσίας και μικροβιακής βιομάζας και δραστηριότητας αναφέρει και ο Schnurer et al (1985).

Ο Oberson et. al. (1996), έχουν ερευνήσει τις μικροβιακές διαδικασίες της μετατροπής του οργανικού φωσφόρου P στα εδάφη με συμβατική και βιολογική καλλιέργεια. Βρήκαν ότι το άμεσο αφομοιώσιμο οργανικό P, το οποίο εκχειλίζεται από το έδαφος με διάλυμα 0,5M NaHCO<sub>3</sub> , δεν επηρεάστηκε από τον τρόπο διαχείριση του εδάφους, αντιθέτως, παρουσιάζεται χρονική διακύμανση του. Η εκτίμηση του βραδέως αφομοιώσιμου φώσφορο που παραμένουν στο έδαφος, δείχνει ότι η βιοδυναμική διαχείριση του εδάφους σε σύγκριση με συμβατική οδηγεί στην τροποποίηση της σύνθεσης του οργανικού P. Σε αυτή την περίπτωση ο ολικός υπολειμματικός P περιείχε περισσότερο από 70% οργανικό P. Αυτό μπορεί να προϋποθέτει ότι το οργανικό P συνεισφέρει σε αυτοί την παραλλαγή. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η πολύ αργά αφομοιώσιμες μορφές οργανικού P συμμετέχουν στην βραχύχρονη συσσώρευση και ανοργανοποίηση του. Η διακύμανση του οργανικού φωσφόρου σε αυτό το στάδιο, κυρίως αποδίδεται σε διαφορά κλιματικών συνθηκών μεταξύ των χρόνων, και δυνατών συσχετίζεται με την βλαστική περίοδο και της ανάπτυξης

του φυτού. Σημαντικό ρόλο στην διακύμανση του φωσφόρου παίζει η παρουσία της οργανικής ουσίας και η διάφορες φυτοπροστατευτικές στρατηγικές. Το επίπεδο φωσφορικής δραστηριότητας ανοργανοποίησης του οργανικού C δηλώνει την υψηλή ανακύκλωση του οργανικού υποστρώματος και συνεπώς του οργανικού φωσφόρου σε συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας.

#### 4. 3. Επίδραση τις οργανικής και ανόργανης λίπανσης στο μικροβιακό εδαφικό πληθυσμό

Ακόμα και στις πιο ορθολογικές επιλογές, τα λιπάσματα αλλοιώνουν μακροχρόνια το έδαφος. Πιο βραχυχρόνια γίνεται φανερή η συνέπεια στις εντατικές καλλιέργειες όπου οι μεγάλες φυτικές συγκομιδές συνδυάζονται με δραστικές λιπάνσεις. Κατ' εξοχήν λιπάσματα με μεγάλες ποσοτικές εφαρμογές είναι τα ανόργανα λιπάσματα. Στα χημικά αυτά προϊόντα αν και αποσκοπούν να εμπλουτίσουν το έδαφος με συγκεκριμένα θρεπτικά στοιχεία, δεν είναι απαλλαγμένα άλλων χημικών προσμίξεων. Τα υπερφωσφορικά λιπάσματα εκτός από P, Ca, S υπάρχουν και προσμίξεις As, Co, Cu, Pb, Ni, Se, V, Zn. Ανάλογα αποτελέσματα προκαλούν και άλλες κατηγορίες λιπασμάτων και τα φυτοφάρμακα. Στη γενική οικολογική κλίμακα το πρόβλημα εντοπίζεται στη μεγάλη χρησιμοποίηση αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων τα οποία διαταράσσουν δυο σημαντικής σημασίας κύκλους της φύσης : του N και του P. ( Χουλιάρης 2002 ). Σύμφωνα με τους Svenson & Soderlund ( 1976 ), η βιομηχανία αζωτούχων λιπασμάτων αυξάνει κατά 20% την ολική ποσότητα του N που διακινείται στη βιόσφαιρα. Συνέπειες της διατάραξης του κύκλου αυτού είναι η μετακίνηση τεράστιων ποσοτήτων κύρια  $\text{NO}_3^-$  μορφών στις υπόγειες στάθμες, και μεταφορά όλων των αζωτούχων μορφών με την απορροή στην υδρόσφαιρα. Προβλήματα παράγει και η αυξημένη διακίνηση φωσφορικών ενώσεων. Εκτιμάτε ότι  $16 * 10^6$  τόνοι φωσφορικών εξήχθησαν κατά το 1980 για την παραγωγή λιπασμάτων. Μεγάλο μέρος των  $\text{PO}_4^{---}$  δεσμεύεται από τα κolloειδή των εδαφών και σε μικρές συγκεντρώσεις μετακινείται μέσω της υγρασίας του εδάφους ( Butkin et Keller : 1998 ).

Οι έρευνες πολλών επιστημόνων δείχνουν ότι με την χρήση, ειδικά των αζωτούχων λιπασμάτων, οι πρώτες ομάδες μικροοργανισμών που δέχονται τις επιδράσεις θα είναι εκείνα που είναι υπεύθυνα για την μετατροπή του αζώτου στο έδαφος, και πολλές άλλες ομάδες που σαφώς συνδέονται με την εδαφική μικροβιακή δραστηριότητα. Κάτω από αυτές της συνθήκες ευρέως αναπτύσσονται οι μικροοργανισμοί που έχουν την δυνατότητα προσαρμογής στο καινούριο περιβάλλον με αποτέλεσμα αυτές οι αλλαγές να προκαλούν τις ριζικές μεταβολές των αναλογιών διάφορων ομάδων μικροοργανισμών.

Επίσης με την μακρόχρονη χρήση των λιπασμάτων αυξάνονται η ταχύτητα μετατροπής του αζώτου σε αέριο, και η βιολογική του αφομοίωση του από τους μικροοργανισμούς, επίσης μεταβάλλονται οι διαδικασίες αζωτοδέσμευσης, νιτροποίησης, απονιτροποίησης, συμβατικής και μη συμβατικής δέσμευσης του αζώτου. Θεωρείται ότι οι αζωτούχες ενώσεις αυξάνουν των αριθμό και την δραστηριότητα τις σαπροφυτικής μικροχλωρίδας, ενώ τα φωσφορικά λιπάσματα και εκείνα του καλίου – την δραστηριότητα δέσμευσης αερίου αζώτου από τα συμβατικά και μη συμβατικά βακτήρια. Είναι γνωστό ότι τα αζωτούχα λιπάσματα σε υψηλές δόσης αυξάνει την προσβολή των φυτών από φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς όπως π.χ. η πατάτα σε αυτές της περιπτώσεις προσβάλλεται πολύ εύκολα από τον Ωομύκητα *Phytophthora infestans* (Robert P. Larkin, 2001). Κατά συνέπεια αλλάζει και η αποτελεσματικότητα της χρήσης των λιπασμάτων.

Η επίδραση των οργανικών και συνθετικών λιπασμάτων στις εδαφικές μικροβιακές, φυσικές και χημικές ιδιότητες οργανικής και συμβατικής καλλιέργειας έχει ερευνηθεί στο αγρό από Bulluck L.R., Brosius III. M., Evanylo G.K., Ristaino J.B.. (2002) στην Virginia και Maryland το 1996 – 1997. Χρησιμοποιήθηκαν δυο επεμβάσεις που περιλάμβαναν επεμβάσεις με την πρόσθεση στο έδαφος σύνθετων λιπασμάτων, και συνολικά οχτώ εναλλακτικές επεμβάσεις με οργανική εδαφική τροποποίηση (composted από υπολείμματα καλλιέργειας

βαμβακιού, κομποστοποιημένα άχρηστα της μάντρας ή κοπριά). Ο αριθμός πολλών μικροοργανισμών, ειδικά των θερμόφιλων και των εντερικών βακτηρίων επίσης, η πυκνότητα (propagule) του γένους *Trichoderma* παρέμεναν υψηλά σε βιολογική καλλιέργεια, ενώ η πυκνότητα (propagule) των ειδών του γένους *Phytophthora* και *Rhizium* ήταν χαμηλότερη σε εδάφη βελτιωμένα με οργανική λίπανση σε σχέση με τα συνθετικά λιπάσματα.

Η συγκέντρωση των Ca, K, Mg, Mn επίσης ήταν υψηλή σε εδάφη βελτιωμένα με οργανική λίπανση σε σχέση με τα συνθετικά λιπάσματα. Η στατιστική ανάλυση έδειξε σημαντική σχέση μεταξύ των εδαφικών χημικών παραγόντων και ανάπτυξης μικροβιολογικών κοινοτήτων. Η πρώτη συσχέτιση ήταν περισσότερο αρνητική σε καλλιέργειες με συμβατική διαχείριση και η χρήση συνθετικών λιπασμάτων είχε περισσότερο θετικό συσχέτιση σε βιολογικές καλλιέργειες και οργανική λίπανση. Έχει παρατηρηθεί ότι το πρώτο χρόνο σε καλλιέργειες με καλαμπόκι ή πεπόνι δεν υπήρχαν διαφορές στην παραγωγικότητα και μικροβιακή δραστηριότητα μεταξύ των συνθετικών και οργανικών βελτιωτών το δεύτερο χρόνο όμως, όταν φυτεύτηκαν με τομάτες η απόδοση ήταν υψηλότερη σε βιολογικές καλλιέργειες ανεξάρτητα από τον τύπο του οργανικού λιπάσματος. Τα κομποστοποιημένα λιπάσματα αυξάνουν την ποσότητα των ωφέλιμων μικροοργανισμών, μειώνουν τα παθογόνα είδη, αυξάνουν την ποσότητα της οργανικής ουσίας, ολικό άνθρακα και την ανταλλαγή του κατιόντων και μειώνει το όγκο, βελτιώνει την ποιότητα του εδάφους. Παρόλο που η ζήτηση για βιολογικά προϊόντα αυξάνεται κατά 24 % ετήσιος (στη US από το 1990), καθώς πολλή καταναλωτές έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον για τα προϊόντα απαλλαγμένα από τα κατάλοιπα των φυτοφαρμάκων στην τροφή και η περιβαλλοντική προστασία συχνά παραπέμπει στην χρήση της εναλλακτικής εδαφικής διαχείρισης, αλλά για την άνοδο της δημοτικότητας των βιολογικών προϊόντων σημαντικό ρόλο έχει βεβαίως η οικονομική πλευρά.

Η χρήση οργανικών κομποστοποιημένων λιπασμάτων βελτιώνει της φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, έτσι προσφέρεται υψηλή διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά (και CEC), και ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη των ωφέλιμων μικροοργανισμών. Η οργανική λίπανση αποτελεί πηγή τροφής για τους μικροοργανισμούς του εδάφους ιδίως σε άνθρακα. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, που ειδικεύονται να παρασιτούν στα καλλιεργούμενα φυτά, βρίσκονται σε πολύ μειονεκτική θέση σε σύγκριση με άλλους μικροοργανισμούς που αποσυνθέτουν την οργανική ύλη. Έτσι η αύξηση των μικροοργανισμών του εδάφους μέσω της οργανικής λίπανσης προκαλεί εκτόπιση των παθογόνων. Το είδος του οργανικού υλικού επηρεάζει τους αναπτυσσόμενους στο έδαφος μικροοργανισμούς. Π.χ. η χλωρή λίπανση αποικοδομείται ποιο εύκολα, ελευθερώνοντας ταυτόχρονα μεγάλες ποσότητες διαθέσιμου άνθρακα. Αντιθέτως η λίπανση με κομπόστ ( μείγμα κοπριάς και φυτικών υπολειμμάτων) δίνουν στο έδαφος ένα οργανικό υλικό, που αποσυνθέτετε με αργό ρυθμό. (L.R.Bulluck, III, M.Brosius, G.K. Evanylo and J.B. Ristaino. 2002 ).

#### **4. 4. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων της συμβατικής γεωργίας**

Στον επιστημονικό κόσμο βάζουν το ερώτημα εάν είναι πραγματικά ή όχι χρήσιμη η συμβολή των παρασιτοκτόνων στην καταπολέμηση των εχθρών της παραγωγής και μάλιστα, έπειτα από τα προβλήματα που ανάκυψαν τελευταία με τη μεγάλη διάδοση τους στην μόλυνση του περιβάλλοντος ή αρκεί μόνον η βιολογική καταπολέμηση τους, με την βοήθεια των φυσικών εχθρών τους που τα κατατρώγουν και τα εξαφανίζουν πολλές φορές. Η απάντηση κατά του Δαρμή (Δαρμής, 1991) είναι, ότι η μόνη λύση είναι η ορθή χρήση των παρασιτοκτόνων με τη συμβολή της βιολογικής καταπολέμησης. Είναι γνωστό ότι ένα μεγάλο ποσοστό του όγκου των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στις αγροτικές καλλιέργειες καταλήγουν στο έδαφος. Πολλά φάρμακα παραμένουν ενεργά στην αρχική τους μορφή στο έδαφος και μπορεί να είναι τοξικά για τα αγροοικοσυστήματα. Άλλα φυτοφάρμακα διασπώνται και σχηματίζουν άλλα προϊόντα τα οποία μπορεί να είναι τοξικά.

Κάποια φάρμακα δεσμεύονται στα εδαφικά συσσωματώματα και έτσι μπορούν να μεταφερθούν σε άλλα περιβάλλοντα μέσω του αέρα και του νερού.

#### 4. 4. 1. Τι είναι τα Φυτοφάρμακα

Έτσι ονομάζονται μια σειρά φαρμάκων, που κατασκευάζει η βιομηχανία γεωργικών φαρμάκων για την αποτελεσματική καταπολέμηση των εχθρών αυτών των φυτών. Είναι δυνατά δηλητήρια, που δρουν αμέσως πάνω στους εχθρούς της παραγωγής και αν δεν υπήρχαν δεν θα μπορούσαμε να φάμε ούτε φρούτα ούτε λαχανικά. Τα φυτοφάρμακα είναι προϊόντα υψηλής τεχνολογίας, τα οποία χρειάστηκαν πολλά χρόνια ερευνών για να τελειοποιηθούν. Αρχικά δημιουργήθηκαν για να χρησιμοποιηθούν στις βιομηχανικές χώρες, αλλά η μεταγενέστερη εισαγωγή τους στις χώρες του Τρίτου Κόσμου δεν συμβιβάστηκε με τις συνθήκες ζωής και περιβάλλοντος που επικρατούσαν.

Οι Η.Π.Α. χρησιμοποιούν το ένα τρίτο της παγκόσμιας παραγωγής φυτοφαρμάκων, σχεδόν δύο φορές πάνω από το σύνολο των χωρών του Τρίτου Κόσμου (Κουιμτζή, 1998).

Είναι τοξικές χημικές και οργανικές ενώσεις. Ο όρος συνθετικά χημικά χρησιμοποιείται από τα μέσα για την περιγραφή ενώσεων που γενικά δεν εμφανίζονται στην φύση, αλλά έχουν συντεθεί από χημικούς από απλούστερες ενώσεις. Η μεγάλη πλειοψηφία των εμπορικών συνθετικών χημικών είναι οργανικές ενώσεις και οι περισσότερες χρησιμοποιούν το πετρέλαιο σαν την αρχική πηγή του άνθρακά τους. Ο χρόνος παραμονής και η τύχη μιας τοξικής οργανικής ένωσης, που εισέρχεται στο περιβάλλον, εξαρτάτε από τις φυσικοχημικές της ιδιότητες (διαλυτότητα, εξάτμιση κ.α) και από τις διεργασίες που υφίσταται (οξειδωση, φωτόλυση κ.α). Οι οργανικές ενώσεις χαρακτηρίζονται από σημαντική βιολογική δράση. Πολλές από αυτές θεωρούνται καρκινογόνες, τερατογόνες, και άλλες ισχυρά τοξικές.

Όπως και είναι η εισαγωγή θανατηφόρων δηλητηρίων στο περιβάλλον διαταράσσει την οικολογική ισορροπία. Η χλωρίδα και η πανίδα αλλοιώνονται, και μπορούν να προκληθούν ανυπερέβλητα προβλήματα όπως είναι το πρόβλημα της ανάπτυξης αντίστασης σ' ένα αριθμό από έντομα, ζιζάνια κ. α.. Απεριόριστες είναι ζημιές που προκύπτουν από τη διαταραχή της ισορροπίας της φύσης εξαιτίας της χρήσης φυτοφαρμάκων. Κατά τη διάρκεια ψεκασμού με εντομοκτόνα, μόνο ένα τμήμα της ποσότητας που χρησιμοποιείται φτάνει τελικά στο στόχο, δηλαδή τα έντομα, τους ιούς, τους μύκητες, τα ζιζάνια κ. α. Περισσότερη από τη μισή ποσότητα ανακατώνεται με την ατμόσφαιρα τη στιγμή του ψεκασμού ή εξατμίζεται αργότερα. Ίχνη φυτοφαρμάκων ανακαλύπτονται σ' ολόκληρο τον κόσμο. (Φυτιανός, 1998).

Πιο συχνά στο έδαφος βρίσκονται υπολείμματα χλωριωμένων υδρογονανθράκων, που δεν διαλύονται στο νερό και εξαιτίας της χημικά σταθερής τους δομής. Η παραμονή των φυτοφαρμάκων στο έδαφος καθορίζεται, ανάμεσα σ' άλλα πράγματα, και από την υγρασία του εδάφους, την οργανική ύλη που περιέχει, το pH, τη θερμοκρασία του εδάφους και τις ανόργανες ουσίες. Κάποια φυτοφάρμακα, όπως το μεθυλ-παραθείο και το παρακουάτ, απορροφώνται επίσης από αργιλούχες ανόργανες ουσίες, που είναι σημαντικές για την τροφοδοσία του φυτού με θρεπτικά συστατικά, και μπορούν να αναπτύξουν τόσο ισχυρούς δεσμούς, που είναι σχεδόν αδύνατον να αποσπάσει κανείς τους δραστικούς παράγοντες του φυτοφαρμάκου.

Για την πλειοψηφία των φυτοφαρμάκων που διασπώνται εύκολα, μειώνεται η δραστικότητα τους καθώς αποσυντίθεται στο έδαφος. Ανάλογα με το φυτοφάρμακο τη χημική σύνθεση των προϊόντων της αποσύνθεσης και τη μικροχλωρίδα, η ζημιά μπορεί να είναι είτε βραχυπρόθεσμη είτε μακροπρόθεσμη. Υπάρχει κίνδυνος, ιδιαίτερα για την πανίδα του εδάφους, όταν σχετικά ανθεκτικά φυτοφάρμακα χρησιμοποιηθούν μερικές φορές τον ίδιο χρόνο, όπως συμβαίνει με πολλές φυτείες στις αναπτυσσόμενες χώρες. Ζημιά στη μικροπανίδα και χλωρίδα του εδάφους μπορεί επίσης να έχει επιπτώσεις πάνω στη γονιμότητα του εδάφους. Μειώνοντας τη γονιμότητα του εδάφους τα φυτοφάρμακα μπορούν να προκαλέσουν μείωση της σοδειάς, και αύξηση του κόστους για λιπάσματα και έτσι

#### **4. 4. 2. Η Μόλυνση του εδάφους με φυτοφάρμακα και πειραματικές έρευνες για την επίδραση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην εδαφική μικροχλωρίδα**

Προκαλεί ανησυχία η επιζήμια επίδραση των φυτοφαρμάκων στην μικροχλωρίδα (Greaves and Malkomes, 1980). Όλη η διαφορετική μέθοδοι μέτρησης της μικροβιακής βιομάζας δείχνουν ότι η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων σχεδόν πάντα έχουν αρνητική επίδραση στην μικροβιακή κατάσταση. Βέβαια η πρόσθεση διάφορων χημικών στο έδαφος προκαλεί διαφορετικές αντιδράσεις από διάφορους μικροοργανισμούς. Μερική μικροοργανισμοί αποκτούν ανθεκτικότητα στα τοξικά συστατικά των φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, ενώ άλλοι μικροοργανισμοί είναι ανθεκτικά στην μόλυνση και μπορεί να αυξηθεί ο αριθμός του και η βιομάζα τους εξαιτίας μείωσης του ανταγωνισμού

- Έρευνες του Dark Brown το 1989 έδειξαν ότι το Glyphosate και 2,4 - D με την χρήση τους σε επιτρεπόμενες δόσεις δεν έχει καμία επίδραση στην μικροβιακή δραστηριότητα υπό ξηρό έδαφος χωρίς εφαρμογή λίπανσης. Ακόμα και η δεκαπλάσια ποσότητα του Glyphosate και 2,4 - D στον αγρό δεν είχε επίδραση στην νιτροποίηση. Η υπερβολική χρήση αυτών και της λίπανσης προκαλεί την εδαφική διάβρωση, την εξαφάνιση της οργανικής ουσίας και αυξάνει την εδαφική αλατότητα.. Η μείωση των καλλιεργητικών εφαρμογών μπορεί να μειώσει τις αρνητικές επιδράσεις τους.

- Ο Biederbeck et al (1987) βρήκε ότι το 2,4 - D σε δόση  $1.12 \text{ kg ha}^{-1}$  για 35 χρόνια δεν είχε επίδραση στην νιτροποίηση στα δείγματα που πάρθηκαν στον αγρό και επωαστήκαν σε συνθήκες εργαστηρίου. Πολύ λίγο μειώνεται η ανοργανοποίηση του οργανικού άνθρακα για μια μικρή περίοδο (2 εβδομάδες), αλλά η επίδραση του εξαφανίζεται μετά από 16 εβδομάδες επώασης. Ο Dhanaraj (1988) επανεξέτασε και συμπέρανε ότι το 2,4 - D σε επιτρεπόμενες δόσεις ( $0,5 - 2,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) δεν είχε αντίθετα αποτελέσματα για την νιτροποίηση. Marsh (1977) αναφέρει ότι σε συνθήκες εργαστηρίου το Glyphosate με δόση  $100 \text{ mg g}^{-1}$  έδαφος στα δυο είδη εδαφών δεν είχε επίδραση στην νιτροποίηση, αλλά σε υψηλή δόση ( $630 \text{ mg g}^{-1}$  έδαφος) παρατηρήθηκε σημαντική εμπόδιση της νιτροποίησης. Επίσης δεν είχαν επίδραση τα Glyphosate και 2,4 - D στην μικροβιακή βιομάζα και ανοργανοποίηση του οργανικού άνθρακα. Η εκτίμηση της μικροβιακής βιομάζας ήταν χαμηλή ( $9.73 - 97.0 \text{ mg C g}^{-1}$  έδαφος) και μεταβλητή για εδάφη με 1.97% ολικού C και χαμηλή υγρασία (4.7 - 17%) στη περίοδο της δειγματοληψίας.

- Ο Biederbeck et al (1987) και Soulas et al (1984) αναφέρουν επίσης την ελάχιστη επίδραση του 2,4 - D στην εδαφική μικροβιακή βιομάζα μόνο για μερικές ημέρες έως μερικές εβδομάδες., για το 2,4 - D - είναι 40 ημέρες, και για το Glyphosate μήνες ή χρόνια. Αυτό ευρέως εξαρτάτε από πολλούς εδαφικούς και κλιματικούς παράγοντες παρά η επίδραση της αποσύνθεσης των φυτοφαρμάκων στο έδαφος. Glyphosate και 2,4 - D σε χαμηλές συγκεντρώσεις δεν επιδρά στην διαδικασία της νιτροποίησης, αλλά το δεκαπλάσιο την μειώνει κατά 7.8%.και το Glyphosate σε υψηλές συγκεντρώσεις μειώνει τη βιομάζα C κατά 61% την πρώτη εβδομάδα επώασης( B. M. Olson and C.W. Lindwall. 1991).

- Ο Harder T., Joergensen R.G., Meyer B. and Wolters V.. 1993, εξέτασαν σε δυο τύπους εδαφών την επίδραση των 5 φυτοφαρμάκων (Benomyl, Isoproturon, Simazine, Dinoterb, Chloroform) στην εδαφική μικροχλωρίδα. Βρήκαν ότι η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων σχεδόν πάντα μειώνει το μέγεθος της μικροβιακής βιομάζας. Η σχέση του C / N είχε πολύ λίγη επίδραση στα εδάφη με φυτοφάρμακα. Ξεχωριστά η εφαρμογή του Benomyl, πάντα αυξάνει την εδαφική αναπνοή στην διάρκεια 0 - 10 ημέρες επώασης. Η μικροβιακή δραστηριότητα είχε σημαντικά επηρεαστεί από την πρόσθεση του Dinoterb και του Chloroform, ενώ η επίδραση του μυκητοκτόνου Benomyl και των δυο ζιζανιοκτόνων Isoproturon, Simazine ήταν σχετικά μικρή. Η εδαφική αναπνοή ήταν σημαντικά αυξημένη



σε μερικές επέμβασης, στην διάρκεια 10 ημερών. Αλλά αυτή η αύξηση ήταν περαστική και δείχνει ότι η επίδραση είχε χαθεί στο δεύτερο δεκαήμερο. Σε αντίθεση η επίδραση των φυτοφαρμάκων σύμφωνα με τέσσερις υπολογισμούς της βιομάζας συνεχίζεται ως την τελευταία 20<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος. Από τους ερευνητές έγινε και μια σύγκριση των διάφορων μικροβιολογικών μεθόδων στο προσδιορισμό της επίδρασης των φυτοφαρμάκων στην μικροβιακή δραστηριότητα και βιομάζα του εδάφους. Όλη η διαφορετική μέθοδοι μέτρησης του βαθμός της μικροβιακής βιομάζας δείχνουν ότι η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων σχεδόν πάντα ελαττώνει την μικροβιακή βιομάζα. Αντιθέτως η συσχέτιση μεταξύ SIR μικροβιακής βιομάζας C και N όπως υπολογίζεται με την μέτρηση από FE μέθοδο δεν έδειξε θεμελιώδης μεταβολή της μικροβιακής βιομάζας από εφαρμογή των φυτοφαρμάκων. Διαφορετική αξιολόγηση των διαφορετικών μετρησιών της βιομάζας μπορεί εν μέρει να εξηγείται τα προβλήματα των μεθόδων μέτρησης. Από την άλλη πλευρά από τους Domsch et al., το 1983 διαπιστώθηκε μείωση του αριθμού των αποικιών, της ενζυμικής δραστηριότητας, της νιτροποίησης, και εδαφικής αναπνοής του εδάφους (Φυτιανός, 1998).

Η εισαγωγή θανατηφόρων δηλητηρίων στο περιβάλλον διαταράσσει την οικολογική ισορροπία. Η χλωρίδα και η πανίδα αλλοιώνονται, και μπορούν να προκληθούν ανυπέβλητα προβλήματα όπως είναι το πρόβλημα της ανάπτυξης αντίστασης σ' ένα αριθμό από έντομα, ζιζάνια κ. α. Απεριόριστες είναι οι ζημιές που προκύπτουν από τη διαταραχή της ισορροπίας της φύσης εξαιτίας της χρήσης φυτοφαρμάκων. Κατά τη διάρκεια ψεκασμού με εντομοκτόνα, μόνο ένα τμήμα της ποσότητας που χρησιμοποιείται φτάνει τελικά στο στόχο, δηλαδή τα έντομα, τους ιούς, τις μούχλες, τα ζιζάνια κ. α. Περισσότερη από τη μισή ποσότητα ανακατώνεται με την ατμόσφαιρα τη στιγμή του ψεκασμού ή εξατμίζεται αργότερα. Ίχνη φυτοφαρμάκων ανακαλύπτονται σ' ολόκληρο τον κόσμο.

#### 4. 4. 3. Εξάλειψη ωφέλιμων οργανισμών

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα όλων των εντομοκτόνων είναι η μη επιλεκτικότητα τους.

Καταστρέφουν εξίσου ωφέλιμα και βλαβερά έντομα. Άλλα πλάσματα, όπως οι μέλισσες και ιδιαίτερα οι άγριες μέλισσες, επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα, ή ακόμη και σκοτώνονται από τα φυτοφάρμακα, μειώνοντας έτσι τη γονιμοποίηση των φυτών και την παραγωγή μελιού, καθώς και το εισόδημα από μέλι και κεριά πολλών μικρών αγροτών. Η συχνή χρήση φυτοφαρμάκων εξαλείφει τους φυσικούς εχθρούς του εντόμου, και μετά από μια ορισμένη περίοδο αναγέννησης το έντομο μπορεί να αναπαραχθεί χωρίς καθόλου εμπόδια. Ο λόγος που τα ωφέλιμα έντομα είναι λιγότερο ικανά για αναγέννηση από τα βλαβερά είναι ότι προσβάλλονται από τα φυτοφάρμακα πιο σοβαρά από τα βλαβερά. Τα ωφέλιμα έντομα που τρώνε τα βλαβερά, δέχονται περισσότερο δηλητήριο από αυτά. Αυτό συχνά οδηγεί στην ανάπτυξη νέων, κάποτε σχετικά ασήμαντων εντόμων, ή στη μεγαλύτερη εξάπλωση των υπαρχόντων βλαβερών εντόμων. Έτσι δημιουργείται ένας φαύλος κύκλος.

Στον πίνακα 4.1. αναφέρονται μερικά μυκητοκτόνα και περονοσκοροκτόνα που χρησιμοποιούνται σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια ντομάτας και πως αυτά επιδρούν σε ωφέλιμους και επιζήμιους οργανισμούς.

Πίνακας 4. 1. Μυκητοκτόνα, Περονοσκοροκτόνα, Ωιδιοκτόνα και η δράση τους στα ωφέλιμα και βλαβερά είδη σύμφωνα με τον Βελέντζα, 1991.

Μυκητοκτόνα Περονοσκοροκτόνα	Ωφέλιμα			Φυτοπαράσιτα	
	<i>Phytoseiulus</i>	<i>Encarsia</i>	Αυγά, Ακμαία	Ωΐδια	Τετράνυχτοι
	<i>Persimilis</i>	<i>formosa</i>			
Θειράμ <sup>1</sup>	B	A	A	(-)	(-)
Θειοφανεΐτ μεθύλ <sup>2</sup>	B	A	A	++	+
Μπενομύλ <sup>2</sup>	B	B	A	++	+
Καρπενταζίμ <sup>2</sup>		E	A	++	+
Κάπταν <sup>3</sup>		A	A	(-)	(-)
Ζινέμπ <sup>1</sup>		A	A	(-)	
Μανέμπ <sup>1</sup>		A	A	(-)	(-)

Ωιδιοκτόνα					
Ντινοκάπ		A	B	++	+
Πυραζοφώς	B	E	B	++	+
Τριφορίν	A	A	A	++	+

A: φάρμακο ασφαλές    B: βλαβερό    E: ενδιάμεσο  
<sup>1</sup> διθειοκαρβαμιδικό    <sup>2</sup> βενζιμιδαζολικό    <sup>3</sup>φθαλιμιδικό

(-): με αρνητική δράση    +: με θετική δράση    ++: φάρμακο με ειδική δράση

Αποτελέσματα κακής εφαρμογής : Σχετικά παραδείγματα 1<sup>ο</sup> φυτοφαρμάκων : Στα νοτιοδυτικά παραγωγικά κέντρα της Καλλιφόρνιας σημειώθηκε το 1981 απότομη αύξηση του εντόμου *Bemisia tabacci* με αποτέλεσμα να προκληθούν ζημιές \$ 100.000.000 στις καλλιέργειες και δευτερογενείς προσβολές λόγω μετάδοσης ιώσεων ( virus diseases ) από το τσίμπημα των εντόμων. Έτσι έγινε χρησιμοποίηση πυρεθροειδών εντομοκτόνων χωρίς να είναι πλήρως εξακριβωμένα, τα εν λόγω εντομοκτόνα σε συνδυασμό και με οργανοφωσφορικά προκάλεσαν έμμεσα ζημιές στα φυσικά παράσιτα του *Bemisia* όπως τα *Encarsia formosa* κ.α.

2<sup>ο</sup> Η εντατική χρησιμοποίηση μόνον οργανοφωσφορικών στα κέντρα εσπεριδοειδών σε μεγάλες δόσεις, για την καταπολέμηση κοκκοειδών, αντί των κατάλληλων γαλακτωμάτων λευκών ορυκτελαίων ( θερινοί πολτοί ), διέδωσαν τα ακάρεα στις περιοχές αυτές, λόγω του περιορισμού των φυσικών εχθρών τους υπό την επίδραση των οργανοφωσφορικών και λοιπών φυτοφαρμάκων.

3<sup>ο</sup> Στο παρελθόν με τη χρησιμοποίηση χλωριωμένων υδρογονανθράκων και οργανοφωσφορικών για την καταπολέμηση της Καρποκάψας σε κέντρα μηλοειδών είχαν παρουσιασθεί περιπτώσεις τέλειας απογύμνωσης των δέντρων από το φύλλωμα, λόγω διάδοσης του Τετράνυχου και άλλων ακάρεων από τις ζημιές που προκάλεσαν στους φυσικούς εχθρούς τους ( *Amablyseius* κ.λ.π. ) ( I. Δάρμης 1998 ).

#### 4. 4. 4. Ελιπτώσεις των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον

##### • Παρασιτοκτόνα.

Παρασιτοκτόνα είναι χημικές ενώσεις, που καταστρέφουν ή ελέγχουν ( π. χ. παρεμποδίζουν την αναπαραγωγική διαδικασία ) έναν ανεπιθύμητο οργανισμό. Όλα τα παρασιτοκτόνα εμφανίζουν μια κοινή ιδιότητα, δηλαδή μπλοκάρουν μια ζωτική μεταβολική διαδικασία του οργανισμού, στον οποίο δρουν τοξικά. Τα εντομοκτόνα τα ζιζανιοκτόνα και μερικά μυκητοκτόνα, αντιπροσωπεύουν τη μεγαλύτερη ποσότητα από το ένα δισεκατομμύριο kg παρασιτοκτόνων που χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο στην Αμερική. Σχεδόν η μισή ποσότητα

χρησιμοποιείται στη γεωργία. Από πλευράς χημικής σύνταξης τα παρασιτοκτόνα χωρίζονται σε 4 βασικές ομάδες :

- i. Οργανοχλωριωμένες ενώσεις
- ii. Οργανοφωσφορικοί εστέρες
- iii. Καρβαμιδικές ενώσεις
- iv. Χλωροφαινοξυ-οξέα. Οι δύο πρώτες ομάδες δρουν κυρίως ως εντομοκτόνα, οι καρβαμιδικές ενώσεις έχουν πολλαπλή χρήση, ενώ β ταχλωροφαινοξυ-οξέα χρησιμοποιούνται περισσότερο ως ζιζανιοκτόνα.

• **Οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα**

Οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις αποτελούν την παλαιότερη και πιο σημαντική ομάδα παρασιτοκτόνων. Είναι συνθετικά παρασκευαζόμενες οργανικές ενώσεις, με κυκλική δομή, στην οποία άτομα υδρογόνου έχουν αντικατασταθεί με χλώριο. Τα παρασιτοκτόνα αυτά είναι τα πιο διαδεδομένα στο περιβάλλον

και ανιχνεύονται σ' όλες τις φάσεις της βίωσης. Οι πιο σημαντικές ιδιότητες των ενώσεων αυτών είναι : Σταθερότητα ως προς την αποσύνθεση στο περιβάλλον

- Πολύ χαμηλή διαλυτότητα στο νερό, εκτός εάν τα μόρια τους περιέχουν οξυγόνο ή άζωτο
- Μεγάλη δυνατότητα σε περιβάλλον που περιέχει υδρογονάνθρακες, όπως οι λιπαροί ιστοί στους ζωντανούς οργανισμούς
- Σχετικά υψηλή τοξικότητα στα έντομα, αλλά σχετικά χαμηλή στον άνθρωπο.

Η ρύπανση του υδατικού περιβάλλοντος δεν είναι μόνο ένα ζήτημα της συγκέντρωσης του ρυπαντή που βρίσκεται σε διαλυμένη κατάσταση, αφού οι μικρές τιμές της διαλυτότητας των οργανοχλωριωμένων στο νερό είναι απατηλές σε αυτό το σημείο. Πολύ μεγαλύτερα ποσά τέτοιων ουσιών δεσμεύονται στην επιφάνεια οργανικής σωματιδιακής ύλης που αιωρείται μέσα στο νερό ή βρίσκονται σε ιζήματα στο βυθό των ποταμών και λιμνών. Από αυτές τις πηγές, καθώς επίσης από τα ποσά που πραγματικά διαλύονται στο νερό, οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις εισέρχονται στα ζώα και φυτά που ζουν στα φυσικά νερά. Έτσι, πολλές οργανοχλωριωμένες ενώσεις καταλήγουν στους ζώντες οργανισμούς σε συγκεντρώσεις που είναι εκατοντάδες ή χιλιάδες φορές μεγαλύτερες από αυτές που είναι στη πραγματικότητα διαλυμένες στο νερό. Εξαιτίας αυτού του φαινομένου, οι συγκεντρώσεις των ενώσεων αυτών σε πολλά είδη έχουν φθάσει σε επικίνδυνα επίπεδα, έτσι ώστε πολλά οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα να έχουν αποσυρθεί. Το πιο γνωστό και το περισσότερο διαδεδομένο είναι το DDT ( Dichloro – Diphenyl – Trichloroethane ). Η εντομοκτόνος δράση του ανακαλύφθηκε το 1939, ενώ από το 1950 άρχισε να χρησιμοποιείται εκτεταμένα. Η αλόγιστη όμως χρήση δημιούργησε σοβαρά προβλήματα. Η ανθεκτικότητα του DDT( Φυτιανός 1998 ) το έκανε ένα ιδανικό εντομοκτόνο. Η ιδιότητά του αυτή οφείλεται στη χαμηλή τάση ατμών του και κατά συνέπεια στο χαμηλό ρυθμό εξάτμισής του, στη χαμηλή δραστηριότητά του σε σχέση με το φως και τις άλλες χημικές ενώσεις του περιβάλλοντος και στην πολύ μικρή διαλυτότητά του στο νερό. Όπως αποδείχτηκε, τα εντομοκτόνα με την πάροδο του χρόνου προκαλούν γενετική επιλογή και ανοσία σε πολλά επιβλαβή έντομα. Οι συγκεντρώσεις του DDT στο περιβάλλον, στις ανεπτυγμένες χώρες, ελαττώθηκαν σημαντικά την δεκαετία του '70. Το DDT αποβάλλεται με αργό ρυθμό από τον ανθρώπινο οργανισμό και αυτή είναι η αιτία που το καθιστά επιβλαβές. Έτσι για περιβαλλοντικούς λόγους η χρήση του στις περισσότερες βιομηχανοποιημένες χώρες έχει απαγορευτεί.

Σοβαρό πρόβλημα προέκυψε από τη συσσώρευση των εντομοκτόνων στη φύση. Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος από χλωριωμένα παρασιτοκτόνα, γενικά, είναι οι ψεκασμοί γεωργικών περιοχών από το έδαφος ή από τα αεροπλάνα. Οι ενώσεις αυτές προσροφούνται τόσο ισχυρά από το έδαφος, όσο και στα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας. Με τις βροχές ένα, ένα μέρος από τα παρασιτοκτόνα που βρίσκονται στο έδαφος ή στα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας μεταφέρεται στα φυσικά νερά. Πιστεύεται ότι, επειδή οι ενώσεις αυτές είναι λιποδιαλυτές, διαλύονται στη μεμβράνη λίπους που περιβάλλει τις ίνες των νεύρων και παρεμποδίζουν τη μεταφορά ιόντων προς ή από την

ίνα. Η παρεμπόδιση αυτή προκαλεί ρίγη, σπασμούς και τελικά το θάνατο. Τέλος, όλα γενικά τα παρασιτοκτόνα ( DDT, aldrin, chlordane, lindane, toxaphene, κ.α. ) έχουν αποδειχθεί ή θεωρούνται καρκινογόνα. (Φυτιανός 1998).

- **Οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα**

Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα αποικοδομούνται γρήγορα. Από αυτή την άποψη παρουσιάζουν ένα πλεονέκτημα ως προς τα οργανοχλωριωμένα. Παρόλα αυτά, έχουν γενικά πολύ μεγαλύτερη οξεία τοξικότητα στον άνθρωπο και στα θηλαστικά σε σύγκριση με τα οργανοχλωριωμένα. Όπως οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, τα οργανοφωσφορικά συγκεντρώνονται στους λιπαρούς ιστούς, αλλά από την άλλη μεριά, τα οργανοφωσφορικά αποσυντίθενται σε μερικές ημέρες ή εβδομάδες και έτσι σπάνια βρίσκονται στην τροφική αλυσίδα. Το παραθείον είναι για παράδειγμα, οργανοφωσφορική ένωση, όπου το συνδεδεμένο οξυγόνο έχει αντικατασταθεί με το θείο. Είναι πολύ τοξικό και είναι πιθανώς υπεύθυνο για πολλούς θανάτους των αγροτών, περισσότερο από κάθε άλλο παρασιτοκτόνο. Η χρήση του μπορεί από απροσεξία να σκοτώσει πουλιά και άλλους οργανισμούς που δεν είναι στόχοι. Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα είναι τοξικά για τα έντομα επειδή εμποδίζονται τα ένζυμα το νευρικού συστήματος και έτσι, δρουν σαν δηλητήρια νεύρων. Στην πράξη τα οργανοφωσφορικά εμποδίζουν την επικοινωνία που πραγματοποιείται ανάμεσα στα κύτταρα διαμέσου του μορίου ακετυλοχολίνη. Έτσι η παρουσία του μορίου του εντομοκτόνου έχει σαν αποτέλεσμα την καταστολή της συνεχούς μετάδοσης των ερεθισμάτων ανάμεσα στα νευρικά κύτταρα, που είναι σημαντικά για το συντονισμό των ζωτικών διεργασιών του οργανισμού, και ακολουθεί ο θάνατος.

- **Καρβαμιδικά και φυσικά εντομοκτόνα**

Ο τρόπος δράσης των καρβαμιδικών εντομοκτόνων είναι παρόμοιος με αυτόν των οργανοφωσφορικών. Όπως τα οργανοφωσφορικά, έτσι και τα καρβαμιδικά εντομοκτόνα έχουν μικρή περίοδο ζωής στο περιβάλλον αφού αντιδρούν με το νερό και αποσυντίθενται σε απλά, μη τοξικά προϊόντα. Περιληπτικά, και οι δύο κατηγορίες εντομοκτόνων λύνουν το πρόβλημα της μακροχρόνιας παραμονής και συσσώρευσης που σχετίζονται με της οργανοχλωριωμένες ενώσεις αλλά μερικές φορές με κόστος τη δραματική αύξηση της οξείας τοξικότητας στον άνθρωπο και στα ζώα. Αποτελούν ένα ιδιαίτερο πρόβλημα στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η άγνοια σχετικά με τους κινδύνους και η αποτυχία να παίρνουν προστατευτικά μέτρα έχει οδηγήσει σε πολλούς θανάτους στους αγρότες.

Πολλά φυτά μπορούν από μόνα τους να παράγουν ορισμένα μόρια για την αυτοπροστασία τους, είτε σκοτώνοντας είτε καθιστώντας τα έντομα ανενεργά. Επιστήμονες έχουν απομονώσει μερικές ενώσεις έτσι ώστε να μπορούν να τις χρησιμοποιήσουν για τον έλεγχο των εντόμων. Μια ομάδα « φυσικών παρασιτοκτόνων » που έχουν χρησιμοποιηθεί από τους ανθρώπους είναι οι πυρεθρίνες. Οι ενώσεις αυτές, λαμβάνονται από τα λουλούδια ενός συγκεκριμένου είδους χρυσανθέμου. Γενικά η χρήση των πυρεθρινών θεωρείται ασφαλής. Όπως τα οργανοφωσφορικά, παραλύουν τα έντομα αλλά συνήθως δεν τα σκοτώνουν. Δυστυχώς αυτές οι ενώσεις είναι μη σταθερές στο ηλιακό φως. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί συνθετικά πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα που είναι σταθερά στο περιβάλλον.

- **Ζιζανιοκτόνα**

Τα ζιζανιοκτόνα είναι χημικές ενώσεις που καταστρέφουν τα φυτά.

Συνήθως εφαρμόζονται για να εξοντώσουν αγριόχορτα χωρίς να προκαλέσουν βλάβη στην επιθυμητή καλλιέργεια. Διάφορες ανόργανες ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την εξόντωση των ζιζανίων είναι : $\text{Na}_3\text{AsO}_3$ , χλωρικό νάτριο,  $\text{NaClO}_3$ , και θειικός χαλκός,  $\text{CuSO}_4$ . Τελικά, οργανικά παράγωγα του αρσενικού αντικατέστησαν τις ανόργανες ενώσεις του αφού είναι λιγότερο τοξικές για τα θηλαστικά.

Κατηγορίες ζιζανιοκτόνων :

1. Τριαζίνης έχουν συμμετρική, αρωματική δομή. Συνήθως εφαρμόζεται σε καλλιεργήσιμα εδάφη σε αναλογίες λίγων γραμμαρίων ανά στρέμμα με σκοπό την εξόντωση των αγριόχορτων. Η τριαζίνη δεν θεωρείται πολύ τοξική ένωση. Παρ' όλα αυτά, μερικές προκαταρκτικές έρευνες σχετικά με την υγεία των αγροτών και άλλων

ατόμων που εκτέθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις ατραζίνης, δείχνουν υψηλές συχνότητες καρκίνου και μεγάλο ποσοστό γενικών ανωμαλιών.

- II. Ένα πολύ τοξικό μόριο, τετραχλωροδιβενζο-π-διοξίνη ευρέως γνωστό ως διοξίνη. Οι πολυχλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες ( polychlorinated dibenzo-p-dioxines-PCDD ) αποτελούν μια κατηγορία χλωριωμένων υδρογονανθράκων, που χαρακτηρίζονται από – σταθερότητα στην επίδραση χημικών αναδραστικών
- θερμική σταθερότητα ( μέχρι 700°C )
  - μεγάλη τοξικότητα. Οι PCDD διαλύονται ελάχιστα στο νερό, ενώ προσροφούνται γρήγορα και ισχυρά στο έδαφος.

#### 4. 4. 5. Κίνδυνοι από τη χρήση φυτοφαρμάκων

Η συνεχής εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων για την αντιμετώπιση των ζιζανίων σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να επιδρά αρνητικά σε οργανισμούς μη στόχους του εδάφους, όπως είναι διάφοροι μη παθογόνοι μικροοργανισμοί, τα έντομα και οι γαιοσκώληκες. Τα ερευνητικά δεδομένα που έχουν δημοσιευτεί και σχετίζονται με τις επιδράσεις των ζιζανίων σε οργανισμούς μη στόχους είναι πολλές φορές αντιφατικά. Σύμφωνα με τον ερευνητή ( Van Shreven 1970 ) και την ομάδα του βρήκαν ότι η αύξηση της δόσης κατά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων dalaron και ampitrole προκάλεσε αύξηση του χρονικού διαστήματος ( από μέρες σε εβδομάδες ) κατά το οποίο ανεστάλη η νιτροποίηση. Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι πειράματα έδειξαν ότι τα ζιζανιοκτόνα simazine και ametryne προκάλεσαν στο έδαφος αναστολή της δράσης nitrobacter με αποτέλεσμα τη συσσώρευση NO<sup>-</sup>2. Επίσης ερευνητές που πειραματίστηκαν με την επίδραση των ζιζανιοκτόνων στη διεργασία της αζωτοδέσμευσης ή μείωση του ρυθμού αζωτοδέσμευσης οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό στη δυσμενή επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο φυτό ξενιστή ( ψυχανθές ) των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων ( μείωση της ανάπτυξης ριζών και όχι την επίδραση τους στην ανάπτυξη των βακτηρίων ) τα βακτήρια του γένους *Rhizodium* συμμετέχουν στη διεργασία της αζωτοδέσμευσης από τα φυτά της οικογένειας *Fabaceae* ( ψυχανθή ). Σύμφωνα με ερευνητές που υποστηρίζουν ότι η παρουσία ζιζανιοκτόνων, όπως τα monuron, diuron και paraguat στα υδατικά οικοσυστήματα επηρεάζει αρνητικά την αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα ( διεργασία της φωτοσύνθεσης ) από διάφορα είδη φυτοπλακτών. Αντίθετα υπάρχουν και ερευνητές που βρήκαν ότι οι εφαρμογές των ζιζανιοκτόνων δεν προκαλούν μείωση στους πληθυσμούς των μυκήτων, κυτταρόζων, βακτηριδίων, πυκτινολυτικών βακτηριδίων ή των *Pseudomonas spp.* παρόλα αυτά τα ζιζανιοκτόνα trifluralin και alachlor προκάλεσαν προσωρινές διακυμάνσεις στους πληθυσμούς βακτηριδίων του εδάφους. Επίσης τα δύο ζιζανιοκτόνα μείωσαν τη μικροβιακή βιομάζα και τις βιοχημικές ιδιότητες του εδάφους όταν εφαρμόστηκαν σε δόση 10πλάσια της συνιστώμενης. Η εφαρμογή της συνιστώμενης δόσης δεν προκάλεσε ανιχνεύσιμα αποτελέσματα στη μικροχλωρίδα του εδάφους, εντούτοις παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση της δράσης διαφόρων φωσφατασών.

Οι αντιφατικές απόψεις των ερευνητών οφείλονται κυρίως στις διαφορετικές συνθήκες διεξαγωγής των πειραμάτων και κατά συνέπεια στην αδυναμία σύγκρισης των αποτελεσμάτων τους. ( Βασιλακόγλου 2008 )

Από τις έρευνες του INKA σχετικά με τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και την κατάχρηση φυτοφαρμάκων στην πρωτογενή παραγωγή και την πρόωρη συγκομιδή προκύπτει αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών λιπασμάτων, τα οποία είναι ύποπτα για καρκινογένεσις: παρουσιάζουν χρόνια τοξικότητα και προκαλούν ενδοκρινικές ανωμαλίες. Το Ινστιτούτο Καταναλωτών υπογραμμίζει την ανάγκη ελέγχου της πρωτογενούς παραγωγής, ενώ κάνει λόγο για κατάργηση των ελέγχων και των αρμοδιοτήτων πολλών υπηρεσιών σε όλη τη χώρα.

Συγκεκριμένα, οι σχετικές έρευνες κατέδειξαν συγκέντρωση νιτρικών λιπασμάτων πέντε φορές πάνω από το όριο σε πατάτες στην Αχαΐα, καθώς και συγκέντρωση άνω των επιτρεπτών ορίων σε ποσοστό 4-6% δειγμάτων ελαιόλαδου. Επιπλέον έρευνα του INKA σε

φρούτα και λαχανικά (μαρούλια, πατάτες, ντομάτες και μήλα) κατέδειξε συγκεντρώσεις σε οργανοφωσφορικά και διθειοκαρβαμιδικά φυτοφάρμακα, ενώ από έρευνα του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης προέκυψαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις φυτοφαρμάκων και στο αγελαδινό γάλα.

Το INKA επισημαίνει ότι η 20ετής συστηματική κωλυσιεργία στη λήψη των αναγκαίων μέτρων έχει ήδη δημιουργήσει μια χημική βόμβα για την υγεία παραγωγών και καταναλωτών, αλλά και για το περιβάλλον, το οικοσύστημα και τον υδροφόρο ορίζοντα. Παράλληλα, επιδημιολογικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε παιδιά που ζουν σε παραγωγικές περιοχές έδειξαν ότι το πρόβλημα έχει ήδη βλάψει την υγεία όχι μόνο των σημερινών ενηλίκων, αλλά και των επόμενων γενεών. Το Ινστιτούτο Καταναλωτών διαπιστώνει ότι δεν ενθαρρύνεται η βιολογική γεωργία και καταγγέλλει ότι από τα 2.500 περίπου φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στη χώρα, μόνο για το 10% από αυτά υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την τοξικότητά τους. Έχει, ακόμα, καταθέσει υπόμνημα στα υπουργεία Γεωργίας και Ανάπτυξης επισημαίνοντας τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά φρούτων και λαχανικών και ζητώντας τη θωράκιση της κοινωνίας απέναντι στο τεράστιο πρόβλημα της ασυλίας που παρέχεται στην παράνομη κερδοσκοπία.

#### • **Ρύπανση σε τοπικό επίπεδο**

Τα έντομα και οι αρρώστιες, είναι τα συμπτώματα ενός πάσχοντος φυτού, όχι τα αίτια. “Η χρήση δηλητηριωδών ψεκασμών είναι μια περίοδος ξηρασίας ή ψύχους δεν είναι τόσο το αποτέλεσμα της ανομβρίας ή του κρύου όσο της έλλειψης πράξη απόγνωσης σε μια γεωργία που πεθαίνει. Η τοποθέτηση λιπασμάτων είναι η τέχνη τού να βάζεις αλάτι στο χώμα έτσι ώστε οι ρίζες των φυτών να τα καταφέρνουν με κάποιο τρόπο να του ξεφεύγουν!”

Συνοπτικά αυτό που διακήρυξε ήταν ότι τα αγριόχορτα δεν είναι τίποτα άλλο από ένας γνώμονας της φύσης του εδάφους.

“Γι’ αυτό το λόγω είναι λάθος να βασιζόμαστε σε ζιζανιοκτόνα για να τα εξολοθρεύσουμε, αφού οι χημικές ουσίες έχουν να κάνουν με το αποτέλεσμα κι όχι το αίτιο. Τα έντομα και τα αρπαχτικά της φύσης είναι συνεργεία καθαρισμού που τα φωνάζουμε όταν χρειάζονται και τα διώχνουμε όταν δε χρειάζονται. Οι απώλειες φυτών σε θρεπτικών ουσιών. Οι φόρμουλες N P K (άζωτο, φώσφορος, κάλιο), όπως νομοθετήθηκαν κι εφαρμόστηκαν από το υπουργείο Γεωργίας, σημαίνουν υποσιτισμό, επιδρομές από έντομα, βακτηρίδια και παράσιτα, κατάληψη από αγριόχορτα, απώλεια καλλιεργειών σε περιόδους ξηρασίας και γενική κατάπτωση στην πνευματική διαύγεια του πληθυσμού, που οδηγεί σε εκφυλιστικά μεταβολικά νοσήματα και στον πρόωρο θάνατο”( Άλμπρεχτ ).

#### • **Τα φυτοφάρμακα μειώνουν τη δυνατότητα αντίστασης των φυτών**

Αλλαγές στις ανόργανες ουσίες στα φυτά από τα φυτοφάρμακα όπως η αύξηση του επιπέδου αζώτου στο καλαμπόκι και στο ρύζι, που προκαλείται από το 2,4 D ( ζιζανιοκτόνο ) μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη προσβολή από αφίδες και σκουλήκια που τρυπάνε το στέλεχος του ρυζιού αντίστοιχα. Τα εντομοκτόνα μπορούν να προκαλέσουν υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών ουσιών όπως αμινοξέα και μονοσακχαρίτες, που συνδέονται στενά με τον πρωτεϊνικό μεταβολισμό, που επιδρά στην ικανότητα αντοχής του φυτού ενάντια στους φυσικούς εχθρούς του. Αυτό συμβαίνει όταν «δηλητήρια» χρησιμοποιούνται σαν φυτοφάρμακα για τα φυτά, και όσο πιο πολύ τα χρησιμοποιούν, τόσο πιο φανερό γίνεται αυτό.

#### • **Υπολείμματα**

**φυτοφαρμάκων**

Παραθείο στα φρούτα καθιστά απαραίτητο το ξεφλούδισμα

Φρούτα με το τοξικό φυτοφάρμακο παραθείο, το οποίο απαγορεύτηκε το 2003, εντοπίστηκε σε έρευνα του ΑΠΘ που πραγματοποιήθηκε σε 150 δείγματα φρούτων από την αγορά. Το παραθείο υπήρχε στην πλειονότητά των δειγμάτων ενώ υπολείμματα φυτοφαρμάκων γενικά ανιχνεύθηκαν στο ένα τρίτο των φρούτων. Από την ίδια έρευνα προκύπτει επίσης ότι το ξεφλούδισμα απομακρύνει τα υπολείμματα, το

όχι.

Σύμφωνα με Τα Νέα της Τρίτης, είναι ενδεικτικό είναι ότι το παραθείο απομακρύνθηκε από τα μήλα Αριδαίας κατά 99,1% με το ξεφλούδισμα, ενώ με το πλύσιμο κατά 32,7%. Παρόμοια είναι η εικόνα από τις αναλύσεις σε αχλάδια Ημαθίας: με το ξεφλούδισμα, το φυτοφάρμακο μαλαθείο απομακρύνθηκε κατά 85,8%, ενώ με το πλύσιμο μόλις κατά 5,4%. Στα ροδάκινα Νάουσας, με το ξεφλούδισμα το φυτοφάρμακο «Diazinon» απομακρύνθηκε ατά 99,7% και με πλύσιμο κατά 1,1%. Γενικά, υπολείμματα (νόμιμων) φυτοφαρμάκων εντοπίστηκαν σε ποσοστό 27% των φρούτων(ελληνικών και εισαγόμενων) και περισσότερο επιβαρυνμένα είναι τα μήλα, τα αχλάδια, τα ροδάκινα και τα σταφύλια. Πάντως, οι ερευνητές του Εργαστηρίου Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, με επικεφαλής τον Κωνσταντίνο Φυτιάνο τονίζουν ότι το ξεφλούδισμα δεν είναι η τέλεια λύση. Κι αυτό διότι, έτσι, οι καταναλωτές «προφυλάσσονται από τα φυτοφάρμακα αλλά χάνουν τις βιταμίνες και τις θρεπτικές φυτικές ουσίες». Υπολείμματα φυτοφαρμάκων σε επίπεδα ανώτερα από τα όρια της ΕΕ ανιχνεύθηκαν στο 2% των φρούτων.

Όσον αφορά το παραθείο, η έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα και αναπνευστικά προβλήματα. Τα πιο ακίνδυνα φρούτα αποδεικνύεται ότι είναι τα βιολογικά, καθώς κανένα από τα έξι δείγματα βιολογικών δεν είχε υπολείμματα φυτοφαρμάκων. ( Φυτιανός 1998 )

#### • Απολύμανση με βρωμιούχο μεθύλιο και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον

Το βρωμιούχο μεθύλιο ( Β Μ ) χρησιμοποιείται σαν απολυμαντικό του εδάφους από τις αρχές της δεκαετίας του 1960. Το Β Μ χαρακτηρίζεται από μεγάλη πτητικότητα και την υψηλή τοξικότητά σε όλους σχεδόν τους οργανισμούς. Εξαιτίας της υψηλής πτητικότητας διαχέεται εύκολα στο έδαφος, διεισδύει σε βάθος και σκοτώνει παθογόνα σε θέσεις που δεν φτάνουν άλλα υποκαπνιστικά. Για τον ίδιο λόγο διαφεύγει γρήγορα από το έδαφος και έτσι μικραίνει το διάστημα μεταξύ εφαρμογής και φυτέματος. Τα μεγαλύτερα προβλήματα με το Β Μ είναι η καταστροφή του όζοντος και τα υπολείμματα Βγ στο έδαφος, που απορροφούν τα φυτά και καταλήγουν στα εδάδιμα μέρη τους. Εξάλλου το Β Μ είναι πολύ τοξικό στα θερμόαιμα και γι'αυτό εφαρμόζεται σε μη κατοικημένους χώρους και μόνο από εξουσιοδοτημένα άτομα. Άλλα προβλήματα που παρατηρούνται από την εφαρμογή του Β Μ είναι:

- (1) το έντονο βιολογικό κενό,
- (2) η τοξικότητα των υπολειμμάτων Βγ σε πολλά φυτά, όπως τα γαρίφαλα και
- (3) η καταστροφή των ωφέλιμων μικροοργανισμών όπως των μυκήτων των μυκορριζών, των ριζοβακτηρίων που ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών, των νιτροποιητικών βακτηρίων κ.α. ( Ν.Ε. Μαλαθράκης

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα, 7500, Ηράκλειο Κρήτης )

#### 4.4.6. Προσπάθειες επιδιόρθωσης

Συμπερασματικά, πρέπει να τονιστεί ότι η απειλή για τον ανθρώπινο γένος και το περιβάλλον είναι ένας σημαντικός λόγος για να σταματήσει η χρήση συνθετικών φυτοφαρμάκων. Αντίθετα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν προστατευτικά μέσα και μέθοδοι τέτοιες, που δεν είναι επικίνδυνα ούτε για τον άνθρωπο ούτε για το περιβάλλον με ξένες σ' αυτό χημικές ουσίες, δε βλάπτουν το φυτό και τους καρπούς ή δρουν εκλεκτικά χωρίς να εξασφαλίζουν τα ωφέλιμα. Η υποβοήθηση των φυσικών ανταγωνιστών των παρασίτων επιτυγχάνεται με τη δημιουργία κατάλληλων βιότοπων. Χώρους για εξισορρόπηση της καλλιεργούμενης έκτασης, π. χ. λωρίδες ακαλλιέργητες με άγρια βλάστηση, με σειρές από ανάμεικτους φυσικούς φράκτες, υποκαλλιέργειες ( δηλαδή ανάμεσα και κάτω από τα καλλιεργούμενα φυτά έχει σπαρθεί κάποιο φυτό που αναπτύσσεται χαμηλά ). Με τα ανωτέρω υποβοηθάται η διανομή και η εκτροφή των ξενιστών των παρασίτων. Εξυγιαντικά στο έδαφος επιδρούν τα εξής :

- Μελετημένο πρόγραμμα σειράς αμειψισπορών.
- Οργανική λίπανση.

- Κατάλληλο δούλεμα του εδάφους. Αποφασιστική σημασία έχει η διαμόρφωση μιας κατάλληλης σειράς αμειψισπορών. Αφήνοντας αρκετό χρονικό διάστημα μέχρι επανάληψης του ίδιου είδους ή συγγενικού, που προσβάλλεται από κάτι συγκεκριμένο π. χ. αποφεύγονται η ροπαλοειδής ρίζα στα λάχανα, οι σκωριάσεις στα σιτηρά κ. α. ή τουλάχιστο οι ασθένειες αυτές μειώνονται δραματικά.

#### 4.4.7. Η αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων εδάφους με την ηλιοθέρμανση – ηλιοαπολύμανση

Γενικά : Συνιστά την καλύτερη εναλλακτική λύση για την αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων εδάφους στα θερμοκηπιακά εδάφη στην χώρα μας χάρη στην ηλιοφάνεια και ειδικότερα στην ένταση του φωτός κατά τους θερινούς μήνες. Η απολύμανση που συντελείτε στηρίζεται στην ανύψωση της θερμοκρασίας του εδάφους, και συγκεκριμένα στην ανύψωση της θερμοκρασίας του νερού που έχει προστεθεί, που έχει σαν αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος των παθογόνων να καταστρέφεται ενώ οι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί που στο σύνολο τους είναι θερμοανθεκτικοί να επιζούν. Εδάφη στα οποία εφαρμόζεται για μερικά χρόνια η ηλιοθέρμανση συνεπικουρούμενα από οργανική ουσία τείνουν να γίνουν ανθεκτικά σε παθογόνους μικροοργανισμούς.

Νηματοδείς, βακτήρια, μύκητες, ιούς και ακάρεα συναντάμε κυρίως στο έδαφος και ειδικά στη ριζόσφαιρα. Πολλά από αυτά προκαλούν σημαντικές έως ολικές καταστροφές στις μεγάλες καλλιέργειες και το θερμοκήπιο. Οι νηματοδείς είναι σκωληκόμορφοι οργανισμοί μήκους 0.3 έως 8 χιλιοστά και ανήκουν κυρίως στα γένη *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylencus* και *Aphelenchoides* και προσβάλλουν πάνω από 2000 είδη καλλιεργουμένων φυτών. Από τους μύκητες, οι οποίοι είναι ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί, αρκετά είδη που ανήκουν στα γένη *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Botrytis*, *Macrophomina* και *Verticillium* καταστρέφουν τόσο τα νεαρά φυτά όσο και τα μεγαλύτερα προσβάλλοντας το ριζικό σύστημα και καταστρέφοντας τα αγγεία. Από τα βακτήρια τα *Corynebacterium mitchiganense* και *Pseudomonas solanacearum* φαίνεται να είναι αυτά που δημιουργούν τα μεγαλύτερα προβλήματα μέσω του ριζικού συστήματος.

Η αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων στο ριζικό σύστημα γίνεται έως και σήμερα, κατά κανόνα, με την εφαρμογή μυκητοκτόνων και νηματοδοκτόνων στο ριζικό σύστημα των φυτών μέσω της στάγδην άρδευσης. Στην περίπτωση δε των θερμοκηπιακών καλλιεργειών εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση απολύμανση με βρωμιούχο μεθύλιο το οποίο

1. κοστίζει πολύ ακριβά
2. προκαλεί βιολογικό κενό
3. καταστρέφει το όζον και
4. είναι καρκινογόνο

Η αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων στο έδαφος είναι δυνατόν να γίνει πιο αποτελεσματικά, πιο φθηνά και φυσικά με εντελώς υγιεινό τρόπο. Με προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος, με εγκατάσταση ωφέλιμων μικροοργανισμών στο ριζικό σύστημα των καλλιεργουμένων φυτών όσο αυτά είναι ακόμα μικρά στο σπορείο και τέλος την εφαρμογή αυτής της καταπληκτικής μεθόδου που καλείται **ηλιοθέρμανση ή ηλιοαπολύμανση** ( solarization ). Ο συνδυασμός και των τριών παραπάνω τεχνικών συνιστά απαραίτητη προϋπόθεση και συνεπάγεται άριστα αποτελέσματα τόσο στην προστασία όσο και την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών. Η μέθοδος στηρίζεται στην ανύψωση της θερμοκρασίας του εδάφους με τη χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και έχει σα στόχο να μειώσει τόσο την παθογένεια όσο και τον πληθυσμό των φυτοπαθογόνων και να ευνοήσει της ανταγωνιστική δράση της σαπροφυτικής μικροχλωρίδας. Ο εγκλωβισμός της ηλιακής ακτινοβολίας και η ανύψωση της θερμοκρασίας πετυχαίνετε με τον πλημυρησμό του εδάφους και την τοποθέτηση φύλλου πλαστικού από διαφανές πολυαιθυλένιο με το μικρότερο δυνατό πάχος. Φυσικά μέχρι του βάθους των 30-35 cm όπου συναντάμε ποσότητες μολυσμάτων δεν είναι δυνατόν η θερμοκρασία να φθάσει σε τέτοιες τιμές,



ώστε να ισοδυναμεί με θερμικό θάνατο των παθογόνων. Όμως η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από 50°C σε βάθος 20-25 cm τους θερινούς μήνες πετυχαίνει τον πιο πάνω στόχο αρκετά ικανοποιητικά. Η προετοιμασία και εφαρμογή θα πρέπει να γίνει το αργότερα ως τα μέσα Ιουλίου και να διαρκέσει τουλάχιστον 2-3 εβδομάδες. Η εφαρμογή ολόκληρο τον 7ο και 8ο μήνα στις ελληνικές συνθήκες θα οδηγήσει σίγουρα σε πολύ καλά αποτελέσματα. Επίδραση της ηλιοθέρμανσης στην εξέλιξη της παθογόνου μικροχλωρίδας σε έδαφος θερμοκηπίου τομάτας. ( Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς Δίκτυο Δράσης Για Τα Φυτοφάρμακα 1990 ΑΘΗΝΑ ).

## **5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

**Η επίδραση της βιολογικής και συμβατικής διαχείρισης του εδάφους της θερμοκηπιακής τομάτας στην δραστηριότητα της εδαφικής μικροχλωρίδας.**

## Εισαγωγή

Έχει αποδειχθεί ότι η παραγωγικότητα του εδάφους είναι μια δυναμική κατάσταση και επηρεάζεται από διάφορους αλληλένδετους παράγοντες όπως η δομή του εδάφους, η γονιμότητα, η ποσότητα της οργανικής ύλης, την βιολογική δραστηριότητα, ιδιαίτερα των εδαφικών μικροοργανισμών, από τους οποίους, σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται η θρεπτική αξία του εδάφους. Από την άποψη ότι οι μικροοργανισμοί έχουν άμεση σχέση με την γονιμότητα της γης, καθώς λαμβάνουν μέρος σε διάφορες φυσικές διεργασίες, είναι πολύ σημαντική η μελέτη της βιοποικιλότητας μικροβιακών κοινοτήτων και των εξωτερικών παραγόντων που επηρεάζουν την δραστηριότητά τους. Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, έγινε μια προσπάθεια να ερευνηθεί η επίδραση των παραγόντων της συμβατικής και βιολογικής διαχείρισης του εδάφους στην εδαφική μικροχλωρίδα την ποικιλομορφία και δραστηριότητα τους.

Κατά την γεωργική χρήση η εντατική διαχείριση του εδάφους και μεγιστοποίηση της παραγωγής οδήγησαν στην υπερβολική εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας με αποτέλεσμα να μειωθεί η ποσότητα της οργανικής ουσίας, να μεταβληθούν τα φυσικά, χημικά, βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Με την πάροδο του χρόνου φάνηκαν οι επιβλαβές για το αγροτικό περιβάλλον και την οικολογία των μικροοργανισμών. Έτσι η χρήση μόνο ανόργανων λιπασμάτων σε συνδυασμό με την εντατική μηχανική καλλιέργεια οδήγησε στη μείωση του ποσοστού οργανικής ουσίας με υποβάθμιση της σταθερότητας της δομής του εδάφους και ως συνέπεια στην δραστηριότητα των εδαφικών μικροοργανισμών.

Στην Βιολογική Γεωργία και άλλες εναλλακτικές γεωργίας γίνεται η χρήση της αμειψισποράς, οργανικών λιπασμάτων, μειωμένης κατεργασίας και βιολογικής καταπολέμησης εχθρών και ασθενειών που οδηγεί στην βελτίωση της ποιότητας, στην διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους.

Η πολυάριθμες έρευνες είχαν συγκρίνει την μικροβιολογία και χημεία σε συμβατική και βιολογική (ή μειωμένη) γεωργία. Το εδαφικό οργανικό υλικό, με αρκετή περιεκτικότητα σε πολυσακχαρίτες και η μικροβιακή βιομάζα δείχνουν γενικά ανώτερη στην βιολογική σε σύγκριση με συμβατική γεωργία. (Dogan et al., 1988, Lockeretz et al., 1981, Reganold et al., 1987). Επίσης η μικροβιακή δραστηριότητα, που εκτιμήθηκε είτε με την εδαφικής αναπνοής, είτε με την N απόνιτροποίηση, ήταν αυξημένη στην μειωμένη σε σχέση με την συμβατική γεωργία (Hassink et al 1991). Πολλά είδη εξειδικευμένων μικροοργανισμών αυξάνονται σε οργανικά βελτιωμένα εδάφη, η αύξηση τους όμως εξαρτάται από των τύπο οργανικής ουσίας. Παρατηρήθηκε σε κάποιες περιπτώσεις η μείωση των νηματωδών, πρωτόζωων, επίσης μπορεί να προκαλεί τις μεταβολές της βιομάζας.. ( Harder, Joergensen, Meyer, Wolters. 1993).

Αντίθετα το μεγάλο ποσοστό ερευνών που αφορούν τα εδαφικά φυσικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά πολύ λίγη έχουν σχέση με την εξέλιξη και την σοβαρότητα τους σε συμβατική και βιολογική γεωργία. Στην Ευρώπη αναφέρεται οι ασθένειες του ριζικού συστήματος και των βλαστών στο σιτάρι και τεύτλα ( με παθογόνο το *Phytophthora parasitica* corky root *Pyrenochaeta lycopersici* ), που ήταν λιγότερα οξύ σε βιολογική και μειωμένη γεωργία. (El Titi and Richter 1987, Piore and Hindorf, 1986, Grunwald N. J., Hu S. and van Bruggen A.H.C. 2000)).

Στις μικροβιακές έρευνες για την αξιολόγηση των συνθηκών της άριστης λειτουργίας των μικροοργανισμών και για την μελέτη της επίδρασης των διάφορων εξωτερικών παραγόντων στην ανάπτυξη του μικροβιακού πληθυσμού στο έδαφος, από το σύνολο πολυάριθμων μεθόδων που κατέχει η σύγχρονη εδαφική μικροβιολογία επικροτούν μεθόδους βιώσιμων μονάδων, και η μικροσκοπική καταμέτρηση του συνολικού αριθμού (number of cfu g<sup>-1</sup> soil dw) διάφορων ομάδων μικροοργανισμών, οι μέθοδοι προσδιορισμού του μεταβολισμού και της ενζυμικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών, ο προσδιορισμός της μικροβιακής βιομάζας και η ταχύτητα αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας.

Π. χ., ο αριθμός των αποικιών, η ενζυμική δραστηριότητα, νιτροποίηση, εδαφική αναπνοή χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη της επίδρασης των φυτοφαρμάκων στην εδαφική μικροχλωρίδα (Domsch et al., 1983).

## 5. 1. Υλικά και μέθοδοι

### Μακροσκοπική και Μικροβιολογική ανάλυση εδάφους.

#### ➤ Δειγματοληψία.

Κατά την έρευνα του μικροβιακού πληθυσμού του εδάφους, από τα δυο θερμοκήπια με διαφορετική διαχείριση κατά την συμβατική και βιολογική καλλιέργεια έγιναν τρεις συνολικά εδαφικές δειγματοληψίες κάθε 40 – 45 ημέρες κατά τη ροή της παραγωγής, και από το βάθος 0 – 20 cm. Η ποσότητα μίας δειγματοληπτικής μονάδας εδάφους που διαλέξαμε για την εξασφάλιση αξιόπιστων αποτελεσμάτων ήταν περίπου 2 κιλά.

Η δειγματοληψία έγινε στο θερμοκήπιο από 40 τυχαία σημεία, κοντά στο ριζικό σύστημα του καλλιεργούμενου φυτού, με το δειγματολήπτη ή απλώς με το άνοιγμα ενός λάκκου με σκαπάνη ή φτυάρι. Στη συνέχεια αναμειγνύουμε τα κάθε 4 ομοιογενές κομμάτια εδάφους και κάναμε ένα σύνθετο δείγμα. Το μείγμα αυτό τοποθετείται σε μια καθαρή σακούλα. Με αυτό τον τρόπο κάθε φορά συγκεντρώνουμε για την μικροσκοπική ανάλυση 10 δείγματα εδάφους. Η περίπτωση τακτικής έρευνας απαιτήσε τα δείγματα να ληφθούν κάθε φορά περίπου από τα ίδια σημεία δηλαδή από τα σημεία του δεν απέχουν πολύ μεταξύ τους.

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 που πρόκειται να εξεταστεί μεταφέρθηκε στο εργαστήριο το συντομότερο χρονικό διάστημα και διατηρούνται στο ψυγείο το πολύ 48 ώρες.

#### 5. 1. 1. Φυσικοχημική ανάλυση του εδάφους .

Γενικά, επειδή ο αριθμός των μικροοργανισμών επηρεάζεται από το περιβάλλον και συνεχώς μεταβάλλεται στην διάρκεια του χρόνου, παράλληλα με της μικροβιακές έρευνες ξεκινά και μια μακροσκοπική μελέτη των φυσικο- χημικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Η μηχανική σύσταση του εδάφους, η μέτρηση της περιεκτικότητας της υγρασίας στα εδαφικά δείγματα και του pH του εδάφους, ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους ( μέθοδος Walkley Black ) και του οργανικού και ανόργανου αζώτου έγινε σύμφωνα με τις Εργαστηριακές Ασκήσεις του Χ. Πασχαλίδη (2005).

Το σημαντικό στοιχείο που εξετάστηκε στα δυο θερμοκήπια ήταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία.

Ο Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους ( μέθοδος wal\_kleyblack)

#### Διαδικασία

##### 1. Παρασκευή διαλυμάτων

a) Διάλυμα χλωρισύχου καλίου (  $K_2Cr_2O_7$  ) 1N

Ζυγίζουμε 49,04 gr από το χημικά καθαρό στερεό  $K_2Cr_2O_7$  και το διαλύουμε σε ογκομετρική φιάλη του 1lit, συμπληρώνοντας αποσταγμένο νερό μέχρι τη γραμμή της φιάλης.

b) Διάλυμα δισθενή θεικού σιδήρου (  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ) 0,5N

Ζυγίζουμε 139gr  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , διαλύουμε σε ογκομετρική φιάλη 1lit προσθέτουμε 15ml πυκνό  $H_2SO_4$  και συμπληρώνουμε με αποσταγμένο νερό τη γραμμή της φιάλης.

c) Διάλυμα διφαινυλο-σουλφονικού βáriου ( δείκτης )

Ζυγίζουμε 160mgr από το δείκτη, διαλύουμε σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και συμπληρώνουμε μ' αποσταγμένο νερό μέχρι τη γραμμή. Επειδή ο δείκτης είναι λίγο δυσδιάλυτος, ζεσταίνουμε το νερό για καλύτερη διάλυση.

Ζυγίζουμε μικρό δείγμα εδάφους ( αεροξηραμένου, λειοτριβημένου και κοσκινισμένου με κόσκινο που έχει τρύπες με διάμετρο 2mm ). Αν έχει πολύ οργανική ουσία π.χ. μαύρο χόμα, ζυγίζουμε 0,5gr. Αν έχει ελάχιστη, π.χ. άσπρο χρώμα ζυγίζουμε 1gr 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  $H_3PO_4$  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 θεικό 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 χόμα ( λευκός προσδιορισμός ). Μετά ογκομετρούμε πάλι με διάλυμα 0,5N  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  και σημειώνουμε τα ml  $T'$ , που καταναλώθηκαν στην προχοΐδα.
- Ακολουθούν υπολογισμοί.

### Προσδιορισμός ολικού αζώτου του εδάφους με τη μέθοδο Kjeldahl.

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

#### ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- 1)  $NaOH$  10N ή 40% κατά βάρος
- 2) Δείκτης. Διαλύουμε 0,100gr πράσινο βρωμοκρεσόλης σε 100ml αιθανόλη. Διαλύουμε 0,100gr ερυθρό του μεθυλίου σε 100ml αιθανόλη.
- 3) Διαλύουμε  $H_3BO_3$  4% διάλυμα με θέρμανση 60°C, 80g  $H_3BO_3$  σε 400-500ml
- 4) Μικτός δείκτης. Αναμιγνύουμε 20 ml πράσινο της βρωμοκρεσόλης και 14 ml ερυθρό του μεθυλίου σε 2L  $H_3BO_3$  4% προσθέτουμε μερικές σταγόνες  $NaOH$  1N ( από το διάλυμα του  $NaOH$  1N παίρνουμε περίπου 5ml και προσθέτω άλλα ml νερό σε ένα ποτήρι ζέσεως : αραιώση 1:10 ) στο διάλυμα του  $H_3BO_3$  4% ανακατεύουμε ώστε να πάρει χρώμα κανονικό, έντονο γκρι.
- 5) Πυκνό  $H_2SO_4$ , 20ml για κάθε καύση δείγματος
- 6) Διάλυμα  $H_2SO_4$  0,5N ( 1ml  $H_2SO_4$  0,5N εξουδετερώνει 0,7mg  $NH_4-N$  )
- 7) Standard διάλυμα  $NH_4-N$  ( 100ppm ) : 0,3820 ξηρού  $NH_4Cl$  σε 1L απιονισμένο νερό.
- 8) Ταμπλέτες Kjeldahl χωρίς Se ( καταλύτης ) ή αλλιώς χρησιμοποιούμε  $K_2SO_4 : CuSO_4 : Se$  σε αναλογία 100:10:1.

#### Υγρή καύση

- 1) Ζυγίζω 0,3-1gr φυτικού ιστού ( ξηρό σε 105°C ) ή 1gr αεροξηραμένου εδάφους που έχει περάσει από κόσκινο 1mm και το τοποθετώ προσεκτικά στη φιάλη Kjeldahl.
- 2) Προσθέτω 2ταμπλέτες ( 19gr. ) από το καταλύτη.

- 3) Προσθέτω 20ml πυκνό  $H_2SO_4$  με τρόπο ώστε να διαβρέχονται τα τοιχώματα του σωλήνα ( σε περίπτωση που υπάρχει σκόνη στα τοιχώματα από το δείγμα ).
- 4) Μεταφέρουμε τη φιάλη στη συσκευή πέψης , η συσκευή έχει προηγουμένως μπει σε λειτουργία ώστε η θερμοκρασία πέψης να φτάσει στο μέγιστο. Για τη συσκευή πέψης Buchi ο διακόπτης πρέπει να είναι στην αρχή, στην κλίμακα 10 για 20 λεπτά της καύσης. Και μετά στην 8.
- 5) Κατά τη διάρκεια της υγρής καύσης το δείγμα χρωματίζεται βεραμάν και από τη στιγμή αυτή το αφήνουμε για άλλα 20λεπτά οπότε ολοκληρώνετε η διαδικασία της καύσης .

#### ΑΠΟΣΤΑΞΗ.

- 6) Ανοίγουμε το νερό.
- 7) Ανοίγουμε το διακόπτη του μηχανήματος.
- 8) Η αποστακτική συσκευή ρυθμίζεται ώστε να προστεθεί στο δείγμα 70ml NaOH 40% για να δημιουργηθεί αλκαλικό περιβάλλον.
- 9) Ρυθμίζουμε την αποστακτική συσκευή ώστε να προστίθεται 50ml  $H_2O$ .
- 10) Ρυθμίζουμε την αποστακτική συσκευή ώστε να προστίθεται  $H_3BO_3$ .
- 11) βάζουμε το χρονόμετρο της συσκευή στο 4min.
- 12) Με τα πλήκτρα επιλέγουμε την επιλογή Cleanig και πατάμε το κουμπί . αυτό επαναλαμβάνεται τρις φορές.
- 13) Κάνουμε απόσταξη σε τρία τυφλά ( ποσότητα 10ml απιονισμένο νερό και σε τρία standard  $NH_4-N$  ( 100ppm ) ( ποσότητα 10 ml ). Με τον τρόπο αυτό θα ελέγξουμε το standard  $NH_4-N$  διαλύματος .
- 14) Ακολουθεί η απόσταξη των δειγμάτων των 2 Blank καθώς και τρία reference διαλύματος ( 0,400γρ phenylamine :8,475%N. Στα Blank δεν έχουμε φυτικό ή εδαφικό υλικό.
- 15) Για κάθε standard, τυφλό, δείγμα blank και reference τοποθετούμε στη συσκευή για τη συλλογή του αποστάγματος 1 κωνική φιάλη των 250 ml που περιέχει 25 ml  $H_3BO_3$  4%.
- 16) Πριν να κλείσουμε τη συσκευή, επαναλαμβάνουμε τον καθαρισμό του μηχανήματος 2-3 φορές και κλείνουμε το νερό.
- 17) Ογκομέτρηση με  $H_2SO_4$  0,05N.

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 νωπού εδάφους.

b - το βάρος του δοχείου με το έδαφος .

c – το ξηρό βάρος του δείγματος.

## 5. 1. 2. Μέθοδοι μικροβιολογικής ανάλυσης του εδάφους.

### 5. 1. 2. 1. Μέτρηση του αριθμού βιώσιμων μονάδων με την χρήση της μεθόδου διαδοχικών αραιώσεων. (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 (μύκητες, βακτήρια, ακτινομύκητες, φύκι, πρωτόζωα, ιοί) υπολογίζετε με την μέθοδο μέτρησης του **αριθμού βιώσιμων μονάδων ή αριθμού ζωντανών μικροβίων (Total viable count)**. Στην ουσία γίνεται μέτρηση του συνολικού αριθμού των μικροβιακών πληθυσμών (**Colony forming units - CFU**), ικανών να σχηματίζουν αποικίες *in vitro* πάνω σε θρεπτικά υποστρώματα.

Οι ομάδες που πρόκειται να απομονωθούν και να καταμετρηθούν κατά την έρευνα είναι: τα βακτήρια (αερόβια), οι μύκητες, ακτινομύκητες, οι ομάδες των μικροοργανισμών όπως οι αμμωνιοποιητές, νιτροποιητές, αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας, που είναι υπεύθυνα για διάφορες διεργασίες που εκτελούνται στο εδάφος.

#### 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 (εναιωρήματος) σε φιάλη (τον 250 ml) με 90ml νερό ή εναλλακτικά 1ml διαλύματος σε 10ml διαλύματος (νερό ή άλλο μέσο). Με τον ίδιο τρόπο αραιώνονται τα επόμενα δείγματα, παίρνοντας πάντα 10 ml (ή 1 ml) από το προηγούμενο εναιώρημα και το μεταφέρουμε σε καθαρή φιάλη με 90 ml.(ή 10 ml) υγρού μέσου. Η διαδικασία αραιώσης επαναλαμβάνεται, ανάλογα με της απαιτήσεις της έρευνας από  $10^3$  έως  $10^8$  (1 : 5 ή 1 : 10).

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

- **Εμβολιασμός του στερεού θρεπτικού μέσου.**

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

- **Θρεπτικά υποστρώματα.**

Για την εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού (μετά από διαδοχικές αραιώσεις του εδαφικού δείγματος) χρησιμοποιήσαμε θρεπτικά υποστρώματα όπως το Tryptic soy agar (Martin 1975), Nutrient Agar (NA), Streptom. Rose Bengal Agar (SRBA),(Martin 1950), και το Starch – casein Agar (SKA), (Kyster and Williams 1966), για την καταμέτρηση του ολικού αριθμού βακτηρίων, μυκήτων, ακτινομυκήτων αντίστοιχα (πίνακα 1).



- **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 στερεοσκόπιο. Τα τρυβλία Petri με τις αποικίες με πλούσια θρεπτικά υποστρώματα εξετάζονται με κλειστό καπάκι συνήθως στο φως και οι αποικίες σηματοδεύονται 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

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

### **5. 1. 2. 2. Μέτρηση των μικροβιακών πληθυσμών με την χρήση του πλέον πιθανού αριθμού (Most probable number) του Paul I., Wommer (1985).**

Η τεχνική μέτρησης με τον πλέον πιθανό αριθμό (Most probable number) χρησιμοποιείται στη περίπτωση αδυναμίας ποσοτικής αποτίμησης των μικροβιακών πληθυσμών ή ενός μεμονωμένου οργανισμού εξαιτίας των ετερογενών πληθυσμών ή της απουσίας ειδικών διαγνωστικών μέσων. Το κλειδί της επιτυχίας είναι ότι ο επιθυμητός οργανισμός πρέπει να έχει ένα μοναδικό χαρακτηριστικό ή ίχνος μεταβολισμού να μπορεί να ανιχνευτεί. Συνεπώς αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση μικροοργανισμών με βάση την ανάπτυξη των μεταβολικών δραστηριοτήτων. Γι' αυτό πρέπει να υπάρχουν κατάλληλα θρεπτικά υποστρώματα όπου κατά των μεταβολισμό εξαφανίζεται κάποιο συστατικό και εμφανίζεται ένα άλλο προϊόν.

Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην παρουσία ή απουσία των μικροοργανισμών σε κάθε από τα πολλά διαδοχικά εδαφικά διαλύματα με τα ποια εμβολιάζονται τα επιλεγμένα θρεπτικά υποστρώματα.

Στη περίπτωση εμβολιασμού των υγρών θρεπτικών υποστρωμάτων με τα εδαφικά δείγματα (μετά από διαδοχικές αραιώσεις) για την εκτίμηση του αριθμός βιώσιμων κυττάρων χρησιμοποιείται μέθοδος πολλαπλών σωλήνων ή τεχνική μέτρησης του περισσότερων πιθανού αριθμού μικροβίων (Most probable number) του Paul I., Wommer (1994).

Ο υπολογισμός του πιθανού αριθμός στα δείγματα με υγρά θρεπτικά διαλύματα γίνεται από την εξίσωση:

$$\text{αριθμός θετικών σωλήνων} \times 100$$

$$\text{MPN/ 100ml} = \frac{\text{αριθμός θετικών σωλήνων} \times 100}{\text{αριθμός σωλήνων}}$$

ml. δείγμα. στους αρνητικούς X ml δείγμα σε όλους τους σωλήνες

Με την χρήση του Πλέον Πιθανού Αριθμού (Most probable number) προσδιορίστηκε ο αριθμός των εξειδικευμένων αυτότροφων μικροβιακών κοινοτήτων, υπευθύνων για μετατροπή του αζώτου (N) στο έδαφος και συγκεκριμένα των αμμωνιοποιητών,

νιτροποιητών. Για την εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού αμμωνιοποίησης, νιτροποιητών χρησιμοποιήθηκαν το θρεπτικό μέσο με πεπτόνη και το μέσο με  $\text{NH}_4^+$  salts αντίστοιχα. Για το εμβολιασμό των υγρών θρεπτικών μέσων χρησιμοποιείται 1 ml από κάθε αραιωμένο δείγμα εδάφους.

Επίσης εκτιμήθηκε ο αριθμός των μικροοργανισμών που συμβάλουν στην αποσύνθεση της κυτταρίνης (Cellulose decomposing microorganisms). Ως θρεπτικό μέσο για την μέτρηση των αερόβιων μικροοργανισμών υπεύθυνων για την αποσύνθεση της κυτταρίνης, χρησιμοποιήθηκε το μέσο Hutchinson με το οποίο εμποτιζόταν το αποστειρωμένο διηθητικό χαρτί. Στην συνέχεια το διηθητικό χαρτί τοποθετήθηκε στο τρυβλίο το οποίο περιείχε καθαρό άγαρ. Ο εμβολιασμός του υποστρώματος έγινε με επίστρωση 1 ml αραιωμένου εδαφικού διαλύματος ανά τρυβλίο.

Τα διαλύματα και θρεπτικά υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την έρευνα του πληθυσμού στα εδάφη με την συμβατική και βιολογική καλλιέργεια τομάτας αναγράφονται στο πίνακα 1, αλλά η σύνθεση τους παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ν- 2.

**Πίνακας 1.** Θρεπτικά υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταμέτρηση των μικροοργανισμών που απομονώθηκαν από το έδαφος με την συμβατικό και βιολογικό σύστημα καλλιέργειας της τομάτας.

Είδος μικροοργανισμού	Θρεπτικό μέσο.		Βαθμός αραιώσης.	Χρόνος επώασης
Ολικός αριθμός Μυκήτων.	SRBA - Streptom. Rose Bengal Agar +0,1mg ml <sup>-1</sup> streptomycin,	Martin 1950	$10^3, 10^4$	22°C, 6 ημέρες
Ολικός αριθμός βακτηρίων	TSA - Tryptic soy agar. NA Nutrient 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
Αριθμός των αμμωνιοποιητών	PW -Peptone water		$10^3 - 10^7$	15 ημέρες
Αριθμός νιτροποιητών.	$\text{NH}_4^+$ salts		$10^3 - 10^7$	
Αριθμός των μικροοργανισμών που συμβάλουν στην αποσύνθεση της κυτταρίνης (Cellulose decomposing microorganisms)	μέσο Hutchinson		$10^3 - 10^7$	30° C.
Fusarium spp.	Peptone PCNB agar  GYRBA	Singleton, 1992	$10^3 10^4$  $10^3$	22° C, 6 ημέρες  22° C, 5-7 ημέρες

### 5. 1. 2. 3. Χαρακτηρισμός τις βιολογικής δραστηριότητας του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού με την μέθοδο εκτίμησης της μεταβολικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών.

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 - CO<sub>2</sub>.

#### • Εργαστηριακή μέθοδος μέτρησης της έκλυσης του διοξειδίου του άνθρακα. (Alef. 1995.)

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 CO<sub>2</sub>. ( 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.)  
( 2NaOH + CO<sub>2</sub>. = Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O )
2. Διάλυμα Χλωριούχου βαρίου, BaCl<sub>2</sub> 1M. (Για να ετοιμάσουμε 1M διαλύουμε 61g Χλωριούχου βαρίου, (BaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O) σε αποσταγμένου νερού και μετά την ψύξη ανάγουμε το διάλυμα μέχρι 250 mL.).  
(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + BaCl<sub>2</sub> = Ba CO<sub>3</sub> + 2Na Cl )
3. Υδροχλωρικό οξύ, HCl, 0.1N για τιτλοδότηση της περίσσειας υδροξειδίου του νατρίου (NaOH).  
( NaOH + HCl = Na Cl + H<sub>2</sub>O )
4. Δείκτης Φαινολοφθαλείνη. Διαλύουμε 1 g Φαινολοφθαλείνης σε 100 mL εθανόλης. Το εξεταζόμενο χώμα 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 (R<sub>bas</sub>), και της αναπνοής μετά από την πρόσθεση στο έδαφος του ενεργητικού υλικού – 1% διάλυμα γλυκόζης (R<sub>sir</sub>) 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, (BaCl<sub>2</sub>), 6 - 10 σταγόνες του δείκτη Φαινολοφθαλείνης. Το διάλυμα μεταφέρεται σε κωνική φιάλη των 250 mL προσθέτουμε 10 mL νερό, και κατόπιν, γίνεται η τιτλοδότηση της περίσσειας υδροξειδίου του νατρίου, με το Υδροχλωρικό οξύ (HCl) 0.1M μέχρι την εξαφάνιση του κόκκινου χρώματος.

Ως «τυφλά» ή μάρτυρας χρησιμοποιούνται παγίδες αλκάλειωσ επωασμένες σε κενά βάζα, δηλαδή χωρίς χώμα. Για κάθε περίπτωση με το μάρτυρα ακολουθείται η ίδια με το

πειραματικό δείγμα μεταχείριση (επώαση και τιτλοδότηση) και τα mL του Υδροχλωρικού οξέος, (HCl) αποτελούν τα mL του μάρτυρα. Ακόμα

στο πείραμα προτιμότερο είναι να χρησιμοποιείται μια επέμβαση όπου το χώμα αντικαθιστάτε με την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στην ύγρανση του εδαφικού δείγματος. Δηλαδή ως μάρτυρας αχρησιμοποίητε το βάζο χωρίς δείγμα χώματος, αλλά να είχε την ποσότητα νερού ίση με το 60% του υδατοκορεσμού του εδαφικού δείγματος και όπως διπότε και περιέχει το διάλυμα για την παγίδευση του εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, το υδροξείδιο του νατρίου, (NaOH), 0.3M.

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

Για το προσδιορισμό διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) μετράμε την διαφορά ( X ) μεταξύ της ποσότητας του Υδροχλωρικού οξέος (HCl) 0.1N που καταναλώθηκε για την τιτλοδότηση της περίσσειας υδροξείδιο του νατρίου, (NaOH) του δείγματος και εκείνη του μάρτυρα («τυφλό» δείγμα).

Το μεταβολικό\_πηλίκιο\_ (Metabolic quotient qCO<sub>2</sub>), 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.



Εγκατάσταση δοκιμής μέτρησης της μεταβολικής( αναπνευστικής δραστηριότητας  $\text{CO}_2$  ) με την χρήση παγίδας  $\text{NaOH}$

## 5. 1. 2. 4. Μέτρηση της μικροβιακής βιομάζας. (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). Methods of Soil Analysis. Τα εδαφικά δείγματα επωάζονται 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<sub>3</sub>) 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<sub>3</sub> 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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.

$$K = 2,64$$

### Μέτρηση του % ολικού οργανικού C. ( Nelson & Sommers 1982).

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

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

4 ml από το εκχύλισμα του δείγματος μεταφέρεται σε γυάλινη φιάλη έπειτα γίνεται πρόσθεση 1ml 0,0667 M K<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub> και τέλος προσθέτουμε σιγά-σιγά με συνεχή ανάδευση 5 ml πυκνού

θεικού οξέος (96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Σε αυτό το στάδιο, τόσο τα δείγματα πριν την απολύμανση όσο και αυτά μετά από την διαδικασία απολύμανσης, διατηρήθηκαν σε ψυγείο στους  $2^\circ \text{C}$  για 5 και 3 ημέρες αντίστοιχα, αφού δεν ήταν πρακτικά δυνατή η μέτρηση τους την ίδια ημέρα της εκχύλισης τους.

## 5. 2. Αποτελέσματα και συζήτηση.

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των υπό έρευνα εδαφών παρουσιάζονται στο πίνακα 1.

Πίνακας 1. Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των υπό έρευνας εδαφών.

	Φυσικοί και χημικοί παράμετροι του εδάφους.	Θερμοκήπια με	
		Συμβατική καλλιέργεια	Βιολογική καλλιέργεια
1	Ολικός άνθρακός C.	6,97	8,58
2	Ολικό άζωτο N.	0,09 %	0, 29 %
3	pH εδάφους.	6,93	7,17

Τα εδαφικά δείγματα της βιολογικής καλλιέργειας της τομάτας παρουσίασαν αυξημένη ποσότητα ολικού άνθρακα, ήταν μέτρια αλκαλικά ( $\text{pH} = 7,17$ ) και πλούσιο σε ολικό αζώτου (0, 29 %).

### 5. 2. 1. Επίδραση των διάφορων μεθόδων διαχείρισης του εδάφους της συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας στη περιεκτικότητα του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού.

Στα εδαφικά οικοσυστήματα γενικά η περιεκτικότητα των πληθυσμών δεν είναι ποτέ σταθερή και καθορίζεται, αφενός από τα ενδιαιτήματα και από ιδιότητες των υπαρχόντων μικροοργανισμών, και αφετέρου, από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδαφικού περιβάλλοντος. Σε τέτοιες μικροβιακές κοινότητες η αύξηση ή μείωση ενός ή άλλου μικροβιακού είδους θα προκαλεί την μεταβολή των δραστηριοτήτων των μικροοργανισμών και κατά συνέπια των βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους.



Στα πειράματά μας ο ολικός αριθμός των εδαφικών μυκήτων, βακτηρίων και ακτινομυκήτων αξιολογήθηκε με την χρήση της μεθόδου βιώσιμων μονάδων (Total viable count – εικόνα 1), όπου γίνεται η καταμέτρηση των αναπτυσσομένων, πάνω στο θρεπτικό υπόστρωμα, αποικιών. Τα αποτελέσματα που εκφράζονται ως ολικός αριθμός αποικιών των μικροοργανισμών ανά γραμμάριο ξηρού εδάφους (Colony forming units - cfu g<sup>-1</sup> soil dw), παρουσιάζονται στο πίνακα 2. Διαπιστώθηκαν σημαντικές μεταβολές σε όλες τις ομάδες των μικροοργανισμών, ανάλογα με τον τρόπο μεταχείρισης του εδάφους. Μειώθηκε σχεδόν δυο φορές ο αριθμός των βακτηρίων σε συμβατική διαχείριση του εδάφους. Στα δυο εδάφη με διαφορετική διαχείριση, ο αριθμός των ετερότροφων βακτηρίων κυμαίνεται από 34,49 έως 57,64 X 10<sup>6</sup> στα εδάφη με συμβατική διαχείριση και από 69,41 έως 80,09 X 10<sup>6</sup> CFU/ g., στα εδάφη με την βιολογική καλλιέργεια. Το έδαφος από την βιολογική καλλιέργεια, είχε επίσης αυξημένο αριθμό των μυκήτων (277,29 – 640,52 X 10<sup>4</sup> αντί 117,71 – 247,11 X 10<sup>4</sup> στα συμβατικά εδαφικά δείγματα), και ακτινομυκήτων (48,24 – 57,74 X 10<sup>4</sup> αντί 20,72 – 27,48 X 10<sup>4</sup> στα συμβατικά εδαφικά δείγματα).

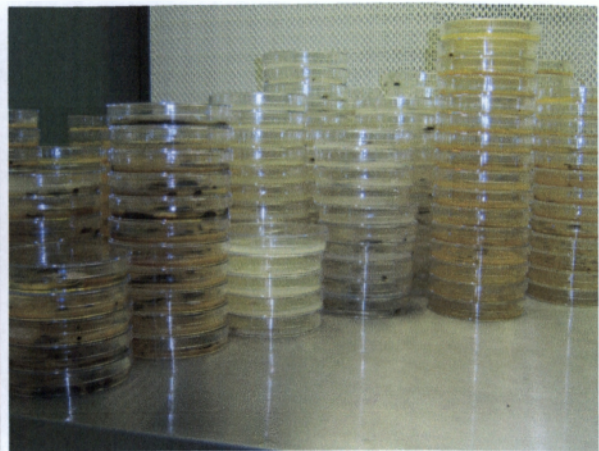
Η αύξηση της μικροχλωρίδας, σε μεγάλο βαθμό, ανταποδίνεται στην προσθήκη οργανικών λιπασμάτων και ουσιών που χρησιμοποιεί η βιολογική γεωργία, και ειδικά έχουν θετική επίδραση στον αριθμό των μυκήτων και ακτινομυκήτων. Η οργανική ουσία θεωρείται από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες, τόσο για την ανάπτυξη της μικροχλωρίδας όσο και για την δημιουργία και σταθεροποίηση των εδαφικών συσσωματωμάτων.

Είναι γνωστό ότι η οργανική ουσία του εδάφους δεν είναι ομοιογενής. Περιλαμβάνει το νεκρό φυτικό και ζωικό υλικό σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης, το αποσυντεθειμένο οργανικό υλικό που βρίσκεται σε μια σταθερή μορφή και λέγεται χούμο του εδάφους και ζωντανούς μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί σε τέτοιο περιβάλλον συχνά σχετίζονται με τα δομικά στοιχεία του έδαφους και την οργανική ουσία. Πολλά είδη εξειδικευμένων μικροοργανισμών αυξάνονται σε οργανικά βελτιωμένα

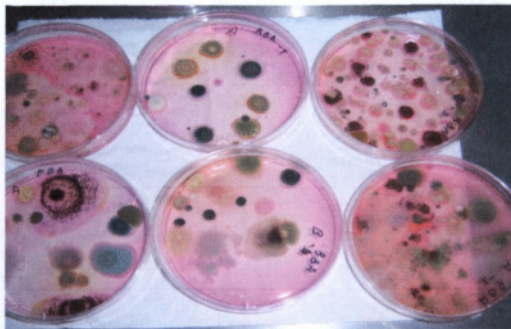
εδάφη, η αύξηση τους όμως εξαρτάται και από τον τύπο οργανικής ουσίας. (Harder, Joergensen, Meyer, Wolters. 1993.)



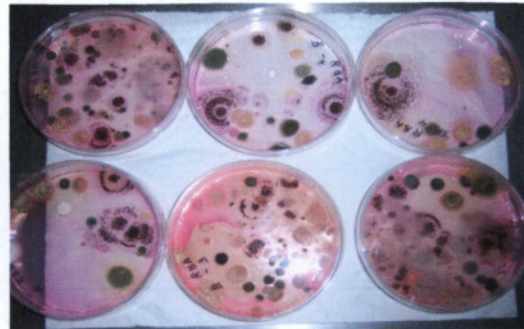
A.



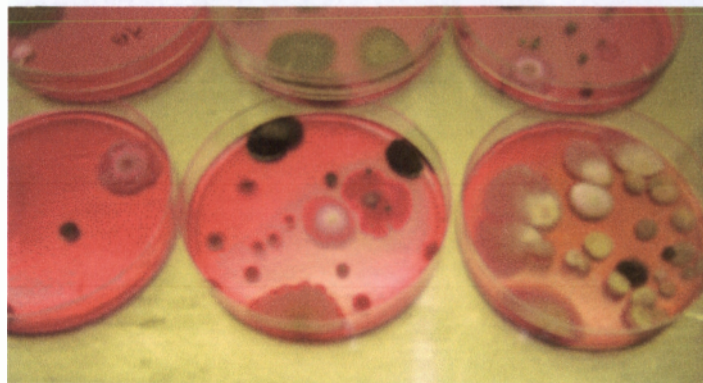
B.



Γ. - 1

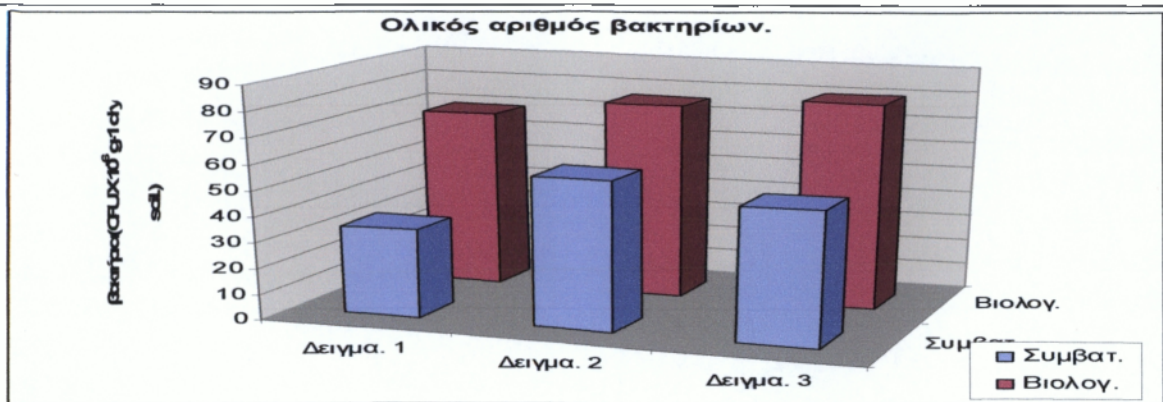


Γ. - 2

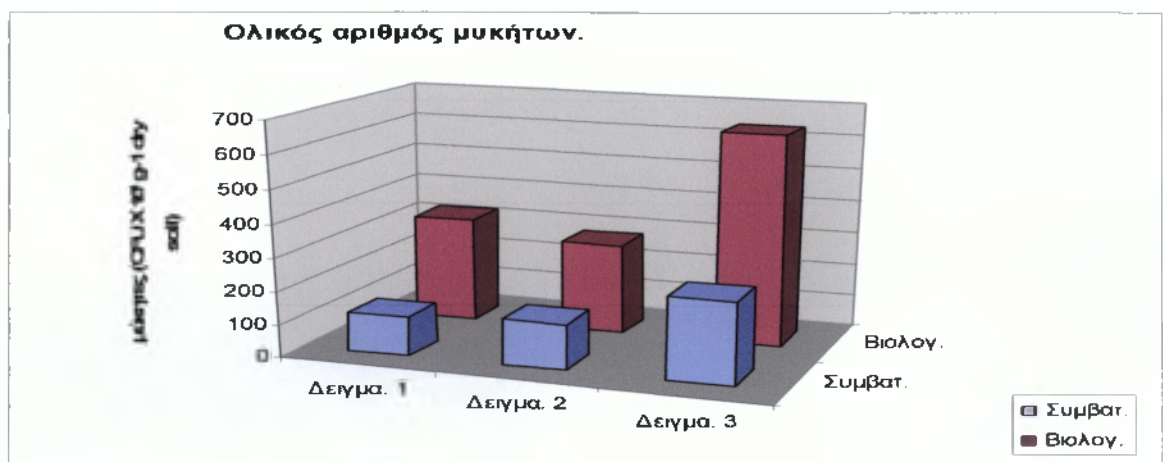


Δ.

Εικόνα 1. Τα τρυβλία με διάφορα θρεπτικά υποστρώματα εμβολιασμένα με 0,5ml αραιωμένο εδαφικό διάλυμα το καθένα. Χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση του αριθμού εδαφικών μικροοργανισμών με την μέθοδο βιώσιμων μονάδων (Colony forming units - CFU). A, B. - Τα τρυβλία με διάφορα θρεπτικά υποστρώματα. Γ. - 1 και 2, Δ - τα τρυβλία με αποικίες μυκήτων στο SRBA - Streptom. Rose Bengal Agar., που απομονώθηκαν από δείγματα εδάφους με βιολογική (Γ. - 1 και 2) και συμβατική (Δ) διαχείριση.



Διάγραμμα Α.



Διάγραμμα Β.



Διάγραμμα Γ.

Εικόνα 2. Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του αριθμού των βασικών ομάδων μικροοργανισμών (cfu g<sup>-1</sup>) Α) βακτηρίων. Β) μυκήτων. Γ) ακτινομυκήτων στα εδάφη από συμβατική και βιολογική καλλιέργεια τομάτας.

Το αριθμό και την δραστηριότητα των μικροοργανισμών επηρεάζει σημαντικά και η παρουσία των φυτών και το ριζικό τους σύστημα. (Henis, 1986., Glover et al. 2000, Bulluck et al., 2002.). Η συμπεριφορά του εδαφικού πληθυσμού σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από την διαθεσιμότητα των φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος, επειδή ο τρόπος διαχείρισης των υπολειμμάτων έχει έμμεση επίδραση στις εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης. Είναι γνωστό ότι κατά την συμβατική καλλιέργεια γίνεται είτε καύση, είτε ενσωμάτωση των υπολειμμάτων και αποσύνθεση στο έδαφος πριν από τη σπορά. (Chan, et. al. 1992.) Αντιθέτως στην μειωμένη καλλιέργεια τα φυτικά υπολείμματα παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτό έχει όπως πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα στην παραγωγικότητα και ιδιότητες του εδάφους. <sup>στη</sup> βιολογική καλλιέργεια <sup>στη</sup> αναμιγνύονται τα υπολείμματα των καλλιεργούμενων φυτών, και γενικά τα διάφορα οργανικά υπολείμματα στα επιφανειακά στρώματα εδάφους (έως 10 χιλ.).

Έτσι όσο στην συμβατική τόσο και στην μη συμβατική καλλιέργεια καλαμποκιού ο Govaents et. al. (2008) παρατήρησαν την αύξηση των πληθυσμών βακτηρίων, ακτινομυκήτων, του φθορίζουσα βακτηρίου *Pseudomonas*, σε εδάφη στα οποία διατηρηθήκαν τα φυτικά υπολείμματα σε σχέση με τα εδάφη από τα οποία αυτά τα υπολείμματα είχαν αναιρεθεί. Ακόμα και η συμβατική καλλιέργεια στην οποία έχουν διατηρηθεί τα φυτικά υπολείμματα παρουσίαζε αυξημένο ποσοστό μυκήτων. ( Harder, Joergensen, Meyer, Wolters. 1993.)

### **5. 2. 2. Εκτίμηση της μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους βιολογικής και συμβατικής διαχείρισης, με την μέτρηση του μικροβιακού μεταβολισμού.**

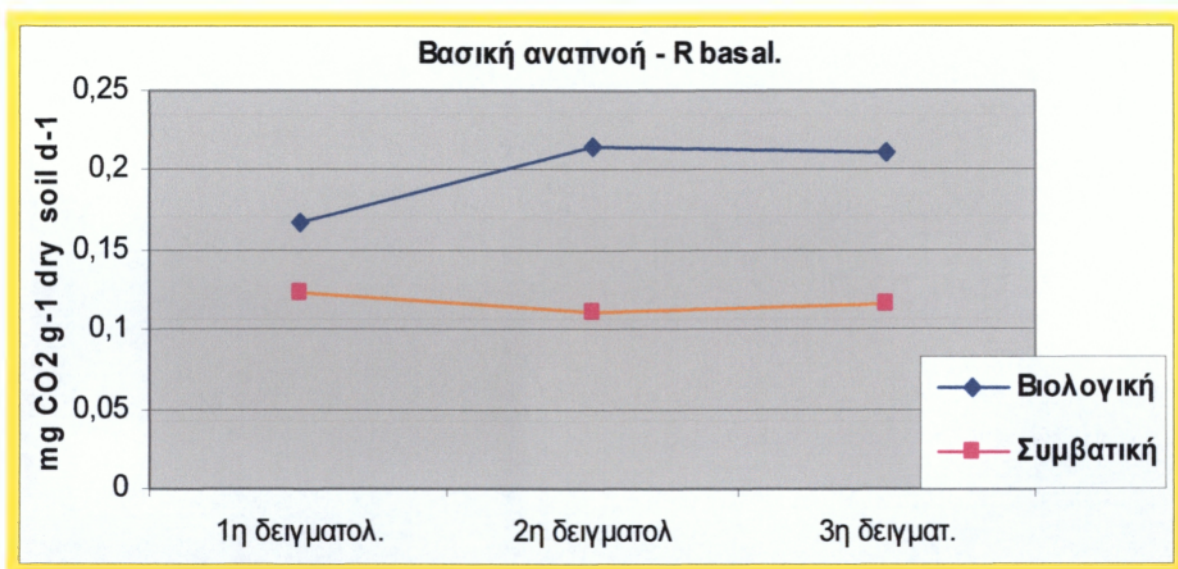
Η παρουσία των μικροοργανισμών στο έδαφος αποδεικνύεται αφ' ενός μεν από την πρόσληψη  $O_2$  και αφ' ετέρου από την έκλυση  $CO_2$  στο περιβάλλον. Ως τόσο για την εκτίμηση της επίδρασης εξωτερικών παραγόντων στην μικροχλωρίδα και την μικροβιακή δραστηριότητα προτιμήθηκε η μέθοδος

μέτρησης του εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα του CO<sub>2</sub>. Χρησιμοποιήθηκε συχνά ως δείκτης της επίδρασης των βαρέων μετάλλων στην εδαφική μικροχλωρίδα, παρά το γεγονός, ότι τα αποτελέσματα μέτρησης της έκκλισης του διοξειδίου του άνθρακα πολλές φορές ήταν αντιφατικά. Ο Leita (1995), δικαιολόγησε την αύξηση της μικροβιακής αναπνοής που μετράτε ως έκλυση CO<sub>2</sub> σε μολυσμένα εδάφη, από την ανάγκη των ζωντανών οργανισμών για την κατανάλωση περισσότερης ενέργειας για επιβίωση. Σε άλλες περιπτώσεις παρατηρήθηκε μείωση της εδαφικής αναπνευστικής δραστηριότητας ανάλογα με το βαθμό επίδρασης των δυσμενών για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών παραγόντων. (Doelman et. Al. 1979, Babich and Stotzky 1985, Chew, et. al. 2001, A. Muhammad, et. al. 2005, Araiyo et. al. 2009.)

Πίνακας 2. Εκτίμηση της μικροβιακής δραστηριότητας με την μέτρηση του μικροβιακού μεταβολισμού στα εδαφικά δείγματα από Συμβατική και Βιολογική καλλιέργειας τομάτας, με την χρήση τριών παραμέτρων: Α. βασική εδαφική αναπνοή (R basal). Β. αναπνοή μετά από την προσθήκη του ενεργητικού υποστρώματος (R-SIR), και Γ. μεταβολικό πηλίκο (q CO<sub>2</sub>).

Χρόνος Δειγματοληψίας	Παράμετροι εδαφικής μικροβιακής δραστηριότητας.		
	Βασική αναπνοή R <sub>BASAL</sub> 10 <sup>-3</sup> mg CO <sub>2</sub> /g /h	R <sub>SIR</sub> mg CO <sub>2</sub> mg organic matter <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	Μεταβολικό πηλίκο – qCO <sub>2</sub> =R <sub>BASAL</sub> / R <sub>SIR</sub>
<b>ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.</b>			
1. δειγματοληψία.	0,123	0,138	0,89
2. δειγματοληψία	0,111	0,217	0,58
3. δειγματοληψία	0,117	0,165	0,72
<b>ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.</b>			
1. δειγματοληψία.	0,168	0,294	0,57
2. δειγματοληψία	0, 214	0,507	0,42
3. δειγματοληψία	0,212	0,515	0,41

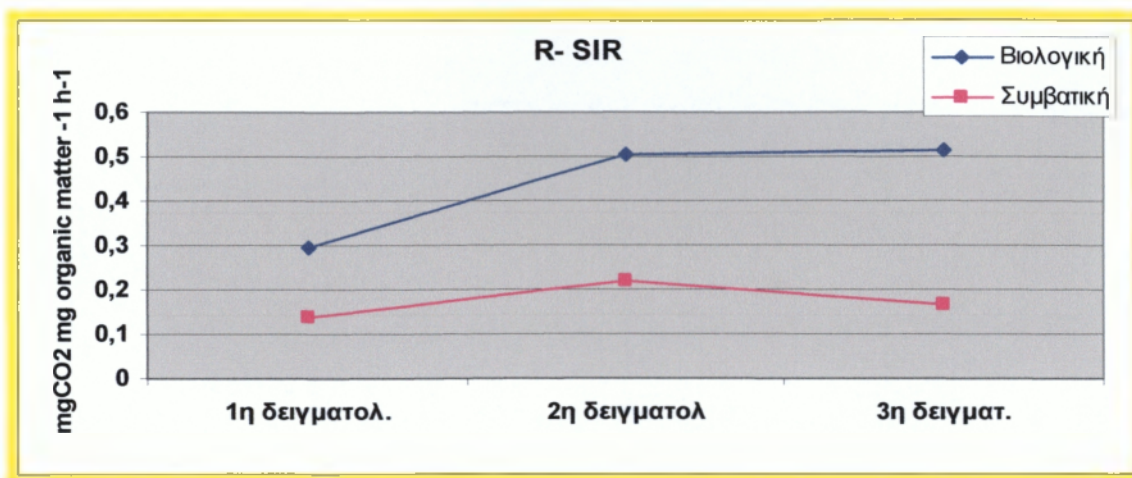
Κατά την εργαστηριακή ανάλυση, της μεταβολικής δραστηριότητας των εδαφικών μικροοργανισμών, στα εδαφικά δείγματα (πίνακας 2) από την βιολογική καλλιέργεια τομάτας βρέθηκε αυξημένη η εδαφικής αναπνοής ( $R_{BASAL}$ ), το γεγονός που ανταποδίνεται στην εκτεταμένη παρουσία των μικροοργανισμών. Αντιθέτως, η έκλυση του διοξειδίου του άνθρακα, που παρατηρήθηκε από 100 γραμμάρια εδάφους (στους 22° C / 24 ώρες), στο διαφορετικό σύστημα καλλιέργειας ήταν πολύ μικρότερη (εικόνα 3).



Εικόνα 3. Η αθροιστική αναπνευστική δραστηριότητα  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ dry soil d}^{-1}$ , των εδαφικών μικροοργανισμών της Συμβατικής και Βιολογικής καλλιέργειας τομάτας από τρεις περιόδους δειγματοληψίας.

Από την άλλη άποψη η έκλυση του διοξειδίου του άνθρακα είναι κύριο παράγωγο της αεροβικής μεταβολικής πορείας στο κύκλο του άνθρακα. Για αυτό το λόγω, η επίδραση των εξωτερικών παραγόντων στον ρυθμό αποσύνθεσης του οργανικού άνθρακα από την εδαφική μικροχλωρίδα μπορεί να μελετηθεί με την μέτρηση της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα στα εδαφικά δείγματα ( $R_{SIR}$ ), αλλά μετά από την πρόσθεση του οργανικού υλικού όπως είναι η γλυκόζη. Στην περίπτωση μείωσης της δυνατότητας αφομοίωσης του οργανικού υλικού ( $R_{SIR}$ ), δηλαδή της γλυκόζης που είχε προστεθεί στο έδαφος, υποδηλώνεται η μείωση του ενεργητικού εδαφικού πληθυσμού, και το

αντίθετο (πίνακας 2). Τέτοια μείωση της δυνατότητας αποσύνθεσης του οργανικού άνθρακα παρατηρήθηκε στο έδαφος με συμβατική διαχείριση της τομάτας (εικόνα 4).



Εικόνα 4. Η μεταβολή του βαθμού ανοργανοποίηση του οργανικού C σε εδάφη με συμβατική και βιολογική καλλιέργεια τομάτας..

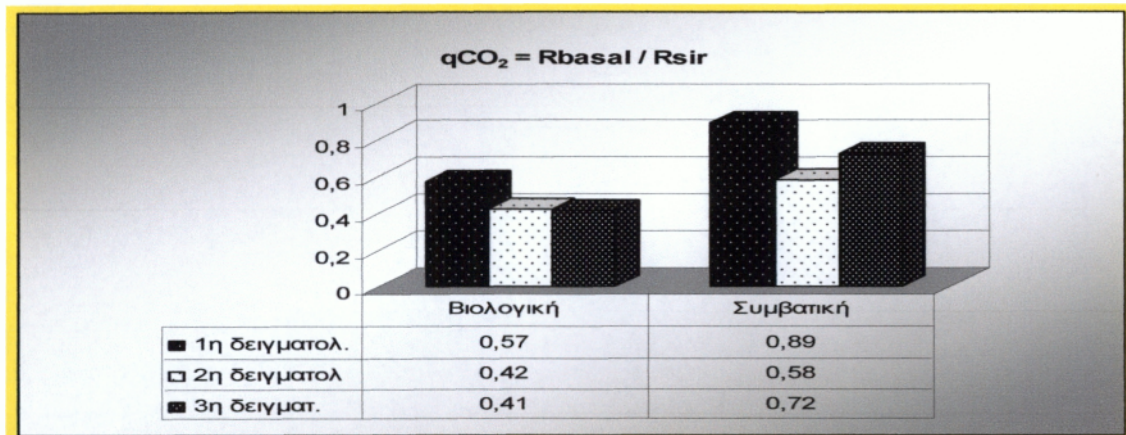
Στο βαθμό της ανοργανοποίησης, όπως φαίνεται, επιδρά και το ριζικό σύστημα των φυτών το οποίο συμβάλει στην συσσώρευση οργανικών ουσιών και εξασφαλίζει την μακροπρόθεσμη αύξηση της οργανικής βιομάζας.

Το μεταβολικό πηλίκο ( $qCO_2$ ), σύμφωνα με το Anderson, Domsch (1990) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της αντίδρασης των μικροοργανισμών στο στρες και αντανακλά την ικανότητά τους στην μετατροπή του οργανικού C σε μικροβιακή βιομάζα.

Η μεταβολή του λόγου που δηλώνει την υπάρχουσα αναλογία μεταξύ μικροβιακού πληθυσμού και δραστήριας μικροβιακής βιομάζας στην Συμβατική και Βιολογική καλλιέργεια τομάτας (τρεις περιόδους δειγματοληψίας) παρουσιάζεται στη εικόνα 5.

Στα υπό εξέταση εδαφικά δείγματα οι τιμές του μεταβολικού πηλίκου ( $qCO_2$ ) των τριών δειγματοληψιών, κυμαίνονται από 0,41 – 0,57 στις επεμβάσεις με βιολογική διαχείριση του εδάφους και 0,58 – 0,89 (πίνακας 2) στα εδαφικά δείγματα της συμβατικής διαχείρισής. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των

αναλύσεων οι μικρότερες τιμές του  $qCO_2$  παρατηρήθηκαν στα εδάφη με βιολογική καλλιέργεια σε σχέση με ανάλογες τιμές της συμβατικής καλλιέργειας τομάτας. Σε συνθήκες μη ευνοϊκές όπως είναι πιθανών οι συνθήκες που δημιουργούνται κατά την συμβατική καλλιέργεια για την ανάπτυξη του εδαφικού μικροβιακού πληθυσμού, η τιμή του  $qCO_2$  αυξάνεται έως 0,89 που υποδηλώνει μείωση του βαθμού αύξησης της βιομάζας.



Εικόνα 5. Το μεταβολικό πηλίκιο ( $q CO_2$ ) που εκφράζει την υπάρχουσα αναλογία του μικροβιακού πληθυσμού στην δραστήρια μικροβιακή βιομάζα.

### 5. 2. 3. Η εδαφική μικροβιακή βιομάζα.

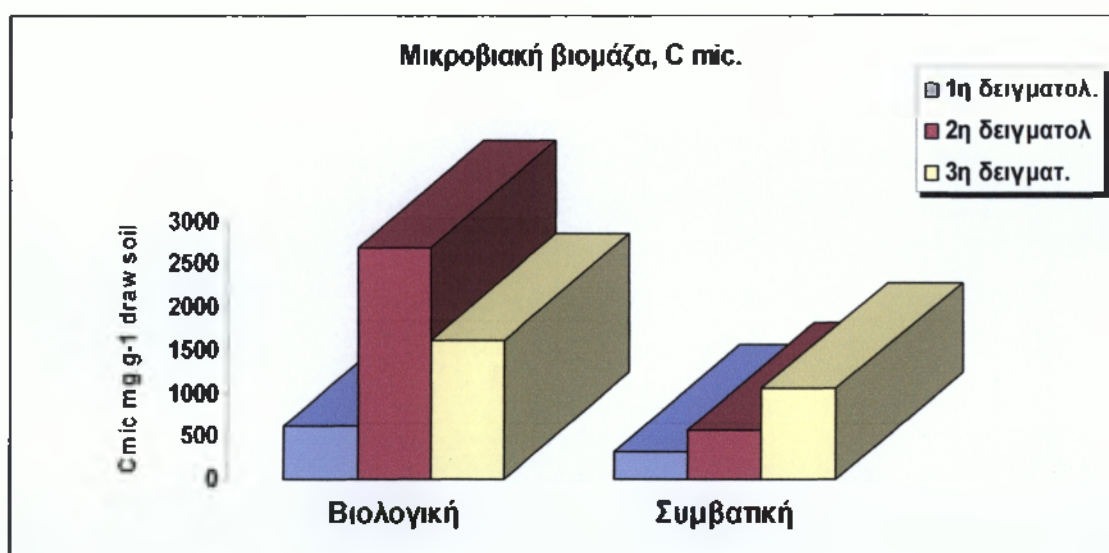
Η μικροβιακή βιομάζα είναι μια πολύ σημαντικός παράμετρος για το χαρακτηρισμό της κατάστασης της εδαφικής μικροχλωρίδας. Από πολλούς ερευνητές βρέθηκε να είναι ευαίσθητη στις αλλαγές φυσικό - χημικών χαρακτηριστικών του εδάφους, στις υψηλές συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων, και άλλα (Babich., Stotzky 1985, Giller et al, 1998 Κουκουλάκης , Σιμωνής, Γκερτσής 2000, Araujo, et. al. 2008).

Για τη μελέτη της επίδρασης των εξωτερικών παραγόντων στην εδαφική μικροχλωρίδα η μικροβιακή βιομάζα προσδιορίστηκε με την μέθοδο fumigation-extraction method, όπου μετρήθηκε η ποσότητα του μικροβιακού άνθρακα της μικροβιακής βιομάζας ( $C_{mic}$ ).

Σε συνθήκες συμβατικής διαχείρισης του εδάφους παρατηρήθηκε μείωση της μικροβιακής βιομάζας, 325 – 1051 mg C g<sup>-1</sup> dry soil, σε σχέση με τα εδαφικά



δείγματα από την βιολογική καλλιέργεια της τομάτας -  $625 - 1615 \text{ mg C g}^{-1} \text{ dry soil}$ . Αξίζει να σημειωθεί ότι η μικροβιακής βιομάζα αυξήθηκε κατά πολύ, ειδικά προς το τέλος της βλαστικής περιόδου του φυτού. Παρόλου που στην δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στο στάδιο ωρίμανσης της τομάτας και κατά την συγκομιδή των καρπών είχαμε υψηλότερα επίπεδα της μικροβιακής βιομάζας ( $C_{mic}$ ) σε όλα τα εδαφικά δείγματα, σταθερά υψηλές τιμές μικροβιακής βιομάζας, όμως παρατηρήθηκαν στα εδαφικά δείγματα υπό την βιολογική καλλιέργεια τομάτας.



Εικόνα 6. Μεταβολή της εδαφικής μικροβιακής βιομάζας (Microbial biomass C ( $\text{mg C}_{mic} \text{ g}^{-1} \text{ soil}$ )), ανάλογα με τον τρόπο μεταχείρισης του εδάφους.

Η αύξηση της μικροβιακής βιομάζας πιθανόν να οφείλεται στην υψηλή ακόμα ποσότητα οργανικής ουσίας ή στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών ικανών για την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας που ενσωματώθηκε στο έδαφος.

## **Συμπεράσματα.**

- Την εισαγωγή νέων τεχνολογιών την μηχανοποίηση και την αυξημένη χρήση των χημικών ουσιών, αυτό απαιτεί η μεγιστοποίηση της παραγωγής τροφίμων. Κατά την γεωργική χρήση η εντατική διαχείριση του εδάφους και η μεγιστοποίηση της παραγωγής οδήγησαν στην υπερβολική εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας με αποτέλεσμα να μεταβληθούν τα φυσικά, χημικά, βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Με την πάροδο του χρόνου φάνηκαν οι επιβλαβείς για το αγροτικό περιβάλλον και την οικολογία των μικροοργανισμών.
- Στη Βιολογική Γεωργία και οι άλλες εναλλακτικές πηγές γεωργίας γίνεται η χρήση της αμειψισποράς, οργανικών λιπασμάτων, μειωμένης κατεργασία του εδάφους και βιολογική καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών που οδηγεί στην βελτίωση της ποιότητας, στην διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους.
- Τα λιπάσματα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των καλλιεργειών, την αύξηση των αποδόσεων, αλλά και τη βελτίωση της ποιότητας. Επίσης τα θρεπτικά στοιχεία των λιπασμάτων, όπως π.χ. το άζωτο, αποτελούν το περιοριστικό στοιχείο για την ανάπτυξη των εδαφικών μικροοργανισμών ωφελίμων και μη. Κατά συνέπεια, η χρήση τους στη γεωργία είναι ουσιώδους και βασικής σημασίας. Αλλά, η αλόγιστη χρήση τους οδηγεί στην συσσώρευση των λιπασμάτων στο έδαφος, και όταν η περιεκτικότητά τους υπερβεί κάποια όρια καταντούν να είναι τοξικά για την μικροχλωρίδα του εδαφικού οικοσυστήματος .
- Η χρήση μόνο ανόργανων λιπασμάτων ειδικά σε συνδυασμό με την εντατική μηχανική καλλιέργεια οδήγησε στη μείωση του ποσοστού οργανικής ουσίας, την μείωση του χούμου, στην υποβάθμιση της σταθερότητας της δομής του εδάφους και ως συνέπεια στην δραστηριότητα των εδαφικών μικροοργανισμών.

- Όπως είναι γνωστό, τα νιτρικά που προέρχονται από τα αζωτούχα λιπάσματα, αλλά και από άλλες πηγές (οργανική ουσία του εδάφους, κοπριά) είναι πολύ ευκίνητα μέσα στο έδαφος, συμπαρασύρονται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους και τελικά καταλήγουν στα υπόγεια νερά .
- Σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα με όλες τις δυσμενείς συνέπειες σε βάρος των μικροοργανισμών και γενικά του περιβάλλοντος μπορεί να προκαλέσει η λανθάνουσα χρήση φυτοφαρμάκων. Σε πολλές περιπτώσεις οι συσσωρεύσεις των φυτοφαρμάκων στο έδαφος επηρεάζει αρνητικά την ποσότητα της μικροβιακής βιομάζας, διαφοροποιώντας την υπάρχουσα μικροβιακή κοινότητα, και κατά συνέπεια μεταβάλλονται οι μικροβιακές διεργασίες, και η ανταγωνιστική ικανότητα του εδάφους..
- Στα καλλιεργούμενα εδάφη, τα οποία έχουν ρυπανθεί, οι αλλαγές στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, οδηγεί στην εξασθένηση του εδαφικού δυναμικού και της «οικολογικής» δυνατότητας αφομοίωσης των τοξικών ουσιών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. 13<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο 2006. Πρόγραμμα και Περίληψεις Εργασιών 16-19 Οκτωβρίου. Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών ΑΘΗΝΑ
2. Ivan-Franco Laffi. Μυκητολογικές Ασθένειες Των Κηπευτικών. 1999, Εκδόσεις Zeus ΑΕ ΑΘΗΝΑ
3. Αγγελής Αν. 2007. Μικροβιολογία και Μικροβιακή Τεχνολογία Γεώργιος. Εκδόσεις Αθανασίου Σταμούλης. Αθήνα. 664 σ.
4. Άρθρο της Dr. Kathrina Weiss Γεωπόνου του γεωργικού ερευνητικού κέντρου Forstheim Δυτ. Γερμανίας. Διεύθυνση Landesanstalt für lanzenban forstheim kntschenweg 20 D-7512 Rheinstetten4. Μετάφραση Γαβριήλ Πανάγος .
5. Βασιλάκογλου Ι., Σύγχρονη Ζιζανιολογία Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης Α.Ε.- Ιωάννης Βασιλάκογλου, Αθήνα 2008 σελ.407
6. Βουτσινός Γ., Κοσμάς Κ., Κακλάνης Γ., Σούτσας Κ. 1998. Διαχείριση Φυσικών Πόρων . Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων ΑΘΗΝΑ.
7. Γεωργόπουλος Σ.Γ., Ζιώγας Β.Ν. 1992. Αρχές και μέθοδοι καταπολέμησης των ασθενειών των φυτών. 236 s.
8. Γραφιαδέλλη Μ., 1987. Σύγχρονα Θερμοκήπια. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Βιβλιοπωλείο Δ. Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη. σελ.323.
9. Δάρμης Ι. 1991. Οδηγός Φυτοπροστασίας. Εκδόσεις Ψιχαλου. Αθήνα σελ.291
10. Δημόπουλος Β. 2004. Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα. Β' έκδοση. Εκδόσεις Έμβρυο Αθήνα. σελ. 239.
11. Εγκεκριμένα Γεωργικά Φάρμακα στην Ελλάδα. 1995. Μυκητοκτόνα – Βακτηριοκτόνα. Έκδοση ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. Κηφισιά.
12. Εμμανουήλ Ν., Πασπάτης Ε., Τζαμος Ε., Βιτσαζακής Γ. 1980.. Φυτοπροστασία.
13. Ζιώγας Β., Βιτωράτος Α. 1999. Φυτοτεχνία Φυτοπροστασία. Οργανισμός Διδακτικών Βιβλίων Αθήνα.
14. Καλιμπουρτζή Γ. Κ., 2007. Αρχές Βιολογικής Γεωργίας. Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας από πτυχιακή εργασία 2006-2007 στο Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης, Σχολή Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής σελ. 20
15. Κουιμτζή Θ., Φυτιάνου Κ., Σαμαρά – Κωνσταντίνου Κ. 1998. Χημεία του περιβάλλοντος. Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
16. Κουκουλάκης Π.Χ., Σιμωνής Α.Δ., Γκερτσής Α.Κ. 2000. Οργανική Ουσία Του Εδάφους. Το Πρόβλημα των Ελληνικών Εδαφών. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης Αθήνα. σελ.487.
17. Λεντζα – Ρίζου Χ. 1994. Υπολείμματα Γεωργικών Φαρμάκων Στα Αγροτικά Προϊόντα. Αθήνα.
18. Μπούρμπο Β. Α. και Σκοντριδάκη Μ. 1987. Εχθροί και Ασθένειες της Τομάτας στο Θερμοκήπιο Ι. Μέρος. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτεχνική Αθήνα. σελ. 158.
19. Ολυμπίου Χ. Μ. 1998. Η Τεχνική Της Καλλιέργειας Της Τομάτας. Στο Θερμοκήπιο Αθήνα σελ.8
20. Παναγόπουλος Χ.Γ. 2000. Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών. Β' Έκδοση . Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης. ΑΘΗΝΑ. σελ. 475.
21. Παπαδοπούλου Μ., Καββαδίας Β., Πασχαλίδης Χ., Βαβουλίδου Ε., Κορίκη Αν. 2009. Μελέτη της επίδρασης των επιπέδων Pb. Σε καλλιέργεια σπανακιού στην απόδοση και μικροχλωρίδα του εδάφους. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Τόμος 13, τεύχος Β. σ. 823 – 826.
22. Πασχαλίδης Χ. 2005. Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας. Εκδόσεις Έμβρυο, Ιερά Οδός 286, 122 43 Αιγάλεω. Σ. 183.
23. Πασχαλίδης Χ. 2006. Λιπασματολογία. Εργαστηριακές Ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο, Ιερά Οδός 286, 122 43. Αιγάλεω. Σ. 327.

24. Σαββίδου Μ. Φυτοπροστασία. Βιολογική Καταπολέμηση Εντόμων, Ακάρων. Εκδόσεις Ψυχάλου Αθήνα. σελ.125.
25. Φυτιανός, 1998
26. Φυτοφάρμακα Προβλήματα και Εναλλακτικές Λύσεις. 1990. Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς. Δίκτυο Δράσης Για Τα Φυτοφάρμακα. Αθήνα.
27. Χουλιάρης Ν. 2002. Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας. Εκδόσεις ΙΩΝ. Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε. σελ. 154
28. Χρυσάγη – Τοκουζμπαλίδη Μ. .... Χημική καταπολέμηση ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών. Έκδοση .....

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.

1. 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.
2. Akmal Muhammad, Jianming Xu, Lhaojun, Haizhen Wang, Huaiying Yao. 2005. Effects of lead and cadmium nitrate on biomass and substrate utilization pattern of soil microbial communities. *Chemosphere* 60, 508 – 514.
3. Anderson J.M., Domsch K.H., (1990). Application of ecophysiological quotients (q CO<sub>2</sub> and qD) on microbial biomass from soil of different cropping histories. *Soil Biol. Biochem.* 22, pp. 251 – 255.
4. Arajio 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: 10.339/su 1020268. I. pp 268 – 276.
5. 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., *European journal of soil biology* 44. pp – 225 – 230.
6. Babich H.and Stotzky. G. 1985. Heavy metal toxicity to microbe-mediated ecologic processes: a review and potential application to regularly policies. *Environmental research* 36, 111-137.
7. Bloem Jaap., de Rutter P. C., Koopman G. J., Lebbink G. and Brussaard L. 1992. Microbial numbers and activity in dried and rewetted arable soil under integrated and conventional management. In: *Soil Biol. Biochem.* Vol. 24, No. 7, pp. 655 – 665.
8. Brussaard L., Van Veen J.A., Kooistra M.J., Lebbink G. (1988), The Dutch programme on soil ecology of arable farming systems. I. Objectives, approach and some preliminary results. *Ecological Bulletins* 39.
9. Bulluck L.R., Brosius M., Evanylo G.K., Ristaino J.B.. 2002. Organic and synthetic fertility amendment influence physical and chemical properties on organic and conventional farm. In *Environmental Science* .
10. Bulluck L.R., Ristaino J. B., 2002. Synthetic and organic amendments affect southern blight soil microbial communities and yield of processing tomatoes, *Phytopathology* 92.
11. Butkin D. and E. Keller: 1998. *Environmental Science*. Wiley, 649 p.
12. J. Chew, J.P. Obbard, R.R. 2001. Stanforth. Microbial cellulose decomposition in soils from a rifle range contaminated with heavy metals. *Environmental Pollution* 111. 365 – 375.
13. Cook & Baker *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*, 1983 ( βιβλίο )

14. Crecchio C., Gelsomino A., Ambrosoli R. 2004. Functional and molecular responses of soil microbial communities under differing soil management practices. *Soil Biol. Biochem.*, 36, 1873 – 1883.
15. Doelman P., Haanstra L. 1979.  $\beta$ . Effect of lead on the decomposition of organic matter in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 11, pp 480 – 485.
16. Doelman P., Haanstra L. 1979.  $\gamma$ .Effect of lead on the soil bacterial microflora. *Soil Biology and Biochemistry* 11, pp 487 – 491.
17. Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A., 1996. Soil health and sustainability, in D.I. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy*, vol. 56, Academic Press, San Diego, pp. 25 – 37.
18. Fließbach A., Mader P. 2000. Microbial biomass and size-density fraction differ between soil of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biol. Biochem.* 32, pp. 757 – 768.
19. Franzluebbers, A. J., Arshad, M. A. 1997. Particulate organic carbon content and potential mineralization as affected by tillage and texture. *Soil Sci. soc. Am. J.*, 61, 1382 – 1386.
20. Giller K.E., Witter E., Mc. Grath S. P., 1998. Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biol. Biochem.* 30, 1389 – 1414.
21. 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. *European Journal Plant Pathology*, 106: 37 – 50.
22. Grunwald N. J., Hu S. and van Bruggen A.H.C. 2000. Short- term cover crop decomposition in organic and conventional soil : Soil microbial and nutrient cycling indicator variables associated with different levels of soil suppressive ness to *Pythium aphanidermatum* . *European Journal Plant Pathology*, 106: 51 – 65.
23. Glover J.D., Reganold J.P., Andrews P.K. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional organic and integrated apple orchards in Washington State. *Agric. Ecosys. Environ.* 80. 29 – 45.
24. Govacrdcs Bram, Mezzalama Monica, Sayre Ken D., Crossa Jose, Lichter Kelly, Troch Veronique, Vanherck Katrien, De Corte Pieter, Deckers Jozef. 2008. Long-term consequences of tillage, residue management, and crop rotation on selected soil micro-frora groups in the subtropical highlands. *Applied soil ecology* 38, 197-210.
25. Gupta V. V. S. R. and Germida J. J. 1988. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 20. No. 6. pp. 777-786.
26. Harber T., Joergensen R.G., Meyer B. and Wolters V.. 1993. Soil Microbial biomass estinated and substrate induced respiration in two pesticide – treated soil. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 25, No 6, pp 679 – 683.
27. Hassink J. 1993. Relationship between the amount and the activity of the microbial biomass in Dutch grassland soil: comparison of the substrate-induced respiration method. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 25, No. 5., pp. 533 – 538,.
28. 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.
29. Henis, Y. 1986. Soil microorganisms, soil matter and soil fertility In : Chen Y., and Avnimelegh Y. (Eds)*The Role of organic matter in Modern Agriculture*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
30. Helweg A. 1988. Microbial activities in soil from orchards regularly treated with pesticides compared to the activity in soil without pesticides (organically cultivated). *Pedobiologia* , 32, 273 – 281.

31. Hiddink G.A., Van Bruggen H.C., Termorshuizen A.J., Raaijmakers J.M., and Semenov A.V., 2005. Effect of organic management of soil on suppressive ness to *Gaeumannomyces graminis var tritici* and its antagonist, *Pseudomonas fluorescens*. *European Journal of Plant Pathology*. 113. pp. 417 – 435.
32. Horwath W. R., Paul E. A. 1994. Microbial Biomass. In . *Methods of Soil Analysis, Part 2. Microdiological and Biochemical*. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA Properties -SSSA Book Series, no 5. pp. 753 – 772.
33. Larkin R. P. 2001. Characterization of soil microbial communities under different potato cropping systems by microbial population dynamics substrate utilization, and fatty acid profiles. *Soil Biochemistry*. V. 35 – 11, 1451 – 1466.
34. Madigan M. T., Martinko J. M., Parker J. 2005. Βιολογία των μικροοργανισμών. Ι τόμος. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης. 630 σ.
35. Maladies de la Tomato Observer Identifier Lutter D. BLANCAKD revue horticole INRA P.H.M. Revue Horticole Limoges 1988.
36. 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.
37. 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.* Vol. 23, No. 11, pp. 1071 – 1075.
38. Oberson A., Besson M., Maire N., Sticher H. 1996. Microbiological processes in soil organic phosphorus transformations in conventional and biological cropping systems. *Biology and Fertility of Soil*. V. 21., N. 3. pp. 138 – 148.
39. Page A. L., Miller R. H., Keaeney D. R.. *Method of soil analysis. Part 2. Chemical and microbial properties.* 1982.
40. Parkin T.B., Doran J.W., Francop-Vicaino E. 1996. Field and laboratory tests of soil respiration. In *Methods for Assessing Soil Quality*. SSSA : Madison, WI, USA, pp. 231 – 246.
41. Polymnia A., Tjamos E.C., Panagopoulos C.G., 1995. Soil Solarizati on for Control of *Clavibacter michiganensis subsp. Michiganensis* subsp., in tomatoes. *Plant Pathology*.
42. Saffigna P. G., Powelson 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 vertissol. *Soil Biol. Biochem.* 21, 759 – 765.
43. Soil Science Society of America, 1994. 677 S. Segoe Rd Madison, WI 53711 USA. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Microdiological and Biochemical Properties-SSSA Book Series, nos. 1-3.*
44. Sparling G.P., Shephed T.G., Kettles H.A. 1992. Changes in soil organic C microbial C and aggregate stability under continuous maize and cereal cropping and after restoration to pasture in soil from the Manawatu region. *New Zeal. Soil Till.* 24, 225 – 241.
45. Svenson – Soderlund: 1976. N.P.S. Global cycles, *Ecol. Bull.*, 22, 192 p.
46. 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.
47. Talaro K. P., Talaro A. 1983 *Foundations in Microbiology*. edition
48. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. Cook & Baker. 649p. ( Βιβλίο )
49. 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. pp 247 – 255.

50. Valpassos M.A.R., Cavalcante E.G.S., Cassiolato A.M., Alves M.C. 2001. Effects of soil management systems on soil microbial activity bulk density and chemical properties. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36, pp. 1539 – 1545.
51. 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.
52. Vandermer, J. 1995. The ecological basis of alternative agriculture. *Ann. Rev. Ecol. Sys.* 26, 201 – 224.
53. Wardle H., Yussefi M., 2004. *The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends*, International Federation of Organic Agriculture Movements, Bonn, Germany.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ.**

[http : daf\\_olok.htm](http://daf.olok.htm) Βενεδίκτη Ράγκου. Γεωπόνος 2009.

[http: Biologikh.katpolemisi](http://Biologikh.katpolemisi) Πασχάλης Λαγαμτζής Γεωπόνος

[http: // ew.eea.eu .int](http://ew.eea.eu.int) Βενεδίκτη- Ραγκού Γεωπόνος



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.

### Νομοθετημένα όρια για τη χρήση φυτοφαρμάκων .

Θα χρειασθεί επιστημονική προσπάθεια και συστηματική έρευνα , για να επιλυθούν τα προβλήματα που ανακύπτουν από την βιολογική ισορροπία στη φύση και την μόλυνση του περιβάλλοντος με την απρογραμμάτιστη και αντικανονική χρήση της πληθώρας των φυτοφαρμάκων.

### Α. Εθνικά Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων στις Ευρωπαϊκές χώρες.

Οι προηγμένες Ευρωπαϊκές χώρες έχουν καθορίσει Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων σε εθνικό επίπεδο και έχουν θέση σε ισχύ νομοθετικά μέτρα, με τα οποία ορίζεται ότι γεωργικά προϊόντα εγχώρια ή εισαγόμενα, δεν επιτρέπεται να τεθούν σε κυκλοφορία, εάν οι δειγματοληπτικοί έλεγχοι δείξουν ότι η περιεκτικότητα τους σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων τα υπερβαίνει. Τα όρια αυτά καθορίζονται κυρίως για γεωργικά φάρμακα που έχουν έγκριση για χρήση σε συγκεκριμένες καλλιέργειες στη νομοθετούσα χώρα και δευτερευόντως, για τις οργανοχλωριωμένες ενώσεις οι οποίες λόγω της εμμονής τους στο περιβάλλον είναι δυνατόν να ρυπαίνουν τα παραγόμενα τρόφιμα ακόμη και πολλά χρόνια μετά την απαγόρευση της χρήσης τους.

Για φυτοφάρμακα τα οποία δεν είναι εγκεκριμένα για οποιονδήποτε λόγο ( π.χ. έλλειψη εμπορικού ενδιαφέροντος από μέρους της παραγωγού εταιρείας) ή για συνδυασμούς φυτοφαρμάκων – γεωργικών προϊόντων για τους οποίους δεν υπάρχει χρήση, σαν Ανώτατη Επιτρεπτή Περιεκτικότητα θεωρείται το μηδέν. Επειδή δε η έννοια του μηδενός δεν είναι αποδεκτή από πλευράς αναλυτικών δυνατοτήτων ( σύμφωνα με τη ρήση του μεγάλου F. GUNTHER δεν υπάρχουν μέθοδοι που να αποδεικνύουν την πλήρη απουσία κάποιας ουσίας, υπάρχουν μόνο μη ανιχνεύσιμα υπολείμματα ) γι' αυτό στις περιπτώσεις αυτές ορίζεται σαν Ανώτατο Όριο Υπολειμμάτων (MRL) το όριο αναλυτικού προσδιορισμού (limit of determination, τιμή ακολουθούμενη από αστερίσκο), συγκέντρωση που είναι ελάχιστη, που είναι δυνατόν να ανιχνευθεί και προσδιορισθεί με τις εν χρήσει μεθόδους.

Ένα εντομοκτόνο, που είναι εγκεκριμένο στη Γερμανία για τη χρήση στα κεράσια για καταπολέμηση του *Rhagletis cerasi*, καθορίζεται από τη χώρα αυτή σαν MRL στα κεράσια 2 mg/kg, ενώ για το ίδιο εντομοκτόνο στα εσπεριδοειδή το όριο Γερμανικής νομοθεσίας είναι 0.05 \* mg/kg ( \* όριο αναλυτικού προσδιορισμού, πρακτικά μηδέν) , επειδή η Γερμανία δεν παράγει εσπεριδοειδή και ως εκ τούτου δεν έχει ισχυρή δράση εναντίων του *Ceratitis capitata* και χρησιμοποιείται ευρέως στις Μεσογειακές χώρες στις καλλιέργειες εσπεριδοειδών. Με τη χρήση της ουσίας αυτής σύμφωνα με τα ενδεδειγμένα (δόσεις, αριθμός επεμβάσεων, μεσοδιάστημα τελευταίας επέμβασης και συγκομιδής) καταλείπονται ανιχνεύσιμα υπολείμματα στους καρπούς εσπεριδοειδών. Τα προϊόντα αυτά ως εκ τούτου, δεν μπορούν να εισαχθούν στη Γερμανική αγορά.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα σοβαρών προβλημάτων για το μη καθορισμού εθνικού MRL λόγω μη χρήσης σε εθνικό επίπεδο, ως εκ τούτου μηδέν επιτρεπόμενη συγκέντρωση (όριο αναλυτικού προσδιορισμού), αποτελεί η περίπτωση των εξαγωγών Ευρωπαϊκών κρασιών στην ΗΠΑ κατά το έτος 1990. δημιουργήθηκαν σοβαρά εμπορικά προβλήματα με σημαντικές επιπτώσεις στη Γαλλία κυρίως, επειδή ανιχνεύθηκαν από την FDA της Αμερικής υπολείμματα του μυκητοκτόνου procyimidone σε ποσοστό 10% του συνολικού αριθμού των δειγμάτων που ελέγχθηκαν. Η μέγιστη συγκέντρωση που προσδιορίστηκε ήταν 0,65 mg/kg. Το μυκητοκτόνο αυτό δεν ήταν εγκεκριμένο στις ΗΠΑ, ενώ, είχε έγκριση στις Ευρωπαϊκές χώρες για χρήση σε οινοποιήσιμα σταφύλια(Λέντζα – Ρίζου, 1994).

## **B. Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων για φρούτα και λαχανικά. Νεότερες ρυθμίσεις.**

Επιστέγασμα των Κοινοτικών πρωτοβουλιών στον τομέα των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων αποτελεί η 90/642/ΕΟΚ οδηγία του Συμβουλίου (35), όπως με τις 93/58/ΕΚΟ (36) και 94/30 ΕΚ (37) οδηγίες, με την οποία θεσμοθετείται ο επιστημονικά τεκμηριωμένος καθορισμός MRLs για όλες τις δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για φυτοπροστασία στην Κοινότητα, και επιβάλλεται η υποχρεωτική αποδοχή τους από τις χώρες – μέλη. Τα όρια αυτά αφορούν κάθε εδάδιμο γεωργικό είδος μεμονωμένα και αναλυτικά, όπως αυτά καθορίζονται στο παράρτημα της οδηγίας. Για τον καθορισμό των νεότερων αυτών ορίων ελήφθησαν υπόψη μόνο επιστημονικά δεδομένα και γενικά τέθηκαν και ακολουθήθηκαν αυστηρές διαδικασίες (Λέντζα – Ρίζου, 1994).

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.**

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

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

### **Θρεπτικά μέσα.**

1. Peptone yeast extract agar (Goodfellow et al. 1968): peptone, 5.0 g ; yeast extract, 1.0 g ;  $FePO_4$ , 0.01 g ; agar 15 g ; distilled water, 1L ; pH 7.2.

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

Τα προτεινόμενα διαλύματα και θρεπτικά υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του εδαφικού πληθυσμού υπεύθυνο για την αποσύνθεση της **κντταρίνης** :

1. Cellulose agar (Eggins and Pugh 1961):  $NaNO_3$ , 0.5 g ;  $K_2HPO_4$  1.0g;  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 0.5 g;  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , 0.01 g ; cellulose (ball-milled), 12.0 g ; agar, 15 g ; distilled water, 1L.

2. Chitin agar : ball-milled, purified chitin, 10.0 g ;  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 1.0 g ;  $K_2HPO_4$  1.0g; agar 15 g ; distilled water, 1L.

3. Starch agar : 0.2% soluble starch may be added to any suitable growth medium as an alternative or additional carbohydrate. Starch hydrolysis is shown by flooding incubated plates with an iodine solution and noting clear zones.

### **❖ Θρεπτικά υποστρώματα για απομόνωση για τα ετερότροφα βακτήρια (Media for total heterotrophic bacteria).**

Soil extract agar ( James 1958 )  
: 1kg of soil is autoclaved with 1 L water for 20min at 1.05 kg/cm<sup>2</sup> . The liquid is stained and restored to 1 L in volume. If it is cloudy, a little  $CaSO_4$  is added, and, after being allowed to stand, it is filtered through Whatman No. 5 paper. The extract may be

1) sterilized and solidified with agar ( 1,5 % ) as it is, or after the addition of other nutrients, e.g., 0.025 %  $K_2 HPO_4$  or (0.1% glucose, 0.5% yeast extract and 0.02%  $K_2HPO_4$

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

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

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

#### ❖ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ

##### MEDIA FOR FUNGI

1) Czapek- Dox agar : sucrose, 30,0g  $NaNO_3$ , 2,0g  $K_2 HPO_4$  , 0,1g KCl 0,5g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 0,5g  $FeSO_4$  , trace agar, 15g distilled water, 1L p H 5,5 . Dissolve separately and add  $FeSO_4$  last. If desired, 6,5 g of yeast extract may be added ( Gray and Parkinson 1968 ) . Sterilize by autoclaving. Cool to pouring temperature, and acidify to p H 3.5 with a presterilized solution of 10% lactic acid. Use immediately.

2) Streptomycin-rose bengal agar ( Martin 1950 ) : glucose, 10 g peptone 5 g  $KH_2 PO_4$  1,0g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0,5 g rose bengal 0,03 g agar, 20 g tap water, 1 L . Autoclave, cool medium to about 48°C and add 1 ml of a solution of streptomycin ( 0,4 g/ 10 ml sterile water ). The final concentration of streptomycin medium should be about 30 mg/ ml.

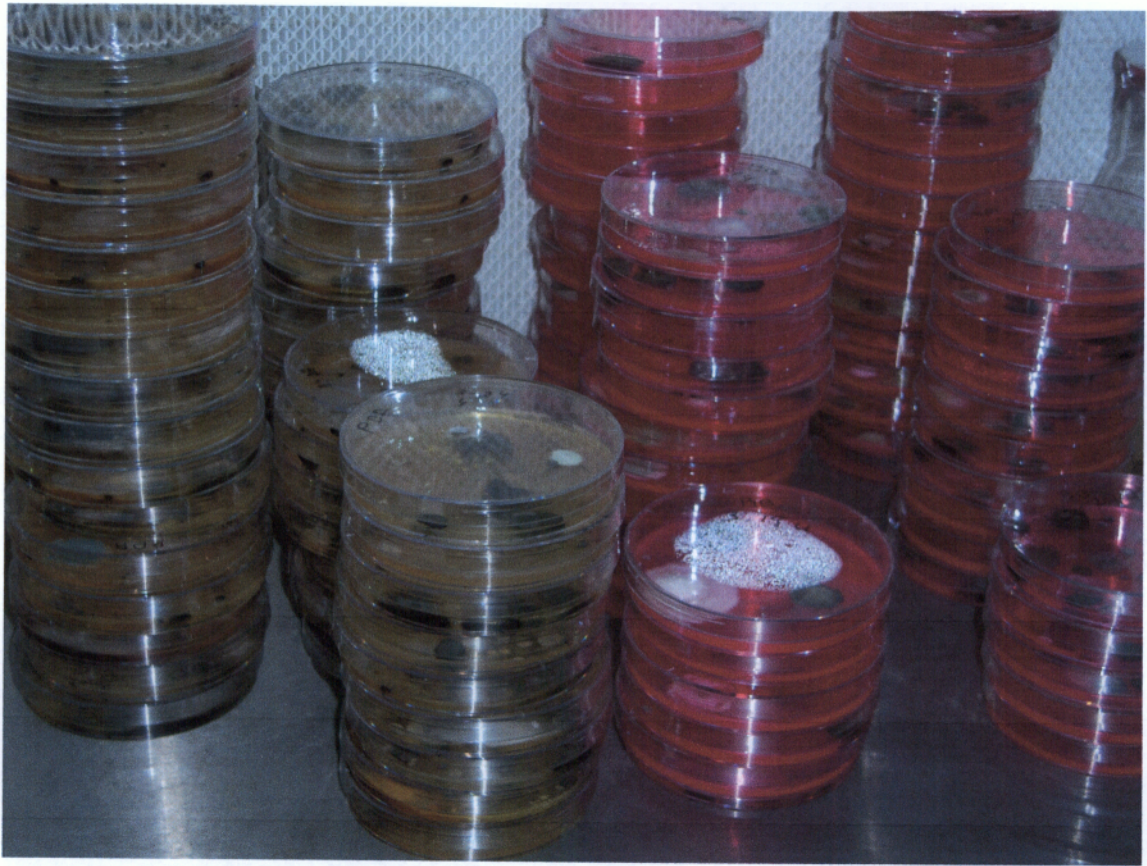
❖ θρεπτικά υποστρώματα για την απομόνωση μικροοργανισμών υπεύθυνων για τον κύκλο του άζωτου (Microorganisms involved in nitrogen transformations).

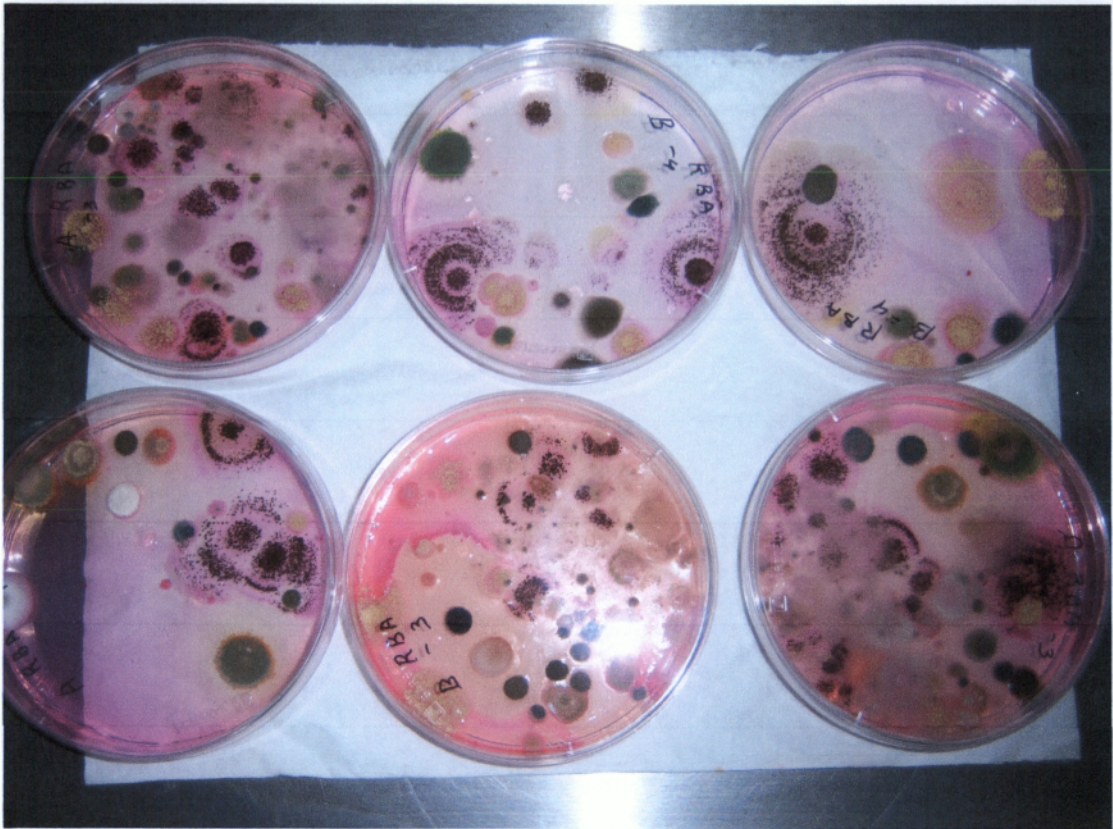
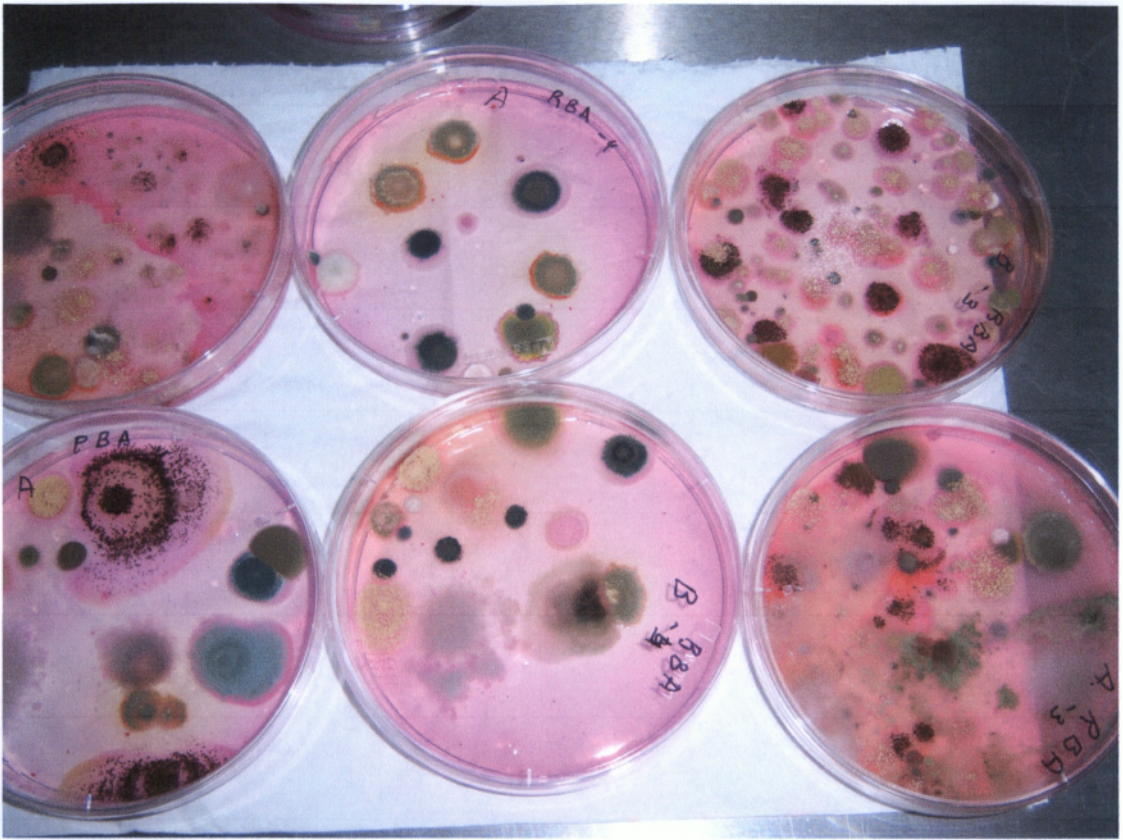
1) Combined carbon medium ( Rennie 1981 ) : solution I :  $K_2 HPO_4$  0,8g  $KH_2 PO_4$  0,2 g NaCl, 0,1 G  $Na_2 Fe$  ethylene diamine tetracetic acid 28,0 mg  $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$  , 25,0 mg yeast extract 0,1 g mannitol, 5g sucrose, 5g Na-lactate ( 60% v/v ), 0,5m l, distilled water, 100m l. Solution III : biotin, 5 m g / ml PABA, 10,0 mg / ml. Autoclave solution I and II, cool to 48°C, and mix thoroughly then add ( filter-sterilized ) 1ml / L of solution III.

2) Yeast extract mannitol medium ( Allen 1957 ) : mannitol, 10,0 g  $Ka_2HPO_4$  , 0,5 g  $Mg SO_4 \cdot 7H_2O$ , 0,2 g, NaCl, 0,1g  $CaCO_3$  , 3,0g yeast extract ( 10 % ), 100 m l agar, 15 g distilled water, 1L.

3) Nitrifying bacteria ( Lewis and Pramer 1958 ) :  $Na_2 HPO_4$  13,5g  $KH_2 PO_4$  , 0,7 g  $Mg SO_4 \cdot 7H_2O$  0,1g  $NaHCO_3$  0,5 g (  $NH_4$  ) $_2 SO_4$  , 2,5 g ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  , 14,4 mg  $CaCl_2 \cdot 7H_2O$  , 18,4 mg, distilled water, 1L p H 8,0.









### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή  
επεκτείνει τη λίστα με τα απαγορευμένα φυτοφάρμακα

Ακόμα 110 ουσίες που χρησιμοποιούνται σε φυτοφάρμακα (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα και ζιζανιοκτόνα) θα αποσυρθούν από την αγορά μέχρι το Δεκέμβριο, αποφάσισε την Τρίτη στις Βρυξέλλες η Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Η επέκταση της λίστας των απαγορευμένων ουσιών θα οδηγήσει στην απόσυρση του 50% των συστατικών φυτοφαρμάκων που κυκλοφορούσαν στην αγορά το 1993. Η απόφαση εντάσσεται στο πλαίσιο της νέας προσέγγισης που έχει υιοθετήσει η Κομισιόν για την αξιολόγηση των δραστικών ουσιών στα φυτοφάρμακα, με στόχο την

παροχή εγγυήσεων για την ασφάλεια του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Τον Ιούλιο του 2002 η Επιτροπή αποφάσισε την απόσυρση 320 συστατικών που χρησιμοποιούνται σε φυτοφάρμακα. Έπειτα από νέο έλεγχο, 20 ακόμα ουσίες απαγορεύθηκαν αργότερα. Οι ουσίες αυτές θα πρέπει να έχουν αποσυρθεί από την αγορά μέχρι τον Ιούλιο. Τους κινδύνους από τη χρήση φυτοφαρμάκων θα εξετάσει το Εθνικό Συμβούλιο Καταναλωτών

Η Επιτροπή επισημαίνει σε ανακοίνωσή της ότι οι χρήστες και οι πολίτες φυτοφαρμάκων θα πρέπει να ενημερωθούν για το ποιες ουσίες πρόκειται να αποσυρθούν, προκειμένου να αποφύγουν τη συσσώρευσή τους.

Το ζήτημα των κινδύνων για την υγεία από την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων στην πρωτογενή παραγωγή αναμένεται να θέσει το Ινστιτούτο Καταναλωτών (ΙΝΚΑ) στην προσεχή συνεδρίαση του Εθνικού Συμβουλίου Καταναλωτών.

Από τις έρευνες του ΙΝΚΑ σχετικά με τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και την κατάχρηση φυτοφαρμάκων στην πρωτογενή παραγωγή και την πρόωρη συγκομιδή προκύπτει αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών λιπασμάτων, τα οποία είναι ύποπτα για καρκινογένεσις· παρουσιάζουν χρόνια τοξικότητα και προκαλούν ενδοκρινικές ανωμαλίες.

Το Ινστιτούτο Καταναλωτών υπογραμμίζει την ανάγκη ελέγχου της πρωτογενούς παραγωγής, ενώ κάνει λόγο για κατάργηση των ελέγχων και των αρμοδιοτήτων πολλών υπηρεσιών σε όλη τη χώρα.

Συγκεκριμένα, οι σχετικές έρευνες κατέδειξαν συγκέντρωση νιτρικών λιπασμάτων πέντε φορές πάνω από το όριο σε πατάτες στην Αχαΐα, καθώς και συγκέντρωση άνω των επιτρεπτών ορίων σε ποσοστό 4-6% δειγμάτων ελαιόλαδου. Επιπλέον έρευνα του ΙΝΚΑ σε φρούτα και λαχανικά (μαρούλια, πατάτες, ντομάτες και μήλα) κατέδειξε συγκεντρώσεις σε οργανοφωσφορικά και διθειοκαρβαμικά φυτοφάρμακα, ενώ από έρευνα του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης προέκυψαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις φυτοφαρμάκων και στο αγελαδινό γάλα.

Το ΙΝΚΑ επισημαίνει ότι η 20ετής συστηματική κωλυσιεργία στη λήψη των αναγκαίων μέτρων έχει ήδη δημιουργήσει μια χημική βόμβα για την υγεία παραγωγών και καταναλωτών, αλλά και για το περιβάλλον, το οικοσύστημα και τον υδροφόρο ορίζοντα. Παράλληλα, επιδημιολογικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε παιδιά που ζουν σε παραγωγικές περιοχές έδειξαν ότι το πρόβλημα έχει ήδη βλάψει την υγεία όχι μόνο των σημερινών ενηλίκων, αλλά και των επόμενων γενεών.

Το Ινστιτούτο Καταναλωτών διαπιστώνει ότι δεν ενθαρρύνεται η βιολογική γεωργία και καταγγέλλει ότι από τα 2.500 περίπου φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στη χώρα, μόνο για το 10% από αυτά υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την τοξικότητά τους.

Έχει, ακόμα, καταθέσει υπόμνημα στα υπουργεία Γεωργίας και Ανάπτυξης επισημαίνοντας τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά φρούτων και λαχανικών και ζητώντας τη θωράκιση της κοινωνίας απέναντι στο τεράστιο πρόβλημα της ασυλίας που παρέχεται στην παράνομη κερδοσκοπία.

## **Πάνω από το όριο επικινδυνότητας τα φυτοφάρμακα στο 7% των ελληνικών νωπών τροφίμων**

Το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό (μετά το Βέλγιο) νωπών τροφίμων στα οποία τα φυτοφάρμακα υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο όριο, διαθέτει η Ελλάδα, σύμφωνα με έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που πραγματοποιήθηκε για το συγκεκριμένο ζήτημα και στις 15 χώρες της ΕΕ.

Σύμφωνα με την έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε το 2000 από τις υπηρεσίες του αρμόδιου για την υγεία και την προστασία του καταναλωτή επιτρόπου Ντέιβιντ Μπερν, στα 173



συνολικά δείγματα φρούτων και λαχανικών που λήφθηκαν από τη χώρα μας βρέθηκε ότι:  
\* Το 73% δεν είχε υπολείμματα φυτοφαρμάκων \* Στο 20% βρέθηκαν φυτοφάρμακα σε ποσοστό που προσεγγίζει ή είναι λίγο κάτω από το επιτρεπόμενο όριο \* Στο 7% τα φυτοφάρμακα υπερέβαιναν το ανώτατο όριο επικινδυνότητας

Την αρνητική πρωτιά στη σχετική έρευνα καταλαμβάνει το Βέλγιο, ενώ στην τρίτη θέση βρίσκεται η Γερμανία.

Σημειώνεται ότι το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο υιοθέτησε την Πέμπτη ψήφισμα με το οποίο καλεί την Επιτροπή να λάβει αυστηρά μέτρα για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος από την υπερβολική χρήση φυτοφαρμακευτικών προϊόντων.

### **Καθησυχαστική η κυβέρνηση**

Στην Ελλάδα γίνονται συνεχείς και σχολαστικοί έλεγχοι σε ό,τι αφορά τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων για όλα τα προϊόντα που οδηγούνται στην κατανάλωση, τονίζεται σε ανακοίνωση του υπουργείου Γεωργίας με αφορμή την έκθεση.

Παράλληλα, σημειώνεται ότι οι αρμόδιες υπηρεσίες του υπουργείου Γεωργίας σε όλες τις περιπτώσεις που παρουσιάστηκαν υπερβάσεις, έλαβαν αμέσως όλα τα ενδεικνύομενα μέτρα για τη συμμόρφωση των καλλιεργητών.

Στην ανακοίνωση αναφέρεται επίσης ότι «η έκθεση της Επιτροπής αναφέρεται σε αποτελέσματα ελέγχων τα οποία έχουν γίνει από τα ίδια τα κράτη-μέλη» το 2000, στα πλαίσια του ετήσιου τακτικού ελέγχου.

«Ειδικά στα μεταποιημένα προϊόντα, σε ό,τι αφορά τη χώρα μας τα δείγματα που παρουσιάζουν υπερβάσεις αναφέρονται κυρίως σε προϊόντα εισαγόμενα από τρίτες χώρες και γι' αυτό έκτοτε οι έλεγχοι των φορτίων που προέρχονται από αυτές τις χώρες είναι καθολικοί», αναφέρει το υπουργείο Γεωργίας.

## **Υπολείμματα φυτοφαρμάκων**

### **Παραθείο στα φρούτα καθιστά απαραίτητο το ξεφλούδισμα**

Φρούτα με το τοξικό φυτοφάρμακο παραθείο, το οποίο απαγορεύτηκε το 2003, εντοπίστηκε σε έρευνα του ΑΠΘ που πραγματοποιήθηκε σε 150 δείγματα φρούτων από την αγορά. Το παραθείο υπήρχε στην πλειονότητά των δειγμάτων ενώ υπολείμματα φυτοφαρμάκων γενικά ανιχνεύθηκαν στο ένα τρίτο των φρούτων.

Από την ίδια έρευνα προκύπτει επίσης ότι το ξεφλούδισμα απομακρύνει τα υπολείμματα, το πλύσιμο όχι.

Σύμφωνα με Τα Νέα της Τρίτης, είναι ενδεικτικό είναι ότι το παραθείο απομακρύνθηκε από τα μήλα Αριδαίας κατά 99,1% με το ξεφλούδισμα, ενώ με το πλύσιμο κατά 32,7%.

Παρόμοια είναι η εικόνα από τις αναλύσεις σε αχλάδια Ημαθίας: με το ξεφλούδισμα, το φυτοφάρμακο μαλαθείο απομακρύνθηκε κατά 85,8%, ενώ με το πλύσιμο μόλις κατά 5,4%. Στα ροδάκινα Νάουσας, με το ξεφλούδισμα το φυτοφάρμακο «Diazinon» απομακρύνθηκε ατά 99,7% και με πλύσιμο κατά 1,1%.

Γενικά, υπολείμματα (νόμιμων) φυτοφαρμάκων εντοπίστηκαν σε ποσοστό 27% των φρούτων(ελληνικών και εισαγόμενων) και περισσότερο επιβαρυμένα είναι τα μήλα, τα αχλάδια, τα ροδάκινα και τα σταφύλια.

Πάντως, οι ερευνητές του Εργαστηρίου Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, με επικεφαλής τον Κωνσταντίνο Φυτιάνο τονίζουν ότι το ξεφλούδισμα δεν είναι η τέλεια λύση. Κι αυτό διότι, έτσι, οι καταναλωτές «προφυλάσσονται από τα φυτοφάρμακα αλλά χάνουν τις βιταμίνες και τις θρεπτικές φυτικές ουσίες».

Υπολείμματα φυτοφαρμάκων σε επίπεδα ανώτερα από τα όρια της ΕΕ ανιχνεύθηκαν στο 2% των φρούτων.

Όσον αφορά το παραθείο, η έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα και αναπνευστικά προβλήματα.

Τα πιο ακίνδυνα φρούτα αποδεικνύεται ότι είναι τα βιολογικά, καθώς κανένα από τα έξι δείγματα βιολογικών δεν είχε υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

**A) Η ρύπανση από στερεά απόβλητα. Β) Η ρύπανση από υγρά απόβλητα. Γ) Τα φυτοφάρμακα. Δ) Τα λιπάσματα και Ε) Η όξινη βροχή.**

**2α) Ρύπανση από στερεά απόβλητα.** Με τον όρο αυτό εννοούμε την απόθεση στο έδαφος των στερεών καταλοίπων. Παλιά αυτοκίνητα, κουτιά από κονσέρβες, μπουκάλια, πλαστικά δοχεία και σακούλες που δεν μπορούν να αποσυντεθούν και να ανακυκλωθούν. Αυτά δημιουργούν αφενός μεν αντιαισθητικούς σωρούς, αφετέρου δε επηρεάζουν τους οργανισμούς. Τα στερεά απόβλητα αποτελούν ένα σημαντικό φορέα ρύπανσης του εδάφους. Τα καθημερινά σκουπίδια που πετάγονται απερίσκεπτα στους δρόμους, στις παραλίες, στις αυλές των σχολείων, και αλλού είναι φαινόμενα που θεωρούνται συνηθισμένα, αλλά με την πάροδο του χρόνου συμβάλουν στη ρύπανση και στη μελλοντική καταστροφή του εδάφους. Η οικονομική ανάπτυξη των τελευταίων χρόνων σε συνάρτηση με την άνοδο του βιοτικού επιπέδου όλο και μεγαλύτερου αριθμού ανθρώπων, έχει σαν συνέπεια μεταξύ άλλων, και την αύξηση των ποσοτήτων των στερεών απορριμμάτων, καθώς και την αλλαγή της σύστασής τους. Η ανεξέλεγκτη απόρριψη μπορεί να βλάψει με διάφορους τρόπους: Οι επικίνδυνοι ρύποι που περιέχονται στα στερεά απόβλητα, μπορούν να εξατμιστούν στον αέρα, να εισχωρήσουν στο έδαφος, να φτάσουν στα υπόγεια νερά και στα επιφανειακά και να μπουν τελικά στις τροφικές αλυσίδες μέσα από τα φυτά. Τα στερεά απόβλητα περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς, βακτηρίδια, μύκητες και παράσιτα. Φορείς των παθογόνων μικροοργανισμών μπορούν να γίνουν τα έντομα, τα πουλιά και τα τρωκτικά που μπορεί να έρθουν σε επαφή με τα απόβλητα. Οι πλαστικές σακούλες είναι ένα μεγάλο πρόβλημα σχετικά με τη ρύπανση των εδαφών. Οι πλαστικές σακούλες χρησιμοποιούνται πιο πολύ από τις χάρτινες, όμως δεν είναι "διασπώμενες" (ακόμα και οι "βιοδιασπώμενες" πλαστικές σακούλες ποτέ δε διαλύονται εντελώς -απλώς γίνονται μικρά κομματάκια). Κι άλλωστε το πλαστικό παράγεται από το πετρέλαιο, ένα φυσικό πόρο που δεν είναι ανανεώσιμος. Τα σκουπίδια είναι κι αυτά ένα μεγάλο πρόβλημα και ρυπαίνουν συνεχώς το περιβάλλον γύρω μας. Τρία εκατομμύρια τόνοι σκουπιδιών παράγονται κάθε χρόνο στην Ελλάδα. Ο κάθε Έλληνας παράγει καθημερινά ένα κιλό σκουπίδια, δηλαδή η Ελλάδα, σε σύγκριση με κάποιες άλλες χώρες παράγει τα περισσότερα σκουπίδια. Η παλαιότερη μέθοδος απόρριψης των σκουπιδιών είναι της ανοιχτής χωματερής. Τα απορρίμματα εναποτίθενται σε ένα συγκεκριμένο χώρο, αλλά καμία μέριμνα δεν λαμβάνεται για την αποτροπή πιθανής ρύπανσης και οσμών, ενώ καμία πρόνοια δεν λαμβάνεται για τη δημόσια υγεία. Σε κάποιες περιπτώσεις τα απορρίμματα αυτά πυροδοτούνε και αφήνονται να καίγονται συνεχώς. Η προηγούμενη μέθοδος διάθεσης τα τελευταία χρόνια αρχίζει να αντικαθίσταται από τη μέθοδο της υγειονομικής ταφής. Είναι ένας μηχανικός τρόπος απόθεσης στερεών αποβλήτων στο έδαφος, έτσι ώστε να προφυλάσσεται το περιβάλλον από τη ρύπανση. Τα απόβλητα, διασκορπίζονται σε λεπτά στρώματα και συμπιέζονται ώστε να αποκτήσουν το μικρότερο δυνατό όγκο, ενώ στο τέλος κάθε εργάσιμης μέρας, επικαλύπτονται με χώμα. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία χώρου υγειονομικής ταφής είναι η υδρογεωλογική μελέτη του χώρου, καθώς επίσης και η μελέτη των καιρικών συνθηκών της περιοχής. Αφού λοιπόν η καταστροφή του περιβάλλοντος είναι τόσο μεγάλη και αυτή οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στον άνθρωπο, πρέπει όλοι μας να αναλογιστούμε τις ευθύνες μας και να αλλάξουμε συμπεριφορά. Έτσι, θα έχουμε την τύχη και την ευτυχία να ζούμε σε ένα καθαρό περιβάλλον και αυτό να το κληροδοτήσουμε και στις επόμενες γενιές.

**2β) Υγρά απόβλητα.** Τα υγρά απόβλητα αποτελούν μια πηγή ρύπανσης που απειλεί να καταστρέψει την ομορφιά και τη γαλήνη της φύσης. Όταν λέμε υγρά απόβλητα, εννοούμε όλα τα οικιστικά και βιομηχανικά λύματα που διοχετεύονται στις λίμνες, στα ποτάμια και στις θάλασσες. Τα υγρά απόβλητα περιέχουν ουσίες όπως: 1) διάφορες οργανικές και ανόργανες ουσίες 2) βαριά μέταλλα 3) θρεπτικά άλατα 4) παράγωγα του πετρελαίου 5) απορρυπαντικά 6) παθογόνους μικροοργανισμούς 7) χλωριούμενους υδρογονάνθρακες 8) αιωρούμενα σωματίδια, οι οποίες δεν διασπώνται από τους μικροοργανισμούς. Από τα υγρά απόβλητα εκείνα τα οποία ρυπαίνουν τα εδάφη είναι τα οικιστικά λύματα και τα λύματα από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες (λιοτρίβια, εργοστάσια, κτηνοτροφικές ομάδες κ.α.) Οι επιπτώσεις στον άνθρωπο είναι σοβαρές. Τα οικιστικά λύματα που δεν καθυστερούν σε στεγανούς βόθρους διαρρέουν μέσα στο χώμα και φτάνουν στα υπόγεια νερά και τα μολύνουν. Γι' αυτό τα λύματα πρέπει να συγκεντρώνονται σε δεξαμενές για να μπορούν οι αποικοδοότες να διασπούν τις οργανικές ουσίες που υπάρχουν μέσα.

**2γ) ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ** Έτσι ονομάζονται μια σειρά φάρμακα, που κατασκευάζει η βιομηχανία γεωργικών φαρμάκων για την αποτελεσματική καταπολέμηση των εχθρών αυτών των φυτών. Είναι δυνατά δηλητήρια, που δρουν αμέσως πάνω στους εχθρούς της παραγωγής και αν δεν υπήρχαν δεν θα μπορούσαμε να φάμε ούτε φρούτα ούτε λαχανικά. Τα φυτοφάρμακα είναι προϊόντα υψηλής τεχνολογίας, τα οποία χρειάστηκαν πολλά χρόνια ερευνών για να τελειοποιηθούν. Αρχικά δημιουργήθηκαν για να χρησιμοποιηθούν στις βιομηχανικές χώρες, αλλά η μεταγενέστερη εισαγωγή τους στις χώρες του Τρίτου Κόσμου δεν συμβιβάστηκε με τις συνθήκες ζωής και περιβάλλοντος που επικρατούσαν. Οι Η.Π.Α. χρησιμοποιούν το ένα τρίτο της παγκόσμιας παραγωγής φυτοφαρμάκων, σχεδόν δύο φορές πάνω από το σύνολο των χωρών του Τρίτου Κόσμου.

**Τα περισσότερα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια είναι συνθετικές οργανικές ουσίες. Διακρίνονται σε:**

1) ENTOMOKTONA, τα οποία καταστρέφουν τα έντομα, που τρώνε τα διάφορα μέρη των φυτών, χωρίς να βλάπτουν τα ίδια. 2) ΠΑΡΑΣΙΤΟΚΤΟΝΑ ή ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ. Καταστρέφουν τα ζωοπαράσιτα και τα φυτοπαράσιτα, που ζουν στα φυτά και τρέφονται εις βάρος του. 3) ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ: Καταστρέφουν τα αγριόχορτα, που πνίγουν τα καλλιεργημένα φυτά. Τα τελευταία δεν παθαίνουν τίποτα και αναπτύσσονται κανονικά. Τα φυτοφάρμακα δεν δρουν απλώς επάνω στους "εχθρούς" των καλλιεργειών έχοντας μόνο μερικές μικρές δευτερογενείς συνέπειες, αλλά δρουν στο σύνολο του οικοσυστήματος, προκαλώντας σοβαρά οικολογικά προβλήματα. Αυτό οφείλεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους που είναι κοινά στις περισσότερες από αυτές τις ουσίες: Α) η τοξικότητά τους για τα θερμόαιμα σπονδυλωτά και τα ποικιλόθερμα είναι συχνά αρκετά υψηλή. Β) ο άνθρωπος χρησιμοποιεί αυτές τις ουσίες για να καταστρέψει ορισμένο αριθμό οργανισμών, μόλις το 0,5% του συνόλου των ειδών της βιόσφαιρας ενώ αυτές δρουν, σε διαφορετικό βαθμό, σε όλους τους οργανισμούς. Γ) οι επιφάνειες στις οποίες διασπείρονται είναι πολύ μεγάλες και η διασπορά τους επεκτείνεται πέρα από το αγροοικοσύστημα. Δ) οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται είναι μεγαλύτερες από αυτές που χρειάζονται για την καταστροφή του "εχθρού". Ε) χρησιμοποιώντας εναντίον πληθυσμών και στ) πολλά παραμένουν στο έδαφος για μήνες ή χρόνια. Τα φυτοφάρμακα μπορούν να δράσουν, από οικολογική άποψη με πολλούς τρόπους. Ένας τρόπος δράσης είναι η άμεση μείωση του επιπέδου των πληθυσμών των ευαίσθητων ειδών, λόγω υψηλής τοξικότητας αυτών των ουσιών για τα συγκεκριμένα

είδη. Η μείωση του μεγέθους των πληθυσμών είναι τόσο πολύ μεγάλη όσο η χρησιμοποιούμενη δόση είναι πιο ισχυρή. Για παράδειγμα, ένα φυτοφάρμακο που συσσωρεύεται κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας, εκδηλώνει τη χρόνια τοξικότητά του μόλις η συγκέντρωσή του στη λεία κάποιου σαρκοφάγου ζώου ξεπεράσει ένα κρίσιμο όριο. Ακόμη, οι συνέπειες της δράσης των φυτοφαρμάκων δεν περιορίζονται στα ευαίσθητα είδη, αλλά επεκτείνονται μέσα από ένα πολύπλοκο δίκτυο σχέσεων και σε άλλα είδη. Πραγματικά, έστω κι αν ένα είδος είναι εντελώς αδιάφορο για το συγκεκριμένο φυτοφάρμακο, το μέγεθος του πληθυσμού του, μπορεί να μειωθεί ισχυρά εξαιτίας της εξαφάνισης αυτών των φυτών ή των ζώων που είναι ευαίσθητα στη δράση του και τα οποία αποτελούν την τροφή του. Κι ωστόσο, η χρήση των φυτοφαρμάκων αυξάνεται. Ως δηλητήρια όμως δεν σκοτώνουν μονάχα τους βλαβερούς οργανισμούς αλλά και τον άνθρωπο αν από άγνοιά μας τα πιάσουμε ή τα βάλουμε στο στόμα μας. Κάθε χρόνο, σύμφωνα με τις έρευνες δηλητηριάζονται 1,5 εκατομμύριο άνθρωποι, ενώ περίπου 20.000 πεθαίνουν από απρόσεχτη χρησιμοποίηση των φυτοφαρμάκων. Η έλλειψη ενημέρωσης και η αδιαφορία των γεωργών κοστίζει ζωές. Επίσης μια μακροπρόθεσμη χρησιμοποίηση τοξικών ουσιών, μπορεί να προκαλέσει διάφορες αρρώστιες στους οργανισμούς όπως: καρκίνο, προβλήματα αναπνευστικού και νευρικού συστήματος, βλάβες στο συκώτι και τα νεφρά μέχρι και προβλήματα αναπαραγωγής. Ευτυχώς, υπάρχουν αποτελεσματικές φυσικές εναλλακτικές λύσεις. Πρέπει να προτρέπουμε τους αγρότες στη χρήση τους και να μάθουμε να τις εφαρμόζουμε και στα σπίτια μας. Αν θέλουμε να προστατέψουμε το περιβάλλον μας μέσα στο οποίο ζούμε, πρέπει να αλλάξουμε τις κακές μας συνήθειες. Αν θέλουμε την υγεία μας θα πρέπει να έχουμε πρώτα σεβαστεί την υγεία του περιβάλλοντός μας.

**2δ. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ** Τα φυτά παίρνουν τις τροφές τους από δύο πηγές: από τον αέρα κι από το έδαφος. Από τον αέρα παίρνουν τον άνθρακα κι από το έδαφος τα άλατα, διαλυμένα μέσα στο νερό. Οι θρεπτικές ουσίες, που παίρνουν από τον αέρα είναι άφθονες κι ανεξάντλητες. Οι ουσίες όμως που παίρνουν από το έδαφος, εξαντλούνται αργά ή γρήγορα και χρειάζεται να τις αντικαθιστούμε. Αυτή ακριβώς η αντικατάσταση των θρεπτικών ουσιών του εδάφους, που τις εξαντλούν τα φυτά, γίνεται με τα λιπάσματα. Τα λιπάσματα όμως σιγά-σιγά γίνονται συνήθεια στα φυτά, κι όταν ξαφνικά σταματήσουμε να τους ρίχνουμε λίπασμα, δεν αποδίδουν καρπούς. Τα λιπάσματα διακρίνονται σε φυσικά και τεχνητά. Τα πρώτα, αποτελούνται κυρίως από οργανική ουσία σε μικρό ποσοστό λιπαντικών συστατικών και έχουν ζωική και φυτική προέλευση. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους. Τα τεχνητά λιπάσματα, είναι συνθετικά προϊόντα που διαθέτουν μεγαλύτερη ποσότητα αλάτων. Ανάλογα με το κύριο στοιχείο που περιέχουν, τα χημικά λιπάσματα, λέγονται αζωτούχα, φωσφορούχα, καλιούχα. Τα λιπάσματα είναι χρήσιμα, αλλά και μπορούν να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες ζημιές στο έδαφος όταν χρησιμοποιούνται σε αλόγιστη ποσότητα και χωρίς τη συνταγή ή την παρουσία γεωπόνου ή κάποιου άλλου ειδικού. Κάθε χρόνο χρησιμοποιούνται πολύ μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων στη γεωργία. Στην Ελλάδα, η κατανάλωση χημικών λιπασμάτων στο διάστημα από το 1958 ως το 1978, πολλαπλασιαστικέ με 4,3% αύξηση από πριν. Σε ορισμένες χώρες έχουν θεσπιστεί ανώτατα επιτρεπόμενα όρια στη συνολική ποσότητα των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων. **2ε. ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ** Μία ακόμη πηγή ρύπανσης των εδαφών είναι και η όξινη βροχή. Η όξινη βροχή, δημιουργείται όταν από διάφορες βιομηχανίες, από τα αυτοκίνητα, τους σταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν ως καύσιμες ύλες γαιάνθρακες ή πετρέλαια, βγαίνουν αέρια όπως διοξείδιο του θείου και αυτά ενώνονται με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας και σχηματίζουν θειικό οξύ. Η όξινη βροχή δημιουργεί φθορά με την πάροδο των χρόνων στα κτίρια, αγάλματα και σε άλλα μαρμάρινα

μνημεία. Επίσης απειλεί τη ζωή του πλανήτη μας και μολύνει τα νερά των ποταμών και των λιμνών θέτοντας σε κίνδυνο τη χλωρίδα και τη πανίδα. Σήμερα, πολλά κράτη καταβάλλουν προσπάθειες για τον περιορισμό των ρύπων που εκπέμπονται ιδιαίτερα σε βιομηχανικές περιοχές. **Οι καταστροφικές επιπτώσεις της όξινης βροχής παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά στα δάση του ΜΕΛΑΝΑ ΔΡΥΜΟΥ (Γερμανία κατά τις αρχές της δεκαετίας του 1970).** Η όξινη βροχή έχει αποτελέσει σήμερα μια από τις σοβαρότερες μορφές ρύπανσης του περιβάλλοντος σε πολλές περιοχές της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής. Μπορεί να εκδηλωθεί μακριά σε άλλες περιοχές και να απειλήσει τις γειτονικές περιοχές. Οι ομίχλες με υψηλή οξύτητα μολύνουν κυρίως τις λίμνες και τους χείμαρρους, γεγονός εξαιρετικά επικίνδυνο για την επιβίωση των ψαριών και των άλλων υδρόβιων οργανισμών. Γενικά όλες οι μορφές όξινων κατακριμνησιμάτων, αποδείχτηκε ότι είναι εξαιρετικά επιζήμιες για πολλά είδη βλάστησης, όπως είναι οι αγροτικές καλλιέργειες και τα δάση, κυρίως επειδή δυσχεραίνουν τη πρόληψη του αζώτου από τα φυτά και παρασύρουν τα θρεπτικά συστατικά από τα φύλλα τους.

## Παράτημα Δ.

### 1. ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΕ ΤΟΠΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

#### Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΙΟΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Thursday, March 6th, 2008

**Γενικά** Συνιστά την καλύτερη εναλλακτική λύση για την αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων εδάφους στα θερμοκηπιακά εδάφη στην χώρα μας χάρη στην ηλιοφάνεια και ειδικότερα στην ένταση του φωτός κατά τους θερινούς μήνες. Η απολύμανση που συντελείται στηρίζεται στην ανύψωση της θερμοκρασίας του εδάφους, και συγκεκριμένα στην ανύψωση της θερμοκρασίας του νερού που έχει προστεθεί, που έχει σαν αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος των παθογόνων να καταστρέφεται ενώ οι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί που στο σύνολο τους είναι θερμοανθεκτικοί να επιζούν. Εδάφη στα οποία εφαρμόζεται για μερικά χρόνια η ηλιοθερμανση συνεπικουρούμενα από οργανική ουσία τείνουν να γίνουν ανθεκτικά σε παθογόνους μικροοργανισμούς. **Τα παθογόνα του εδάφους** Νηματώδεις, βακτήρια, μύκητες, ιούς και ακάρεα συναντάμε κυρίως στο έδαφος και ειδικά στη ριζόσφαιρα. Πολλά από αυτά προκαλούν σημαντικές έως ολικές καταστροφές στις μεγάλες καλλιέργειες και το θερμοκήπιο. Οι νηματώδεις είναι σκωληκόμορφοι οργανισμοί μήκους 0.3 έως 8 χιλιοστά και ανήκουν κυρίως στα γένη *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylencus* και *Aphelenchoides* και προσβάλλουν πάνω από 2000 είδη καλλιεργουμένων φυτών. Από τους μύκητες, οι οποίοι είναι ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί, αρκετά είδη που ανήκουν στα γένη *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Botrytis*, *Macrophomina* και *Verticillium* καταστρέφουν τόσο τα νεαρά φυτά όσο και τα μεγαλύτερα προσβάλλοντας το ριζικό σύστημα και καταστρέφοντας τα αγγεία. Από τα βακτήρια τα *Corynebacterium mithiganense* και *Pseudomonas solanacearum* φαίνεται να είναι αυτά που δημιουργούν τα μεγαλύτερα προβλήματα μέσω του ριζικού συστήματος. **Η αντιμετώπιση** Η αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων στο ριζικό σύστημα γίνεται έως και σήμερα, κατά κανόνα, με την εφαρμογή μυκητοκτόνων και νηματωδοκτόνων στο ριζικό σύστημα των φυτών μέσω της στάγδην άρδευσης. Στην περίπτωση δε των θερμοκηπιακών καλλιεργειών εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση απολύμανση με βρωμιούχο μεθύλιο το οποίο 1. κοστίζει

πολύ ακριβά<sup>2</sup>. προκαλεί βιολογικό κενό<sup>3</sup>. καταστρέφει το όζον και 4. **είναι καρκινογόνο Και όμως υπάρχει καλύτερη λύση** Η αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων στο έδαφος είναι δυνατόν να γίνει πιο αποτελεσματικά, πιο φθηνά και φυσικά με εντελώς υγιεινό τρόπο. Με προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος, με εγκατάσταση ωφέλιμων μικροοργανισμών στο ριζικό σύστημα των καλλιεργουμένων φυτών όσο αυτά είναι ακόμα μικρά στο σπορείο και τέλος την εφαρμογή αυτής της καταπληκτικής μεθόδου που καλείται **ηλιοθέρμανση ή ηλιοαπολύμανση**. Ο συνδυασμός και των τριών παραπάνω τεχνικών συνιστά απαραίτητη προϋπόθεση και συνεπάγεται άριστα αποτελέσματα τόσο στην προστασία όσο και την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών. **ΗΛΙΟΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ (solarization)** Η μέθοδος στηρίζεται στην ανύψωση της θερμοκρασίας του εδάφους με τη χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και έχει σα στόχο να μειώσει τόσο την παθογένεια όσο και τον πληθυσμό των φυτοπαθογόνων και να ευνοήσει της ανταγωνιστική δράση της σαπροφυτικής μικροχλωρίδας. Ο εγκλωβισμός της ηλιακής ακτινοβολίας και η ανύψωση της θερμοκρασίας πετυχαίνεται με τον πλημμυρισμό του εδάφους και την τοποθέτηση φύλλου πλαστικού από διαφανές πολυαιθυλένιο με το μικρότερο δυνατό πάχος. Φυσικά μέχρι του βόθους των 30-35 cm όπου συναντάμε ποσότητες μολυσμάτων δεν είναι δυνατόν η θερμοκρασία να φθάσει σε τέτοιες τιμές, ώστε να ισοδυναμεί με θερμικό θάνατο των παθογόνων. Όμως η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από 50°C σε βάθος 20-25 cm τους θερινούς μήνες πετυχαίνει τον πιο πάνω στόχο αρκετά ικανοποιητικά. Η προετοιμασία και εφαρμογή θα πρέπει να γίνει το αργότερο ως τα μέσα Ιουλίου και να διαρκέσει τουλάχιστον 2-3 εβδομάδες. Η εφαρμογή ολοκληρω τον 7ο και 8ο μήνα στις ελληνικές συνθήκες θα οδηγήσει σίγουρα σε πολύ καλά αποτελέσματα. Επίδραση της ηλιοθέρμανσης στην εξέλιξη της παθογόνου μυκοχλωρίδας σε έδαφος θερμοκηπίου τομάτας

## 5

Η οργανική ύλη, είτε ο Άλμπρεχτ, θα μπορούσε να ονομαστεί *κράση* του εδάφους. Και μια καλή κράση, πρόσθεσε μελαγχολικά, είναι η ικανότητα, σύμφωνα με το νόημά της όπως χρησιμοποιείται στο ιατρικό επάγγελμα, ενός ατόμου να επιβιώνει παρά την ύπαρξη των γιατρών και όχι επειδή υπάρχουν. Τα έντομα και οι αρρώστιες, παρατήρησε, είναι τα *συμπτώματα* ενός πάσχοντος φυτού, όχι τα αίτια. “Η χρήση δηλητηριωδών ψεκασμών είναι μια πράξη απόγνωσης σε μια γεωργία που πεθαίνει. Η τοποθέτηση λιπασμάτων είναι η τέχνη τού να βάζεις αλάτι στο χώμα έτσι ώστε οι ρίζες των φυτών να τα καταφέρνουν με κάποιον τρόπο να του ξεφεύγουν!”

Συνοπτικά αυτό που διακήρυξε ήταν ότι τα αγριόχορτα δεν είναι τίποτα άλλο από ένας γνώμονας της φύσης του εδάφους.

“Γι’αυτό το λόγο είναι λάθος να βασιζόμαστε σε ζιζανιοκτόνα για να τα εξολοθρεύσουμε, αφού οι χημικές ουσίες έχουν να κάνουν με το αποτέλεσμα κι όχι το αίτιο. Τα έντομα και τα αρπαχτικά της φύσης είναι συνεργεία καθαρισμού που τα φωνάζουμε όταν χρειάζονται και τα διώχνουμε όταν δε χρειάζονται. Οι απώλειες φυτών σε περιόδους ξηρασίας ή ψύχους δεν είναι τόσο το αποτέλεσμα της ανομβρίας ή του κρύου όσο της έλλειψης θρεπτικών ουσιών. Οι φόρμουλες NPK (άζωτο, φώσφορος, κάλιο), όπως νομοθετήθηκαν κι εφαρμόστηκαν από το υπουργείο Γεωργίας, σημαίνουν υποσιτισμό, επιδρομές από έντομα, βακτηρίδια και παράσιτα, κατάληψη από αγριόχορτα, απώλεια καλλιεργειών σε περιόδους ξηρασίας και γενική κατάπτωση στην πνευματική διαύγεια του πληθυσμού, που οδηγεί σε εκφυλιστικά μεταβολικά νοσήματα και στον πρόωρο θάνατο”. Η τεράστια σε όγκο βιβλιογραφία που συνοδεύει τα επιστημονικά κι εκλαϊκευμένα άρθρα του Άλμπρεχτ μαρτυρεί μια ολόκληρη ζωή ενδελεχούς επιστημονικής μελέτης τόσο της χημείας όσο και της βιολογίας του πλανήτη, εμφανίζοντας τη θεμελιακή ανάγκη διατροφής φυτών, ζώων και ανθρώπων μέσω της φροντίδας του ίδιου του εδάφους και της διόρθωσης διαιτολογικών ατελειών στην αφετηρία τους: το έδαφος.

Αν κέρδιζε τις εκλογές του 1948 ο Τόμας Ε. Ντιούι από τον Χάρι Σ. Τρούμαν, ο Μπρόμφιλντ θα γινόταν υπουργός Γεωργίας στις ΗΠΑ, με

**ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟ ΜΕΘΥΛΙΟ:  
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Ν.Ε. Μαλαθράκης  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα, 7500, Ηράκλειο Κρήτης

Το βρωμιούχο μεθύλιο (BM) χρησιμοποιείται σαν απολυμαντικό του εδάφους από τις αρχές της δεκαετίας του 1960. Λόγω των πλεονεκτημάτων του έναντι των άλλων απολυμαντικών θεωρείται η πιο κατάλληλη ουσία για την απολύμανση του εδάφους σε πολλές καλλιέργειες όπως στα κηπευτικά των θερμοκηπίων, στις φράουλες κ.α. Τα περισσότερα από τα πλεονεκτήματα του BM οφείλονται στη μεγάλη του πτητικότητα και την υψηλή τοξικότητά του σε όλους σχεδόν τους οργανισμούς. Εξαιτίας της υψηλής πτητικότητας διαχέεται εύκολα στο έδαφος, διεισδύει σε βάθος και σκοτώνει παθογόνα σε θέσεις που δεν φτάνουν άλλα υποκαπνιστικά. Για τον ίδιο λόγο διαφεύγει γρήγορα από το έδαφος και έτσι μικραίνει το διάστημα μεταξύ εφαρμογής και φυτέματος. Τα μεγαλύτερα προβλήματα με το BM είναι η καταστροφή του όζοντος και τα υπολείμματα Βγ στο έδαφος, που απορροφούνται από τα φυτά και καταλήγουν στα εδώδιμα μέρη τους. Εξάλλου το BM είναι πολύ τοξικό στα θερμόαιμα και γι'αυτό εφαρμόζεται σε μη κατοικημένους χώρους και μόνο από εξουσιοδοτημένα άτομα. Άλλα προβλήματα που παρατηρούνται από την εφαρμογή του BM είναι: (1) το έντονο βιολογικό κενό, (2) η τοξικότητα των υπολειμμάτων Βγ σε πολλά φυτά, όπως τα γαρίφαλα και (3) η καταστροφή των ωφέλιμων μικροοργανισμών όπως των μυκήτων των μυκορριζών, των ριζοβακτηρίων που ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών, των νιτροποιητικών βακτηρίων κ.α.