

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας

Πτυχιακή Εργασία:

**Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ
ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΗ
‘ΜΕΤΑ-ΒΡΩΜΙΟΥΧΟ ΜΕΘΥΛΙΟ ΕΠΟΧΗ’**

Εισηγήτρια: Γαλιατσάτου Δήμητρα

Επιβλέπων καθηγητής: Δημόπουλος Βασίλειος

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2008

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας

Πτυχιακή Εργασία:

**Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ
ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΗ
‘ΜΕΤΑ-ΒΡΩΜΙΟΥΧΟ ΜΕΘΥΛΙΟ ΕΠΟΧΗ’**

Εισηγήτρια: Γαλιατσάτου Δήμητρα

Επιβλέπων καθηγητής: Δημόπουλος Βασίλειος

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	iv
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	v
1. Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	1
2. ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΕΔΑΦΟΓΕΝΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	3
2.1 ΜΥΚΗΤΕΣ.....	3
2.1.1 Τήξεις σπορείων και φυταρίων.....	3
2.1.2 Σήψη ριζών – φουζαρίωση.....	4
2.1.3 Βερτιτσιλλίωση.....	5
2.1.4 Φυτόφθορα.....	6
2.1.5 Ριζοκτονία.....	6
2.1.6 Σκληρωτινίαση.....	7
2.2 ENTOMA.....	9
2.2.1 Σιδηροσκώληκες.....	9
2.2.2 Ασπροσκώληκες.....	9
2.2.3 Αγροτίδες.....	10
2.2.4 Γρυλλοτάλα.....	10
2.3 ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ.....	11
2.3.1. Νηματώδης ο εξοιδηματικός των ριζών.....	11
2.3.2. Προσβολές από είδη του γένους Heterodera.....	11
2.4. ΖΙΖΑΝΙΑ.....	13
3. ΟΙ ΜΕΧΡΙ ΤΩΡΑ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	14
3.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	14
3.1.1. Ηλιοαπολύμανση.....	14
3.1.2. Απολύμανση με ατμό.....	17
3.2. ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	23
3.2.1. Γενικά απολυμαντικά εδάφους.....	23
3.2.1.1. Βρωμιούχο μεθύλιο (CH ₃ Br).....	23
3.2.1.2. Χλωροπικρίνη / Chloropicrin.....	26
3.2.1.3. Cadusafos.....	28
3.2.1.4. Sodium tetrathiocarbonate.....	30
3.2.1.5. Dazomet.....	32
3.2.1.6. Metham sodium (metam).....	36
3.2.1.7. Potassium N-hydroxymethyl-N-methyldithiocarbamate 41% Sl.....	39
3.2.2. Απολυμαντικά εδάφους με περιορισμένο φάσμα δράσης.....	40
3.2.2.1. 1,3 dichloropropene.....	40
3.2.2.2. Oxamyl.....	43
3.2.2.3. Aldicarb.....	44
3.2.2.4. Ethoprop.....	44
3.2.2.5. Fenamiphos.....	45
3.2.2.6 Fosthiazate.....	46

4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ.....	48
4.1. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ.....	48
4.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΕΡΙΑ, ΥΓΡΗ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΗ ΦΑΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	49
4.3. ΔΙΑΧΥΣΗ.....	49
4.4. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	50
4.5. ΥΓΡΑΣΙΑ.....	50
4.6. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	51
5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	52
5.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	52
5.2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	53
5.3. ΔΙΑΣΠΑΣΗ – ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	54
5.4. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....	54
5.5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ.....	55
5.6. ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	56
6. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟ.....	57
6.1. Η ΣΥΝΘΗΚΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ.....	61
6.2. ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	62
7. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	62
7.1. ΜΗ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	64
7.1.1. Βιοαπολύμανση.....	64
7.1.2. Ηλιοαπολύμανση σε συνδυασμό με εμβολιασμένα φυτά (ανθεκτικότητα).....	66
7.1.3. Αμειψισπορά.....	67
7.1.4. Φυτά-παγίδες.....	68
7.1.5. Μικροοργανισμοί - χρησιμοποίηση ανταγωνιστών.....	69
Νηματοπαθογόνοι μύκητες.....	69
Trichoderma koningii.....	70
Pasteuria penetrans.....	70
7.1.6. Ανθεκτικά υβρίδια και ποικιλίες.....	72
7.1.7. Υδροπονική καλλιέργεια.....	73
7.1.8. Φυτικά υπολείμματα.....	73
7.1.9. Φυτικά προϊόντα.....	74
7.1.10. Αντικατάσταση εδάφους.....	75
7.1.11. Ανθεκτικά υποστρώματα- εδάφη.....	76
7.2. ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	78

7.2.1. Όζον.....	80
7.2.2. DMDS (dimethyl disulfide).....	82
7.2.3. Ιωδιούχο μεθύλιο.....	83
7.2.4. Χημικά με περιορισμένο φάσμα δράσης.....	83
7.3. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	84
7.3.1. Ηλιοαπολύμανση σε συνδυασμό με ασβεστόχος κυαναμίδη	84
7.3.2. Ηλιοαπολύμανση + θείο + θειοβάκιλλο + χιτίνη.....	88
7.3.3. Ηλιοαπολύμανση και χημικά.....	88
8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	89
Βιβλιογραφία.....	99

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αυτή η πτυχιακή εργασία ασχολείται με ένα θέμα που αν και τέθηκε σαν πρόβλημα χρόνια πριν δεν παύει να είναι επίκαιρο ειδικά τη σημερινή εποχή όπου από παντού βλέπουμε την ανάγκη για μια καλύτερη ποιότητα ζωής. Δεν θα σκεφτούμε πρώτα-πρώτα τη διατροφή μας και το περιβάλλον που ζούμε;

Η γεωργία είναι ένας τομέας που από αυτόν πολλά μπορούν να αλλάξουν. Γιατί να μην ξεκινήσουμε από τη βάση, από την απολύμανση του εδάφους και από το βρωμιούχο μεθύλιο που τόσα ακούγονται γι' αυτό.

Πώς όμως μπορούμε όταν έχουμε στα χέρια μας ένα σχεδόν τέλειο απολυμαντικό εδάφους να 'συμβιβαστούμε' ή να ψάξουμε για κάτι άλλο; Πολύ απλά, όταν τίθεται θέμα έστω και σε μικρό ποσοστό βοήθειας προς το περιβάλλον, γιατί όχι;

Πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις, άλλοι ότι τα οφέλη της χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου είναι πολλά συγκρινόμενα με τα μειονεκτήματά του. Άλλοι ότι η ανάγκη για μεγάλες ποσότητες γεωργικών προϊόντων μας οδηγούν στη χρήση του για γρήγορη και αποτελεσματική παραγωγή.

Στον αντίποδα υπάρχουν πολλοί επιστήμονες που δεν θεωρούν το βρωμιούχο μεθύλιο το ιδανικό απολυμαντικό και με τις έρευνές τους μας δίνουν αποτελέσματα.

Μέσα σε αυτή την εργασία προσπάθησα να βρω όσο περισσότερες εναλλακτικές ήταν δυνατό. Άλλες γνώριμες από παλιά, άλλες όχι. Ότι και αν επιλέξουμε ας είναι το καλύτερο!

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πριν ξεκινήσουμε τη μελέτη αυτής της πτυχιακής εργασίας νιώθω υποχρέωση μου πρώτα από όλα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους που με βοήθησαν να συλλέξω πληροφορίες για αυτή την εργασία, να κατανοήσω την σημασία και την ανάγκη της απολύμανσης, να μπορέσω να δω το θέμα από πολλές οπτικές γωνίες και να καταλήξω σε αυτό εδώ που κρατάτε.

Πρώτα από όλους και πάνω από όλους θέλω να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου τον καθηγητή μου κ. Βασίλη Δημόπουλο για την καθοδήγηση, την υποστήριξη, τις χρήσιμες συμβουλές και την βοήθεια που μου έδωσε όσο χρόνο μου πήρε να ολοκληρώσω αυτή την εργασία. Τέλος τον ευχαριστώ θερμά για την υπομονή και κατανόηση του!

Ευχαριστώ τον κ. Νίκο Λουμάκη από την Άλφα Γεωργικά Εφόδια για της πληροφορίες που μου έδωσε για την απόσυρση του βρωμιούχου μεθυλίου και της νέες στρατηγικές της εταιρείας του.

Τον κ. Ραδή Βεζιρτζόγλου από το Καπνολογικό Ινστιτούτο Ελλάδας στη Δράμα που είχε όλη την καλή διάθεση και μου έστειλε αποτελέσματα από έρευνες του Ινστιτούτου.

Τον κ. Κ. Γιαννοπολίτη από το Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, για τον Οδηγό Φαρμάκων που με προμήθευσε και το χρόνο που διέθεσε για τις συζητήσεις που κάναμε.

Ευχαριστώ την κα. Δήμητρα Γκιλάθη από το Υπουργείο Ανάπτυξης και Τροφίμων για τα πρωτόκολλα και τους κανονισμούς που μου διέθεσε μα και όσους είτε με μια συζήτηση από το τηλέφωνο είτε με ένα email συνέβαλλαν στην συλλογή των πληροφοριών μου.

Τέλος ευχαριστώ τον Θοδωρή μου που χρόνια του υποσχόμουν ότι θα τελειώσω κάποια στιγμή και τις μικρές μου Όλγα και Καλλιόπη για την ησυχία που έκαναν όταν η μαμά τους ήταν στον υπολογιστή.

Καλή η ανθοκομία αλλά με κέρδισε η βρεφοκομία...

1. Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Μεταξύ φυτών και παθογόνων έχουν αναπτυχθεί διάφορες σχέσεις παρασιτισμού μέσα από την εξελικτική διαδικασία. Μεγάλος αριθμός παθογόνων (μυκήτων και βακτηρίων) ζουν στο έδαφος και παρασιτούν το ριζικό σύστημα και την περιοχή του λαιμού των καλλιεργητικών φυτών.

Αποτέλεσμα αυτού του παρασιτισμού είναι συχνά η καταστροφή του ριζικού συστήματος των φυτών με αποτέλεσμα εμφάνιση συμπτωμάτων στο υπέργειο μέρος των φυτών που σχετίζονται με την έλλειψη νερού και την κακή τροφοδοσία με ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Τα συμπτώματα αυτά εκδηλώνονται με τη μορφή χλώρωσης, μαρανσης και συχνά ημιπληγία ή αποπληξία. Μερικές φορές, σε έντονες προσβολές έχουμε και την ολική καταστροφή των φυτών.

Οι ασθένειες και τα παθογόνα που τις προκαλούν χαρακτηρίζονται γενικά σαν "εδαφογενή παθογόνα" (soil born pathogens).

Εκτός από τους μικροοργανισμούς, στο έδαφος συμπληρώνουν ολόκληρο ή μέρος του βιολογικού τους κύκλου πολλοί ζωικοί οργανισμοί (έντομα, νηματώδεις). Πολλοί από αυτούς αποτελούν σημαντικούς εχθρούς του ριζικού συστήματος των φυτών.

Έντομα που ζουν στο έδαφος και χαρακτηρίζονται σαν "έντομα εδάφους" (soil born insects) προσβάλουν το ριζικό σύστημα, την περιοχή του λαιμού και συχνά και τα κατώτερα φύλλα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση στο υπέργειο μέρος συμπτωμάτων. Εκτός των παραπάνω υπάρχουν και έντομα που προσβάλουν το υπέργειο μέρος των φυτών αλλά γεννάνε τα αυγά τους ή νυμφώνονται στο έδαφος.

Οι νηματώδεις αποτελούν επίσης μια σημαντική κατηγορία ζωικών εχθρών που προσβάλουν το ριζικό σύστημα. Σημαντικότερος είναι ο 'εξοιδηματικός των ριζών' δηλαδή για διάφορα είδη του γένους *Meloidogyne* της οικ. *Heteroderidae*, που προκαλούν ασθένειες γνωστές σαν 'κομβολογίασμα των ριζών'. Τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν χλώρωση, καχεξία, μαρασμό και συχνά ξήρανση τις περιφέρειες των φύλλων και των μεσονεύριων διαστημάτων.

Εκτός όμως των παθογόνων και εχθρών των φυτών, το έδαφος αποτελεί και το υπόστρωμα ανάπτυξης των ζιζανίων, τα οποία δεν προσβάλουν τα καλλιεργητικά φυτά αλλά αντλούν και κατά συνέπεια στερούν από τα καλλιεργούμενα φυτά, νερό και θρεπτικά στοιχεία με αποτέλεσμα να υπερτερούν αυτών επιδεικνύοντας υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης και πολλαπλασιασμού καθώς επίσης και μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Στερούν επίσης ζωτικό χώρο, φιλοξενούν ασθένειες και εχθρούς στοιχεία που οδηγούν στην ανάγκη για την αντιμετώπισή τους.

Με την εντατικοποίηση των καλλιεργειών πολλά από τα παραπάνω προβλήματα αυξάνονται γιατί το νερό και η συχνότερη χρήση λιπασμάτων ευνοούν την ανάπτυξη ζιζανίων. Αποτέλεσμα αυτών να παρουσιάζεται αυξημένη πυκνότητα των ζιζανίων και να παρατηρείται μείωση της γενετικής ποικιλομορφίας στο χώρο της καλλιέργειας ενώ στα καλλιεργούμενα φυτά να έχουμε αύξηση των προσβολών. Οι εργασίες που γίνονται στην καλλιέργεια και το διεθνές εμπόριο, όπου τα προϊόντα μα και οι ποικιλίες και τα υβρίδια που προμηθευόμαστε από οπουδήποτε στον πλανήτη κάνει πιο γρήγορη τη μετάδοση των μολυσμάτων.

Κατά συνέπεια γίνεται σαφές ότι το έδαφος χρειάζεται μια σειρά από παρεμβάσεις για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων ιδιαίτερα σε καλλιέργειες μεγάλης έντασης όπως οι θερμοκηπιακές όπου η δημιουργία και διατήρηση ευνοϊκών για τα φυτά συνθηκών ανάπτυξης είναι άκρως απαραίτητη. Η ουσιαστική και πιο αποτελεσματική λύση ώστε ταυτόχρονα με τα παραπάνω να μην ευνοηθεί και η ανάπτυξη των παθογόνων και εχθρών είναι η απολύμανση του εδάφους.

Γίνεται απαραίτητη λοιπόν κάθε 2-3 χρόνια η απολύμανση του εδάφους με ένα κατάλληλο μέσο για τη μείωση των εδαφογενών προβλημάτων. Το πιο γνωστό απολυμαντικό εδάφους είναι το βρωμιούχο μεθύλιο το οποίο αν και ιδιαίτερα αποτελεσματικό παρουσιάζει μια σειρά από περιβαλλοντικά και άλλα προβλήματα. Συγκεκριμένα η αρνητική επίδραση στη στοιβάδα του όζοντος της ατμόσφαιρας, τα υπολείμματα βρωμιούχου μεθύλιου στο έδαφος που απορροφούνται από τα φυτά και καταλήγουν στα εδάδιμα μέρη τους, η τοξικότητα στον άνθρωπο μα και στα ζώα. Άλλα προβλήματα που παρατηρούνται από την εφαρμογή του βρωμιούχου μεθύλιου είναι το έντονο βιολογικό κενό και η καταστροφή των ωφέλιμων μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό από το 1999 και με βάση τη συνθήκη του Μόντρεαλ και συγκεκριμένα την τροποποίηση του 1997, έχει ξεκινήσει μια διαδικασία απόσυρσης και αντικατάστασής του με άλλα απολυμαντικά εδάφους.

Το θέμα της απολύμανσης του εδάφους στη “μετά βρωμιούχου μεθύλιου εποχή” αποτελεί και το αντικείμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας.

2. ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΕΔΑΦΟΓΕΝΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.

Τα σημαντικότερα εδαφογενή προβλήματα αφορούν προσβολές από μύκητες εδάφους, έντομα εδάφους, νηματώδεις και ζιζάνια.

2.1 ΜΥΚΗΤΕΣ.

Οι μύκητες διέρχονται τη δυσμενή, για το βιολογικό τους κύκλο, περίοδο είτε στο εσωτερικό του ξениστή είτε σε υπολείμματα της καλλιέργειας (πεσμένα φύλλα, καρποί) σαν αδρανικοποιημένο μυκήλιο ή ανθεκτικά σπόρια με παχιά τοιχώματα. Οι σημαντικότεροι μύκητες είναι του γένους *Pythium*, του γένους *Phytophthora*, του *Rhizoctonia solani*, του *Sclerotium*, και του *Sclerotinia*.

2.1.1 Τήξεις σπορείων και φυταρίων.

Παθογόνα αίτια.

Είναι διάφορα είδη του γένους *Pythium* που ανήκουν στην Οικογένεια Pythiaceae, της Κλάσης των Ωμομυκήτων, της Τάξης των Φυκομυκήτων. Τα πιο συνηθισμένα είδη που προσβάλλουν τα κηπευτικά είναι: *P. ultimum*, *P. Debaryanum* και *P. aphanidermatum*.

Όλα τα είδη του γένους *Pythium* επιβιώνουν στο έδαφος με τη μορφή ωοσπορίων σε διάφορα φυτικά υπολείμματα. Μπορούν με τη μορφή αυτή να ζήσουν στο έδαφος 2-12 χρόνια. Τα ωοσπόρια βλαστάνουν σε συνθήκες υψηλής εδαφικής υγρασίας που διευκολύνει τη διάλυση των οργανικών ουσιών που υπάρχουν στο έδαφος. Οι οργανικές αυτές ουσίες φαίνεται πως διαδραματίζουν βασικό ρόλο στη βλάστηση των ωοσπορίων. Τα ωοσπόρια που βλαστάνουν σχηματίζουν τα σποριάγγεια, τα οποία με τη σειρά τους απελευθερώνουν τα ζωοσπόρια τα οποία φέρουν μαστίγια και μπορούν και κινούνται μέσα στο νερό. Τα παθογόνα αυτά χαρακτηρίζονται από την μεγάλη εξάρτησή τους από το νερό σε ελεύθερη μορφή, τόσο για τη δυνατότητά τους να μολύνουν όσο και για την εξάπλωσή τους. Εξαιρεση αποτελεί ο *Pythium ultimum* που μπορεί να μολύνει και σε εδάφη που δεν υπάρχει ελεύθερο νερό. Η μεταφορά κατά συνέπεια του νερού από φυτό σε φυτό ή η κατάκλιση των εδαφών διευκολύνει την μετάδοση των παθογόνων αυτών.

Ο *Pythium ultimum* αναπτύσσεται καλύτερα σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 10-15°C ενώ αντίθετα ο *P. aphanidermatum* προτιμά θερμοκρασίες πάνω από 25°C. Οι οριακές θερμοκρασίες ανάπτυξης των παθογόνων αυτών είναι αντίστοιχα 2-42°C και 5-41°C. Ο *P. myrioglym* είναι το είδος που προτιμά εδάφη με τις υψηλότερες θερμοκρασίες και συγκεκριμένα πάνω από 30°C. Έχει διαπιστωθεί ότι ενώ απαιτούνται 8-25 ώρες στους 25°C για την εκδήλωση της μόλυνσης από τα ζωοσπόρια, στους 35°C απαιτούνται μόνο 2-4 ώρες.

Συμπτώματα.

Τα παθογόνα είδη του γένους *Pythium* είναι υπεύθυνα για τις τήξεις των φυταρίων στο σπορείο και στον αγρό, τις σήψεις του λαιμού και τις νεκρώσεις των ριζών. Η προσβολή είναι δυνατόν να γίνει πριν το φύτευμα, και στην περίπτωση αυτή ο σπόρος σαπίζει. Στο

σπορείο παρατηρούνται πολλά κενά από σπόρους που δεν φύτρωσαν ενώ αν η προσβολή γίνει μετά το φύτεμα τα φυτάρια προσβάλλονται στη κεντρική τους ρίζα, στο λαιμό ή στη βάση του στελέχους. Παρατηρείται στην περίπτωση αυτή ξήρανση των κοτυληδόνων ή του πρώτου φύλλου και μείωση της διαμέτρου του λαιμού ή της βάσης του στελέχους. Ακολουθεί υγρή σήψη στις θέσεις προσβολής, τα φυτά μαραίνονται και πέφτουν στο έδαφος.

Όταν η μεταφύτευση γίνεται σε εδάφη μολυσμένα από *Pythium* spp. είναι δυνατή και προσβολή ηλικιωμένων φυτών τα οποία κιτρινίζουν και συχνά ξεραίνονται. Αν δεν ξεραθούν η παραγωγή τους είναι αισθητά μειωμένη. Οι μύκητες αυτοί είναι δυνατόν να προκαλέσουν και σήψεις καρπών στα σημεία επαφής τους με το έδαφος.

2.1.2 Σήψη ριζών – φουζαρίωση

Παθογόνο αίτιο.

Η ασθένεια αυτή προκαλείται από τον μύκητα του γένους *Fusarium* spp. (Δευτερομύκητες, Tuberculariales, Tuberculariaceae)

Το παθογόνο μπορεί να επιβιώνει στο έδαφος για πολλά χρόνια με τη βοήθεια των γλαυδοσπορίων που σχηματίζει. Η μετάδοση γίνεται με τα μάρκο και μικροκονίδια που σχηματίζονται σε έλκη στην περιοχή του λαιμού. Ο άνεμος η βροχή, τα εργαλεία και τα μολυσμένα υποστρώματα βοηθούν στην γρήγορη μετάδοση του παθογόνου. Η ασθένεια ευνοείται από υψηλή υγρασία και θερμοκρασία γύρω στους 20°C και τότε μπορεί να πάρει την μορφή επιδημίας. Δεν εκδηλώνεται σε θερμοκρασίες κάτω των 17°C και μεγαλύτερες των 35°C ενώ ευνοείται από χαμηλό pH εδάφους και από την εφαρμογή υπερβολικών αμμωνιακών λιπάνσεων.

Συμπτώματα.

Το παθογόνο μπορεί να προσβάλλει τόσο τα νεαρά όσο και τα ανεπτυγμένα φυτά. Τα νεαρά φυτά σαπίζουν στη βάση του στελέχους και σε συνθήκες υψηλής υγρασίας στα σημεία προσβολής εμφανίζεται υπόλευκη εξάνθηση που είναι οι καρποφορίες του μύκητα. Δεν είναι σπάνιος και ο μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου, ενώ συχνή είναι και η περίπτωση προσβολής των κοτυληδόνων οι οποίες πολύ γρήγορα κιτρινίζουν και μαραίνονται.

Στα ανεπτυγμένα φυτά τα χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι εκείνα της αποπληξίας ή της ημιπληξίας. Είναι δυνατόν στην οξεία μορφή της ασθένειας το προσβεβλημένο φυτό να μαραθεί απότομα μέσα σε λίγες ημέρες από την προσβολή. Μερικές φορές μπορεί να μαραθεί μόνο ένας πλάγιος βλαστός. Σπανιότερα εμφανίζεται και το σύμπτωμα του βραδέος μαρασμού. Σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται βαθμιαίο κιτρίνισμα και μαρανση αρχικά των χαμηλών φύλλων. Αν εξεταστεί προσεκτικά ένα άρρωστο φύλλο θα δει κανείς πως το κιτρίνισμα γίνεται μονόπλευρα. Με τον καιρό καταλαμβάνει ολόκληρο το φύλλο το οποίο τελικά ξεραίνεται. Η ευδιάκριτη κιτρινοπορτοκαλί ή καστανή απόχρωση των αγγείων είναι χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας. Η απόχρωση αυτή είναι εμφανής σε τομή και μπορεί να φτάσει στην κορυφή του φυτού. Στα μαραμένα φυτά πολύ συχνά εμφανίζονται οι χαρακτηριστικές καρποφορίες του μύκητα. Αυτές προσδίδουν στο προσβεβλημένο τμήμα ασπριδερή που αργότερα εξελίσσεται σε καστανή απόχρωση.

2.1.3 Βερτιτσιλλίωση

Παθογόνα αίτια

Υπεύθυνα παθογόνα είναι οι μύκητες *Verticillium dahliae* του γένους *Verticillium* spp (Δευτερομύκητες, Moniliales, Moniliaceae). Η άριστη θερμοκρασία στο έδαφος για το *Verticillium dahliae* είναι 23-25°C. Η έλλειψη ασβεστίου ή καλίου και η περίσσεια αζώτου καθιστούν τα φυτά ευαίσθητα στο παθογόνο. Την ασθένεια ευνοούν επίσης η μικρή φωτοπερίοδος και η έλλειψη φωτισμού. Η άρδευση με αλατούχα ή μαγνησιούχα νερά παρεμποδίζει την ανάπτυξη της ασθένειας.

Αναπτύσσεται καλύτερα σε χαμηλότερη τιμή pH. Μπορεί να μείνει 12-14 χρόνια στο έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται γιατί είναι πολυφάγο παθογόνο. Ύστερα πολλά φυτικά είδη είναι ξενιστές χωρίς συμπτώματα για το μύκητα αυτό. Η μακροβιότητά του εξασφαλίζεται και με τα μικροσκληρώτια που σχηματίζει.

Η διείσδυση του παθογόνου γίνεται δια μέσου των ανέπαφων ριζιδίων ή ριζών, από τα σημεία έκφυσης των ριζών ή από τις πληγές, που δημιουργούνται από διάφορους βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες. Το παθογόνο από τους μεσοκυττάριους χώρους προχωρούν στα αγγεία. Εκεί αναπαράγονται και τα κόνιδα μεταφερόμενα με το διαπνευστικό ρεύμα μολύνουν άλλα σημεία του φυτού. Η αντίδραση του φυτού στο παθογόνο είναι η δημιουργία τύλου που αποφράσσει τα αγγεία.

Η μεταφορά του παθογόνου είναι δυνατόν να γίνει με τα σπόρια που μπορεί να υπάρχουν στο θερμοκήπιο, με μολυσμένο έδαφος και νερό και με επαφή προσβεβλημένων ριζών με υγιείς. Η μετάδοση με μολυσμένο σπόρο είναι σπάνια. Όπως και πολύ σπάνια είναι η μετάδοση από τα φύλλα.

Γενικά πρέπει να τονιστεί πως η βερτιτσιλλίωση είναι μονοκλινή ασθένεια, δηλαδή σπάνια το νέο μόλυσμα είναι σε θέση να προκαλέσει νέα ασθένεια την ίδια βλαστική περίοδο. Η ανάπτυξη της ασθένειας επηρεάζεται ο σημαντικά από την θερμοκρασία του εδάφους. Η συχνή άρδευση ή το νερό της βροχής εξαιτίας της μείωσης της θερμοκρασίας του εδάφους κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου ευνοούν την ασθένεια.

Το μόλυσμα απομονώνεται από το έδαφος κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από ένα βάθος 20-30εκ. Επιπλέον σημαντική είναι η παρουσία των παθογόνων μέχρι και 50εκ βάθους.

Συμπτώματα

Στο φυτό εμφανίζονται μεσονεύριες χλωρωτικές κηλίδες στα κατώτερα φύλλα. Στη συνέχεια οι κηλίδες αυτές μεγαλώνουν και παίρνουν σχήμα V με την κορυφή προς το σημείο πρόσφυσης. Οι προσβεβλημένοι ιστοί του ελάσματος νεκρώνονται και ξεραίνονται. Δεν είναι σπάνια και η μονόπλευρη νέκρωση μέρους του μίσχου και του ελάσματος του φύλλου, που ξεκινάει από το σημείο πρόσφυσης του μίσχου.

Στα αγγεία παρουσιάζεται ελαφρός μεταχρωματισμός κίτρινου σκοτεινού χρώματος που διακρίνεται εύκολα.

2.1.4 Φυτόφθορα.

Παθογόνο αίτιο

Η ασθένεια οφείλεται σε μύκητες του γένους *Phytophthora* (Φυκομύκητες, Ωμογκήτων, Pythiaceae). Οι πιο σημαντικοί είναι: *P. capsici*, *P. parasitica*, *P. cryptogeta* κ.α

Οι ιδανικές θερμοκρασίες ανάπτυξης του *Phytophthora cryptogeta* είναι 8-33° C. Επιζεί για πολλά χρόνια στο έδαφος. Σε θερμοκρασίες 10-25° C το πότισμα στο έδαφος προκαλεί σημαντική αύξηση του μολύσματος εξαιτίας τις μεγάλης παραγωγής σποριάγγειων και απελευθέρωση πολλών ζωοσπόριων. Το παθογόνο εισέρχεται στον ξενιστή από πληγές στις ρίζες ή από τα νεαρά ριζικά τριχίδια. Η επώαση του εξαρτάται από την πυκνότητα του μολύσματος και τη θερμοκρασία του εδάφους. Η θερμοκρασία γύρω στους 20-25° C είναι η άριστη για τη μικρότερη περίοδο επώασης.

Ο *Phytophthora capsici* διατηρείται στο έδαφος για πολλά χρόνια. Διάγει σαπροφυτική ζωή στην οργανική ουσία. Είναι υδροχαρής μύκητας. Στις υδροπονικές καλλιέργειες μπορεί να προκαλέσει ανυπολόγιστες ζημιές. Είναι δυνατή η διάδοσή του και με τον αέρα. Η παρουσία νερού για την ανάπτυξη του μύκητα είναι τελείως απαραίτητη. Ο μειωμένος αερισμός του εδάφους επιδρά θετικά στην ανάπτυξη του παθογόνου. Το θερμοκρασιακό εύρος στο οποίο μπορεί να αναπτυχθεί ο μύκητας κυμαίνεται από 8-37° C. Η άριστη θερμοκρασία βρίσκεται μεταξύ 24-32° C.

Συμπτώματα

Στα σπόρια τα είδη του γένους *Phytophthora* προκαλούν τήξεις φυταρίων, ιδιαίτερα όταν οι σπόροι σπέρνονται κατευθείαν στο έδαφος. Η προσβολή των σπόρων κατά το φύτεμα δεν επιτρέπει την ανάπτυξη του φυταρίου. Οι κοτυληδόνες και τα πρώτα φύλλα καταστρέφονται. Ο λαιμός αδυνατίζει και τελικά το φυτό λιώνει και χάνεται. Αντίθετα πολλές φορές τα φυτά ξεπερνούν την ασθένεια και επιβιώνουν. Η ανάπτυξη τους είναι πολύ περιορισμένη και τα φύλλα κιτρινίζουν και ξεραίνονται.

Μεγάλες είναι οι ζημιές που προκαλούν στα φυτά κατά την μεταφύτευση. Τα ηλικιωμένα φυτά μπορούνε επίσης να προσβληθούν στο λαιμό ιδιαίτερα όταν υπάρχει στη θέση αυτή πολύ υγρασία. Ένα μεγάλο μέρος των ριζών μπορεί να καταστραφεί καθώς και εναέρια τμήματα του φυτού και καρποί.

2.1.5 Ριζοκτονία

Παθογόνο αίτιο

Το υπεύθυνο παθογόνο είναι μύκητας *Rhizoctonia solani* (Δευτερομύκητες, Mycelia, Sterilia). Διατηρείται στο έδαφος με τη μορφή μυκηλίου και σκληρώτιον. Το βάθος στο οποίο αναπτύσσεται ποικίλει. Συνήθως συναντιέται κατά μεγάλο ποσοστό σε βάθος 0-15cm. Αναπτύσσεται εξίσου στα υγρά και ξερά εδάφη. Μεταδίδεται κυρίως με το μυκήλιο. Τα σκληρώτια μπορεί να παραμείνουν ζωντανά ακόμα και σε ξηρό έδαφος πάνω από 5 χρόνια. Υπάρχουν στελέχη του μύκητα που αναπτύσσονται σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας 15-35° C

και άλλα σε πιο στενό. Οι ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη του μύκητα κυμαίνονται μεταξύ των 15-26°C.

Η τέλεια μορφή του εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ή στα σημεία προσβολής των στελεχών που βρίσκονται κοντά στο έδαφος. Σε εδάφη με πολύ οργανική ουσία διάγει σαπροφυτική ζωή.

Συμπτώματα

Προσβάλλει εξίσου τα νεαρά και τα ηλικιωμένα φυτά. Το παθογόνο είναι σε θέση να προκαλέσει προφυτρωτική τήξη και να καταστρέψει τους σπόρους. Στα φυτάρια προκαλεί στο λαιμό τους χαρακτηριστικά καστανοκόκκινα έλκη. Πολλές φορές τα φυτάρια αυτά πέφτουν στο έδαφος και πεθαίνουν. Στο ριζικό σύστημα προκαλεί νέκρωση των ριζικών τριχιδίων. Συχνά παρατηρείται στις ρίζες σκοτεινή απόχρωση. Στην επιφάνεια τους ενίοτε εμφανίζονται ρωγμές φελλοποιημένες και νεκρώσεις κατά θέσεις. Ένα καλά εξασκημένο μάτι μπορεί να διακρίνει στις προσβεβλημένες ρίζες το χαρακτηριστικό σκοτεινόχρωμο μυκήλιο του μύκητα. Στο λαιμό και στη βάση του στελέχους πολλές φορές προκαλούνται χαρακτηριστικές φελλοποιημένες σκοτεινόχρωμες σήψεις. Είναι δυνατή η προσβολή του στελέχους και σε ψηλότερα σημεία. Στη περίπτωση αυτή παρατηρείται επιμήκης κοκκινωπή επιφανειακή αλλοίωση.

Στους καρπούς και ιδιαίτερα στα σημεία επαφής τους με το έδαφος το παθογόνο προκαλεί σκούρες βαθιές κηλίδες με περιφερειακές αποσχίσεις της επιδερμίδας. Κοντά στις αποσχίσεις διακρίνεται το χαρακτηριστικό μυκήλιο του μύκητα.

2.1.6 Σκληρωτινίαση

Παθογόνο αίτιο

Η σκληρωτινίαση προκαλείται κυρίως από τον *Sclerotinia sclerotiorum* των σημαντικότερο μύκητα του γένους *Sclerotinia* των Ασκομυκήτων (Δισκομύκητες, Helotiales). Ο *Sclerotinia sclerotiorum* είναι πολυφάγο παθογόνο. Το μεγαλύτερο ποσοστό έδαφος σε βάθος 5-15 cm. Διαιρείται στο έδαφος με τη μορφή σκληρώτιων για πολλά χρόνια. Τα σκληρώτια με διάμετρο πάνω από 1cm σε κατάλληλες συνθήκες βλαστάνουν και δίνουν μολυσματικό μυκήλιο ή αποθήκια. Το μολυσματικό μυκήλιο παράγεται μόνο εφόσον τα σκληρώτια βρίσκονται κοντά σε ευπαθή φυτά. Διαφορετικά οι μυκηλιακές υφές εξέρχονται από την επιφάνεια του εδάφους και σχηματίζουν τα κιτρινοκαστανωπά αποθήκια με διάμετρο 0,5-1mm. Είναι τα όργανα εγγενούς αναπαραγωγής στα οποία σχηματίζονται οι ασκοί. Κάθε ασκός περιέχει 8 ασκοσπόρια που όταν ωριμάσουν απελευθερώνονται και διασκορπίζονται με τον αέρα σε μεγάλες αποστάσεις. Όταν τα ασκοσπόρια βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες και κοντά σε ευαίσθητους ξενιστές προκαλούν τις πρώτες μολύνσεις. Μπορεί να διατηρηθεί και με τη μορφή μυκηλίου σε διαφορετικά φυτικά υπολείμματα, που εγκαταλείπονται στο έδαφος. Η μετάδοση της ασθένειας γίνεται με τα σκληρώτια και τα ασκοσπόρια. Τα πρώτα βοηθούν τη μετάδοση στο έδαφος. Τα ασκοσπόρια στην ατμόσφαιρα.

Ο μύκητας κατά κανόνα ευνοείται από χαμηλές θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 15-18° C. Η ελάχιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του είναι 5° C και η μέγιστη 30° C. Η υψηλή υγρασία ευνοεί επίσης την ανάπτυξη του παθογόνου. Θερμοκρασίες 15-25° C και υψηλή υγρασία ευνοούν το σχηματισμό αποθήκιων και σκληρώτιων. Πρέπει επίσης να σημειωθεί

πως για να σχηματιστούν τα αποθήκια χρειάζεται μια περίοδος χαμηλών θερμοκρασιών για να διακοπεί ο λήθαργος.

Εδάφη ελαφρά και πλούσια σε οργανική ουσία ευνοούν το παθογόνο. Είναι πολύ ευαίσθητο στο CO₂. Γι' αυτό αναπτύσσεται στα επιφανειακά εδαφικά στρώματα όπου η περιεκτικότητα σε CO₂ είναι μικρή.

Αν στο θερμοκήπιο, που δεν αερίζεται καλά, η θερμοκρασία παραμένει για μερικές συνεχόμενες μέρες κάτω από 20° C η ασθένεια εκδηλώνεται με μεγάλη συχνότητα.

Συμπτώματα

Το παθογόνο *Sclerotinia sclerotiorum* μπορεί να προσβάλλει τα φύλλα, τα στελέχη, καρπούς και έλικες. Οι μεγαλύτερες ζημιές παρατηρούνται στο στέλεχος και τους καρπούς. Στο στέλεχος εμφανίζονται σκοτεινόχρωμες περιοχές που γρήγορα σαπίζουν. Με ευνοϊκές συνθήκες αναπτύσσονται με τη μορφή βαμβακιού οι μυκηλιακές υφές του μύκητα που καλύπτουν την ζώνη προσβολής. Στη συνέχεια αποσυντίθεται η εντεριόνη και μένουν μόνο οι ξυλώδεις ίνες. Αν η προσβολή περιζώσει το στέλεχος το φυτό καταρρέει πολύ σύντομα.

Πολύ χαρακτηριστικές είναι η σταγόνες σκουροκιτρινόχρωμου κόμματος που σχηματίζονται πάνω στο βαμβακώδες μυκήλιο. Από τους καρπούς προσβάλλονται εκείνοι που βρίσκονται στα χαμηλότερα τμήματα ή σε επαφή με το έδαφος. Εμφανίζονται οιδηματώδεις μαλακές περιοχές που γρήγορα καλύπτονται από μαλακό μυκήλιο.

Με κατάλληλες συνθήκες μπορεί να προσβληθούν και τα φύλλα. Σε αυτά σχηματίζονται στην αρχή υδαρείς κηλίδες που γρήγορα καλύπτονται από το βαμβακώδες μυκήλιο. Προσβολές επίσης διαπιστώθηκαν στους έλικες και στα σημεία των τομών κλαδέματος ή συλλογής των καρπών.

2.2 ENTOMA

Έντομα εδάφους χαρακτηρίζονται τα έντομα των οποίων οι προνύμφες διαβιούν στο έδαφος, έχουν νυκτόβια ήθη και προσβάλλουν κυρίως τα υπόγεια μέρη των καλλιεργούμενων φυτών. Η προσβολή γίνεται συνήθως αντιληπτή από τα μικροκενά που εμφανίζονται στη φυτεία και με την εξέταση, μετά από εκρίζωση, των υπόγειων οργάνων των φυτών.

2.2.1 Σιδηροσκώληκες

Οι σιδηροσκώληκες είναι προνύμφες του γένους *Agriotes* της οικογένειας Elateridae των Κολεοπτέρων και είναι τα είδη *Agriotes lineatus* και *Agriotes obscurus*.

Οι προνύμφες είναι ευκέφαλες ολιγόποδες, ελατερόμορφες, μήκους 20-40mm, χρώματος κιτρινέρυθρου ή καστανού. Τα ακμαία έχουν μήκους 8-10mm, χρώμα καστανό, με έλυτρα ραβδωτά. Φέρουν χαρακτηριστική προστερνική απόφυση με την οποία όταν βρεθούν ανάποδα επανέρχονται εκτινασσόμενα στην αρχική τους θέση.

Βιολογία και ήθη.

Οι σιδηροσκώληκες συμπληρώνουν 1 γενεά ανά 2 έτη. Τα θηλυκά γενούν σε υγρές θέσεις στο έδαφος σε τρύπες βάθους 1-2cm όπου εναποθέτουν 5-6 αυγά. Αν δεν υπάρχει υψηλή εδαφική υγρασία τα αυγά καταστρέφονται εσωτερικά αφήνοντας άθικτα τα τοιχώματά τους.

Συχνά προσβάλλουν το λαιμό και το στέλεχος αποκόπτοντάς το. Το χειμώνα κινούνται σε βαθιά στρώματα εδάφους όπου διαχειμάζουν. Σε περιοχές με ήπιο χειμώνα οι προνύμφες παραμένουν δραστήριες και μπορεί να παρατηρηθεί και χειμερινή προσβολή. Την επόμενη άνοιξη επαναδραστηριοποιούνται ανερχόμενες στα ανώτερα στρώματα κατασκευάζοντας νυμφικό κελί από χώμα. Τα ακμαία εξέρχονται το καλοκαίρι και δεν προκαλούν ζημιές όπου διαχειμάζουν και γεννούν την επόμενη άνοιξη.

2.2.2 Ασπροσκώληκες

Οι ασπροσκώληκες είναι προνύμφες της οικογένειας *Scarabaeidae* των Κολεοπτέρων και είναι κυρίως το είδος *Melolontha melolontha*.

Οι προνύμφες είναι μήκους 20-40mm ευκέφαλες ολιγόποδες με καλά ανεπτυγμένη κεφαλή, ισχυρές γνάθους, σώμα σαρκώδες κυρτωμένο, χρώματος υπόλευκου έως λευκοκίτρινου. Τα ακμαία φέρουν ελασματοειδείς κεραίες, τα πρόσθια πόδια είναι ορυκτικού τύπου και τα έλυτρα συνήθως δεν καλύπτουν ολόκληρη την κοιλιά.

Βιολογία και ήθη

Οι ασπροσκώληκες συμπληρώνουν συνήθως 1 γενεά ανά 2-4 χρόνια. Τα θηλυκά γεννούν τα αυγά τους σε μικρές ομάδες στο έδαφος. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται αρχικά τρέφονται από διάφορες αποσυντεθειμένες οργανικές ύλες και αργότερα προβάλλουν και κατατράγουν τις ρίζες και τα υπόγεια όργανα του φυτού. Μόλις συμπληρώσουν την ανάπτυξη τους

κατασκευάζουν νυμφικό κελί στο έδαφος όπου και νημφώνονται. Τα ακμαία εμφανίζονται στο τέλος της άνοιξης και προσβάλουν το υπέργειο τμήμα του φυτού το οποίο συχνά σκελετοποιούν. Μετά τη σύζευξη γεννούν τα αυγά τους στο έδαφος επιλέγοντας κατά προτίμηση ελαφρά όχι πολύ ψυχρά και μέτριας υγρασίας εδάφη.

2.2.3 Αγροτίδες

Οι αγροτίδες είναι διάφορα είδη *Agrotis* της οικογένειας *Noctuidae* των Λεπιδοπτέρων. Πρόκειται για προνύμφες μήκους 35-40mm, είναι ευκέφαλες πολύποδες, με σώμα λείο, άτριχο, σκούρου χρώματος, με ασαφείς σκοτεινόχρωμες ταινίες και όταν ενοχληθούν συστρέφονται χαρακτηριστικά σπειροειδώς. Τα ακμαία έχουν άνοιγμα πτερυγίων 40-45mm. Οι πρόσθιες πτέρυγες είναι καστανές με χαρακτηριστικές κηλίδες και ταινίες και οι οπίσθιες είναι λευκές ή φαιοκίτρινες.

Βιολογία και ήθη

Οι αγροτίδες συμπληρώνουν 1-2 γενεές ανά έτος. Τα θηλυκά εναποθέτουν μεγάλο αριθμό αυγών μεμονωμένα ή ανά μονάδες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή στη βάση των στελεχών καλλιεργούμενων ή αυτοφυών φυτών. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται προσβάλουν κατά την νύχτα τα υπόγεια μέρη του φυτού, το λαιμό και τα κατώτερα φύλλα και τη μέρα κρύβονται στο έδαφος κάτω από τα φυτικά υπολείμματα ή σβώλους χώματος. Συχνά αποκόπτουν το στέλεχος νεαρών φυταρίων στο ύψος του λαιμού προκαλώντας την αποξήρασή τους. Το φθινόπωρο οι προνύμφες μόλις συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους χώνονται στο έδαφος όπου και διαχειμάζουν στο στάδιο της προνύμφης ή της νύμφης.

2.2.4 Γρυλλοτάλα

Η γρυλλοτάλα ή κρεμμυδολόγος (*Gryllotalpa gryllotalpa*) ανήκει στην οικογένεια *Gryllotalpidae* των Ορθοπτέρων. Το ακμαίο έχει μήκος 50-60mm, χρώμα ξανθό-γαιώδες. Τα μπροστινά του πόδια είναι ορυκτικού τύπου, τα μεσαία βαδιστικού και τα οπίσθια πηδητικού τύπου. Στην κοιλιά το θηλυκό φέρει ζεύγος μακρών κέρκων.

Βιολογία και ήθη

Η γρυλλοτάλα συμπληρώνει 1 γενεά ανά 2 έτη. Τα θηλυκά γεννούν τα αυγά τους την άνοιξη στο έδαφος μέσα σε κοιλότητες βάθους 20cm. Μετά την εκκόλαψη των αυγών το θηλυκό πεθαίνει. Το φθινόπωρο οι νύμφες 3^{ης} ηλικίας ορύσσουν βαθιά στο έδαφος στοές όπου και διαχειμάζουν. Την άνοιξη επαναδραστηριοποιούνται, συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους και αργά το καλοκαίρι, αφού υποστούν τρεις ακόμα εκδύσεις, εμφανίζονται τα ακμαία. Τα ακμαία διαχειμάζουν εκ νέου την επόμενη άνοιξη και συνέρχονται προς αναπαραγωγή. Η γρυλλοτάλα προτιμά εδάφη οργωμένα, υγρά και πλούσια σε οργανική ουσία. Προσβάλλει τα υπόγεια κυρίως μέρη του φυτού κατά τη νύχτα και η παρουσία της γίνεται αντιληπτή από τα μικροκενά που προκαλούνται στη φυτεία και από τις εξωτερικές σπές των στοών της.

2.3 ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Πρόκειται για εκτοπαρασιτικούς, ενδοπαρασιτικούς ή ημιενδοπαρασιτικούς νηματώδεις που ζουν στο έδαφος και προσβάλλουν το ριζικό σύστημα των φυτών. Συνήθως ανευρίσκονται μέχρι βάθους 40cm από την επιφάνεια του εδάφους, αν και συχνά αυτό εξαρτάται από το βάθος που αναπτύσσονται οι ρίζες των φυτών ξενιστών.

2.3.1. Νηματώδης ο εξοιδηματικός των ριζών.

Πρόκειται για τον *Meloidogyne incognita* της οικογένειας Heteroderidae. Ο νηματώδης παρουσιάζει έντονο γενετικό διμορφισμό. Τα άρρενα είναι επιμήκη, κυλινδρικά, σκωληκόμορφα και μήκους 1-1,5mm. Τα θηλυκά έχουν σχήμα απιόμορφο ή σφαιρικό διαστάσεων 0,5-1,5*0,3-0,8mm, με προεξέχοντα λαιμό και χρώμα κίτρινο έως καστανό. Οι νύμφες είναι σκωληκόμορφες, μήκους 0,4-0,5mm.

Βιολογία και ήθη

Οι νύμφες του 2^{ου} σταδίου εκκολάπτονται στο έδαφος, εισέρχονται στο ακραίο και τρυφερό τμήμα των ριζιδίων και αρχίζουν να αυξάνουν σε μέγεθος τρεφόμενες εις βάρος των φυτικών ιστών. Τα άρρενα, μετά από 2-3 εβδομάδες, υφίστανται 3 εκδύσεις, μεταμορφώνονται σε τέλεια άτομα εγκαταλείπουν το φυτό και ζουν ελεύθερα στο έδαφος. Αντίθετα, οι νύμφες που θα εξελιχθούν σε θηλυκά άτομα αυξάνουν σε διαστάσεις παίρνουν σχήμα απιόμορφο ή σφαιρικό και παραμένουν προσκολλημένες στην ίδια θέση. Για την αναπαραγωγή του γένους *Meloidogyne* δεν είναι πάντα απαραίτητη η σύζευξη και συχνά τα θηλυκά γεννούν παρθενογενετικά.

Τα ώριμα θηλυκά λίγο πριν την ωοτοκία εκκρίνουν μια πηκτωματώδη ή ζελατινώδη ουσία σχηματίζοντας ένα ωόσακκο με τρόπο ώστε να προεξέχει της επιδερμίδας των ριζών μέσα στον οποίο γεννούν 500 αυγά. Για την εκκόλαψη των αυγών είναι απαραίτητη η ύπαρξη υψηλής υγρασίας και η νεαρές νύμφες επιδεικνύουν αντοχή στην χαμηλή θερμοκρασία και στην έλλειψη τροφής για αρκετούς μήνες. Η διάδοση των νηματωδών γίνεται με το νερό άρδευσης και το πολλαπλασιαστικό υλικό.

Συμπτώματα

Τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν χλώρωση, καχεξία, μαρασμό και συχνά ξήρανση της περιφέρειας των φύλλων και των μεσονεύριων διαστημάτων κυρίως σαν αποτέλεσμα έλλειψης νερού. Στις ρίζες και κυρίως στα ριζικά τριχίδια παρατηρούνται εξογκώματα διαφόρων μεγεθών τα οποία αποτελούνται από γιγαντιαία κύτταρα ή κυνοκύτταρα και ο σχηματισμός πολλών πλάγιων ριζών.

2.3.2. Προσβολές από τα είδη του γένους *Heterodera*

Πρόκειται για διάφορα είδη του γένους *Heterodera* της οικογένειας Heteroderidae που σχηματίζουν κύστες και προκαλούν σοβαρές ασθένειες στα κηπευτικά.

Τα αρρενα άτομα είναι παρόμοια με τα άτομα με αυτά του γένους *Meloidogyne* ενώ τα θηλυκά είναι απιοειδή, λεμονοειδή ή σφαιρικά, χρώματος λευκού έως υποκίτρινου και διαστάσεων 0,5-0,7x4-5mm. Οι νύμφες είναι επιμήκεις, μεγέθους 0,4-0,6mm. Μετά το θάνατο τους τα θηλυκά μετατρέπονται σε λεμονοειδείς ή σφαιρικές κύστες, χρώματος καστανού που στην επιφάνειά τους φέρουν χαρακτηριστικά για το κάθε είδος, στίγματα, επάρματα ή κηλίδες.

Βιολογία και ήθη

Και εδώ παρόμοια με αυτά του γένους *Meloidogyne* με τη διαφορά ότι το θηλυκό γεννά τα αυγά μέσα στο σώμα του, το περίβλημα του σκληρύνεται και μετά το θάνατό του μετατρέπεται σε ανθεκτική κύστη. Τα αυγά εκκολάπτονται το επόμενο ή τα επόμενα έτη, όλα μαζί ή σταδιακά εφ' όσον υπάρχει κοντά ο κατάλληλος ξενιστής. Οι κύστες είναι πολύ ανθεκτικές και μπορεί να διατηρηθούν στο έδαφος συχνά για περισσότερο από 10 χρόνια.

Συμπτώματα

Και εδώ συναντάμε παρόμοια με των *Meloidogyne* με τη διαφορά ότι αν και σχηματίζονται γιγαντιαία κύτταρα δεν παρατηρούνται εξογκώματα αλλά οι ρίζες εμφανίζουν εικόνα γενικής καταστροφής. Πάνω στις ρίζες συνήθως διακρίνονται εύκολα, ακόμα και με γυμνό μάτι, οι κύστες του νηματώδους.

2.4. ZIZANIA

Με τον όρο 'ζιζάνια' εννοούμε κάθε φυτό που φυτρώνει σε εδάφη καλλιεργειών, παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών. Ο βιολογικός κύκλος ενός ζιζανίου μπορεί να διακριθεί σε τέσσερα στάδια: του σπόρου, του φύτρου, του φυτάριου και της ανθοφορίας-σποροπαραγωγής. Ανάλογα με τη χρονική διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, τα ζιζάνια, διακρίνονται σε ετήσια, διετή και πολυετή.

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα καλλιεργούμενα φυτά κυρίως για τα θρεπτικά συστατικά και το νερό αλλά επίσης και το φως και το διοξείδιο του άνθρακα, με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης και την υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Ορισμένα από τα ζιζάνια επηρεάζουν όμως και έμμεσα τα καλλιεργούμενα φυτά αφού είναι ξενιστές εντόμων, μυκήτων και ιών που προσβάλλουν τα φυτά. Επομένως η αποτελεσματική αντιμετώπισή τους αποτελεί βασική προϋπόθεση για να είναι αποδοτική και επικερδής η θερμοκηπιακή καλλιέργεια.

Τα ζιζάνια που απαντώνται συχνότερα στα θερμοκήπια είναι τα ετήσια:

Amaranthus spp., *Chenopodium album*, *Conyza* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Galinsoga parviflora*, *Poa annua*, *Portulaca oleracea*, *Setaria* spp., *Solanum nigrum*, *Stellaria media*, *Veronica* spp. και *Urtica* spp.,

και τα πολυετή: *Cynodon dactylon*, *Ecballium elaterium*, *Cyperis* spp., και *Convolvulus arvensis*.

3. ΟΙ ΜΕΧΡΙ ΤΩΡΑ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι αντιμετώπισης των εδαφογενών παθογόνων είναι με την ηλιοαπολύμανση που αποτελεί ένα φυσικό τρόπο με την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και η χρήση χημικών απολυμαντικών εδάφους (βρωμιούχο μεθύλιο).

3.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.

3.1.1. Ηλιοαπολύμανση.

Η ηλιοαπολύμανση είναι μέθοδος που στηρίζεται στην αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους με τη χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας με σκοπό τη θανάτωση σημαντικού μέρους του πληθυσμού των εδαφογενών παθογόνων.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στο Ισραήλ και δοκιμάστηκε πειραματικά στην Ιταλία εναντίον του παθογόνου *Pyrenochaeta lycopersici* που προκαλεί την ασθένεια "φελλώδης ή καστανή σηψιρρίζια" της τομάτας σε υπαίθριες καλλιέργειες και σε θερμοκήπια με κάλυψη από πλαστικό και γυαλί. Η άνοδος της θερμοκρασίας του εδάφους ήταν αισθητή και στις τρεις αυτές περιπτώσεις, αλλά μόνο στην περίπτωση των γυάλινων θερμοκηπίων τα αποτελέσματα κρίθηκαν ικανοποιητικά.

Ποτισμένο έδαφος (κοντά στον κορεσμό του) καλύπτεται με φύλλο πλαστικού το οποίο παραχώνεται περιμετρικά και εκτίθεται για μεγάλο χρονικό διάστημα (1-2 μήνες στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται φτάνουν συνήθως το επίπεδο των 50-55° C, και μέχρι το βάθος των 10-25 cm. Το αποτέλεσμα είναι μία ήπια "παστερίωση" του εδάφους και στο περιβάλλον που θα αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα των φυτών. Θανατώνονται δηλαδή πολλοί παθογόνοι μικροοργανισμοί, χωρίς να καταστρέφονται άλλοι ωφέλιμοι. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται ισορροπία στο περιβάλλον της ριζόσφαιρας που διασφαλίζει την ανάπτυξη της καλλιέργειας, ενώ παράλληλα αποφεύγονται οι αρνητικές συνέπειες που επιφέρει η ταυτόχρονη θανάτωση όλων των ωφέλιμων και βλαβερών μικροοργανισμών (βιολογικό κενό).

Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της ηλιοαπολύμανσης είναι η απομάκρυνση όλων των υπολειμμάτων από τις προηγούμενες καλλιέργειες. Συνίσταται να ξεκινά αμέσως μετά το καθάρισμα της παλιάς καλλιέργειας, οπότε οι παθογόνοι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε πλήρη δραστηριότητα. Το έδαφος πρέπει να προετοιμαστεί καλά, δηλαδή να είναι ισοπεδωμένο, ψιλοχωματισμένο και με αρκετή υγρασία. Όσο περισσότερο υγρό είναι το έδαφος τόσο καλύτερα τα αποτελέσματα της ηλιοαπολύμανσης. Γι' αυτό συνίσταται καλό πότισμα, μέχρι κορεσμού, πριν την κάλυψη του εδάφους με το φύλλο πλαστικού. Ως γνωστό, το νερό έχει πολύ μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από τον αέρα και κατά συνέπεια η περίσσεια υγρασία διευκολύνει τη διείσδυση και την μετάδοση της θερμότητας στο έδαφος. Επί πλέον η παρουσία υγρασίας διευκολύνει τη δραστηριοποίηση μολυσμάτων των παθογόνων μικροοργανισμών και τη βλάστηση ζιζανίων. Τέλος ξεκινώντας με υψηλά επίπεδα υγρασίας δεν κινδυνεύουμε να ξεραθεί το χώμα μέχρι το τέλος της εφαρμογής.

Το χωράφι οργώνεται και φρεζάρεται ώστε να ισορροπηθεί και να γίνει ψιλοχωματισμένο στην επιφάνεια του και έτσι να εφάπτεται το πλαστικό καλύτερα στην εδαφική επιφάνεια και να μη μείνει κάτω από αυτό μεγάλο στρώμα αέρα που είναι δυσθερμαγωγό. Το έδαφος πρέπει να είναι απαλλαγμένο από συνεκτικούς σβώλους και μεγάλες πέτρες επειδή η παρουσία τους όχι μόνο δεν επιτρέπει την ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο έδαφος αλλά υπάρχει κίνδυνος ακόμα και να καεί ή να τρυπήσει το πλαστικό στα σημεία επαφής με τις πέτρες και να μειώσει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

Το κλείσιμο του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της μεθόδου δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Το πλαστικό κάλυψης του εδάφους πρέπει να εφάπτεται σχεδόν της επιφάνειας του εδάφους, να αντέχει στην φωτοχημική παλαιώση, να μην σχηματίζει σταγόνες και να μην προσελκύει σκόνες. Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία διακένων μεταξύ του πλαστικού και του εδάφους γιατί λειτουργεί ανασχετικά στη μεταφορά θερμότητας στο έδαφος. Τα πλαστικά πρέπει να παραχώνονται περιφερειακά με ένα αυλάκι βάθους 15-20 εκ. Οποιαδήποτε τρύπα στο πλαστικό μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου αφού ακάλυπτο μέρος που δεν απολυμαίνεται θα είναι φορέας πλήθους μικροβίων στην καλλιέργεια.

Το πλαστικό πρέπει να είναι διαφανές και καθαρό ώστε να έχει μεγάλη περατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Πρέπει να σημειωθεί ότι το μαύρο πλαστικό είναι ακατάλληλο για ηλιοαπολύμανση για το λόγο ότι απορροφάει αλλά και ταυτόχρονα δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία και δεν την αφήνει να προχωρήσει σε βαθύτερα στρώματα.

Η διάρκεια κάλυψης του εδάφους πρέπει να είναι τουλάχιστον για 4 εβδομάδες, όσο περισσότερο τόσο καλύτερα. Στις ελληνικές συνθήκες κάλυψης του εδάφους το καλοκαίρι για 4-8 εβδομάδες ελέγχει ικανοποιητικά τα παθογόνα, τα ζιζάνια και πολλούς νηματώδεις στα αβαθή εδάφη.

Η ερμηγεία που δίνεται είναι ότι η ηλιοαπολύμανση λειτουργεί με την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους και θανατώνει τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Με την αποσύνθεση αυτών αλλά και της οργανικής ουσίας στο έδαφος παράγονται διάφορα αέρια (όπως μονοξειδία και διοξειδία του άνθρακα του αζώτου και άλλα) τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν ένα ασφυκτικό περιβάλλον που δηλητηριάζει τους εναπομείναντες παθογόνους μικροοργανισμούς. Αν χρησιμοποιηθεί στην ηλιοαπολύμανση απλό φύλλο πολυαιθυλένιο τα αέρια αυτά διαφεύγουν, λόγω του μεγάλου πορώδους. Με τα αδιαπέρατα φύλλα όμως διασφαλίζεται η συγκράτηση των αερίων κάτω από το φύλλο και επομένως επιτυγχάνεται η δευτερογενής θανάτωση των μικροοργανισμών.

Συμπερασματικά η αποτελεσματικότητα της ηλιοαπολύμανσης έγκειται σε τρεις βασικούς τρόπους δράσης:

A) Θερμική δράση. Με τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται συνήθως στο έδαφος κατά την ηλιοαπολύμανση έχει αποδειχθεί ότι στα όργανα αναπαραγωγής πολλών επικίνδυνων παθογόνων που προκαλούν ασθένειες (π.χ. ανδρομυκώσεις ή συψηριζίες) υφίστανται σημαντικές ζημιές. Ταυτόχρονα τα παθογόνα καθίστανται ιδιαίτερα ευάλωτα σε παράσιτα και ανταγωνιστές τους, που αντέχουν περισσότερο σε υψηλές θερμοκρασίες.

B) βιολογική δράση. Περιορισμός της μυκόστασης: έχει πλέον αποδειχθεί ότι η ηλιοαπολύμανση διακόπτει το λήθαργο και ευνοεί τη βλάστηση των οργάνων αναπαραγωγής πολλών παθογόνων χωρίς την παρουσία του φυτού. Αυτή η βλάστηση αποστέλλεται και τελικά σταματά και τα παθογόνα καταστρέφονται. Άρα υπάρχουν λιγότερες προσβολές στα

φυτά και τις καλλιέργειες. Επίσης προάγει το φύτευμα ζιζανίων, τα οποία στη συνέχεια εμφανίζονται στην επιφάνεια του εδάφους και νεκρώνονται κάτω από το πλαστικό.

Επίσης η κάλυψη του εδάφους με πλαστικό και κατά συνέπεια ο περιορισμένος αερισμός και οι ιδιαίτερες υδροθερμικές συνθήκες που δημιουργούνται προκαλούν βαθιές μεταβολές στη σύνθεση του αέρα του εδάφους. Αυτό έχει σα συνέπεια τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων αερίων CO₂, C₂H₄ που είναι σε θέση να επηρεάσουν τις οικολογικές ισορροπίες του εδάφους και τα φυτοπαθογόνα που βρίσκονται στο έδαφος.

Οι ανταγωνιστές των φυτοπαθογόνων βρίσκουν πρόσφορο έδαφος δράσης με την ηλιοαπολύμανση, με συνέπεια να παρασιτούν όχι μόνο τα ήδη υπάρχοντα στο έδαφος εξασθενημένα φυτοπαθογόνα αλλά και αυτά που εισάγονται μετά την ηλιοαπολύμανση με αποτέλεσμα την μακροχρόνια επίδραση της στις καλλιέργειες που θα εγκατασταθούν στη συνέχεια.

Γ) βιοχημική αντίδραση. Η ηλιοαπολύμανση κρατά σε χαμηλά επίπεδα τον αριθμό των μικροοργανισμών της ριζόσφαιρας που δεν θεωρούνται από τους πιο επικίνδυνους αλλά είναι σίγουρα σε θέση να ζημιώσουν το ριζικό σύστημα.

Βάση μετρήσεων και πειραμάτων έχει βρεθεί ότι η ηλιοαπολύμανση επιδρά θετικά στην απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων στη ριζόσφαιρα και εξασφαλίζεται στο φυτό άζωτο, φώσφορο, σίδηρο και άλλα θρεπτικά στοιχεία.

Η ηλιοαπολύμανση παρουσιάζει κάποια βασικά **πλεονεκτήματα** έναντι των άλλων μεθόδων απολύμανσης, όπως:

- Έχει χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με άλλη μέθοδο.
- Τα μέσα και η τεχνική είναι απλά και εύχρηστα..
- Δεν είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο και για το περιβάλλον.
- Εξασφαλίζεται η βιολογική ισορροπία στο έδαφος και η επιβίωση των ανταγωνιστών των παθογόνων, με αποτέλεσμα τη μακροχρόνια ευνοϊκή επίδραση στις καλλιέργειες που εγκαθίστανται στο έδαφος μετά την ηλιοαπολύμανση. Έχει διαπιστωθεί σε διάφορες χώρες, σε διαφορετικές ασθένειες και διαφορετικές καλλιέργειες η καταπολέμηση των παθογόνων και η αύξηση της παραγωγής δεν αφορούν μόνο τον πρώτο χρόνο αλλά το δεύτερο και τον τρίτο.
- Επιφέρει σημαντική αύξηση παραγωγής.

Παρουσιάζει όμως και **μειονεκτήματα** όπως:

- Το έδαφος πρέπει να μείνει χωρίς καλλιέργεια για τουλάχιστον ένα μήνα.
- Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στους νηματώδεις, σε ορισμένα παθογόνα και σε ορισμένα ζιζάνια είναι πολύ μικρή όπως στους μύκητες *Fusarium oxysporum*, στους νηματώδεις του γένους *Meloidogyne*, ζιζάνια όπως την *Cyperous esculentum*.

3.1.2. Απολύμανση με ατμό.

Μια μέθοδος παλιά που εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια σε βόρειες χώρες, αποτελεί μια οικολογική λύση με αξιόπιστα αποτελέσματα.

Η απολύμανση του εδάφους με ατμό γίνεται με διοχέτευση σε αυτό ζεστού ατμού ή ζεστού ατμού και αέρα. Η μέθοδος βασίζεται στο θερμικό θάνατο των εχθρών, παθογόνων και ζιζανίων στο έδαφος. Στερείται εκλεκτικότητας και ως εκ τούτου σκοτώνει όλους τους μικροοργανισμούς, ωφέλιμους και μη, αδιάκριτα. Μειονέκτημα είναι το μεγάλο κόστος εφαρμογής και ότι δημιουργεί τελειότερο 'βιολογικό κενό' σε σχέση με τα απολυμαντικά εδάφους. Οι κίνδυνοι επομένως από απαναμολύνσεις είναι μεγαλύτεροι. Με την εξόντωση των νιτροποιητικών βακτηρίων μειώνει κατά κάποιο τρόπο και την γονιμότητα του εδάφους.

Η ευαισθησία των διαφόρων παθογόνων στη θερμοκρασία διαφέρει ανάλογα με το είδος και την κατηγορία. Οι νηματώδεις είναι οι πιο ευαίσθητοι. Ακολουθούν οι μύκητες, τα έντομα, τα βακτήρια και οι ιοί.

Στη θερμοκρασία των 71°C, σχεδόν όλα τα παθογόνα βακτήρια, μύκητες και ιοί των φυτών καταστρέφονται. Ακόμα στους 79°C καταστρέφονται και οι περισσότεροι σπόροι ζιζανίων.

Τα ζιζάνια κατατάσσονται ανάμεσα στα βακτήρια και τους ιούς. Φαίνεται πως τα περισσότερα παθογόνα καταστρέφονται στη θερμοκρασία των 70°C και για 30 λεπτά (Baker και Cook 1982). Ορισμένοι φυτοπαθογόνοι ιοί, και ακτινομύκητες καταστρέφονται στους 100 και 90° C αντίστοιχα. Στη θερμοκρασία αυτή επιβιώνουν πολλοί ανταγωνιστές μικροοργανισμοί, που δεν επιτρέπουν επαναμολύνσεις του απολυμανθέντος εδάφους από διάφορα φυτοπαθογόνα (θερμόφιλοι ακτινομύκητες και στρεπτομύκητες, σποριογόνια αμμωνιοποιητικά βακτήρια, *Azotobacter* spp., *Eupenicillium lapidosum*, *Humicola grisea*, *Lepiota lutea*, *Penicillium thomi*, *Sartorya fumigata*, *Trichoderma* spp., κα). Επιζούν ακόμα τα νιτροποιητικά και αμμωνιοποιητικά βακτήρια, τα οποία επιδρούν θετικά στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και παρεμποδίζουν την υψηλή συγκέντρωση του αμμωνιακού N και του διαλυτού ή ανταλλάξιμου Mn.

Αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλοί τρόποι για τη θέρμανση του εδάφους, ο πιο κοινός τρόπος είναι η χρησιμοποίηση ατμού που περνάει μέσα από το έδαφος και αυξάνει τη θερμοκρασία του. Κατά την απολύμανση με ατμό δε θα πρέπει να γίνεται αποστείρωση αλλά παστερίωση, δηλαδή να καταστρέφονται οι επιζήμιοι μικροοργανισμοί και να παραμένουν οι ωφέλιμοι, γιατί το έδαφος ή το εδαφικό μίγμα που περιέχει μεγάλο πλήθος ωφέλιμων μικροοργανισμών, δύσκολα προσβάλλεται από παθογόνους. Κατά την απολύμανση, όταν η θερμοκρασία του εδάφους φτάσει τους 100°C, προκαλείται μεγάλη καταστροφή στους ωφέλιμους μικροοργανισμούς. Κατά συνέπεια, θα μπορούσαν αργότερα οι παθογόνοι να αναπτυχθούν γρήγορα, χωρίς κανένα ανταγωνισμό.

Με τα μηχανήματα παραγωγής ατμού που χρησιμοποιούνται σήμερα για την απολύμανση των εδαφικών μιγμάτων, είναι δυνατή η μίξη του ατμού με αέρα και η δημιουργία με ακρίβεια της επιθυμητής θερμοκρασίας

Κατά τον υπολογισμό του μεγέθους του καυστήρα για την απολύμανση, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι η απόδοση της απολύμανσης με ατμό είναι συνήθως μόνο 50%, δηλαδή χάνεται το μισό της θερμότητας που παράγεται από τον καυστήρα, τις σωληνώσεις, τα τοιχώματα και το κάλυμμα που χρησιμοποιείται.

Οι λέβητες μπορούν να προσδιοριστούν από τα κιλά ατμού που παράγουν. Σε αυτή την περίπτωση αναφέρεται πόσα κιλά νερού που θερμαίνονται μετατρέπονται σε ατμό. Όταν ένα κιλό ατμού αλλάζει κατάσταση και μετατρέπεται σ' ένα κιλό νερού στους 100° C, απελευθερώνει 540Kcal για κάθε 1° C που πέφτει η θερμοκρασία του νερού. Για την απολύμανση 1m³ εδαφικού μίγματος απαιτούνται γύρω στα 16Kgr ατμού.

Ο ατμολέβητας που χρησιμοποιείται για θέρμανση του θερμοκηπίου, μπορεί να προβλεφτεί ώστε να χρησιμοποιηθεί παράλληλα για την απολύμανση. Σε θερμοκήπια που δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κινητά ατμοπαραγωγικά μηχανήματα.

Επειδή η πυκνότητα του ατμού είναι 0,6 εκείνης του αέρα, θα πρέπει για την ομοιόμορφη διάχυσή του να διοχετεύεται με πίεση.

Εφαρμογή

Για να απολυμανθεί το έδαφος του θερμοκηπίου, χρησιμοποιούνται οι εξής τρόποι: το έδαφος σκεπάζεται με πλαστικό φύλλο και ο ατμός περνάει στο σύστημα στράγγισης, που είναι προσαρμοσμένο για απολύμανση. Ο ατμός διαχέεται μέσα στο έδαφος και το θερμαίνει. Το έδαφος σκεπάζεται κατά τμήματα με αδιαπέρατο πλαστικό φύλλο και περιφερειακά, οι άκρες του καλύμματος, παραχώνονται στο έδαφος. Ο ατμός διοχετεύεται με σωλήνα, κάτω από το κάλυμμα. Βέβαια, όταν δεν χρησιμοποιείται υπόγειο σύστημα σωληνώσεων, ο απαιτούμενος χρόνος για να εισχωρήσει ο ατμός στο έδαφος είναι μεγαλύτερος.

Στις μεγαλύτερες θερμοκηπιακές μονάδες χρησιμοποιείται το Steam rake, που αποτελείται από ένα σωλήνα διαμέτρου 4χιλιοστά και μήκους 4 μέτρα, κλειστό στα άκρα του. Κατά μήκος του και σε αποστάσεις 22 εκ, στηρίζονται ινία, που χώνονται στο έδαφος σε βάθος 40-45 εκ. πίσω από κάθε ινί βρίσκεται ένας σωλήνας ½ χιλιοστό, που μεταφέρει τον ατμό από το μεγάλο σωλήνα στο έδαφος όπου μπαίνει το ινί. Ο ατμός έρχεται από τις σωληνώσεις διανομής στο σωλήνα των 4 χιλιοστών με εύκαμπτο σωλήνα ατμού. Το σύστημα έλκεται κατά μήκος και οργώνει το έδαφος με ρυθμό 25-50 εκ/ λεπτό. Πίσω από το σωλήνα των 4 χιλιοστών, έλκεται ένα πλαστικό φύλλο, μήκους 15 μέτρα και πλάτους 4 μέτρα. Για μια κίνηση 50 εκ/ λεπτό, απαιτούνται 30 λεπτά για να περάσει το πλαστικό φύλλο επάνω από το έδαφος. Μ' αυτό τον τρόπο η θερμοκρασία του εδάφους διατηρείται στους 71° C, για 30 λεπτά περίπου.

Η επιτυχία της απολύμανσης εξαρτάται από την προηγούμενη σωστή κατεργασία του εδάφους, ώστε να υπάρχουν αρκετοί και ομοιόμορφα κατανεμημένοι χώροι διέλευσης του ατμού, καθώς και από τη σωστή του υγρασία, έτσι ώστε να υπάρχει καλή αγωγιμότητα στη θερμότητα.

Γενικά, είτε χρησιμοποιούνται διάτρητοι σωλήνες μέσα στο έδαφος, είτε όχι, υπάρχει κάλυμμα που χρησιμεύει στο να κρατάει τον ατμό σε επαφή με το έδαφος ή το εδαφικό μίγμα. Υπάρχουν κυρίως τρεις τύποι καλυμμάτων: από πολυαιθυλένιο, από βινύλιο και από νάιλον, επενδυμένα με νεοπρένιο.

Για το σωστό έλεγχο της απολύμανσης θα πρέπει να έχουμε υπόψη πως τα ψυχρότερα σημεία είναι στις άκρες του θερμοκηπίου. Σε αυτές τις θέσεις τοποθετείται το θερμόμετρο για τον έλεγχο της πορείας της απολύμανσης. Αν σε αυτά τα σημεία δε διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία τον απαιτούμενο χρόνο, δεν θα πρέπει να σταματήσει η παροχή ατμού.

Οι βασικές αρχές που εξασφαλίζουν την επιτυχία της απολύμανσης του εδάφους με ατμό εστιάζονται:

Στην εφαρμογή του ατμού για παστερίωση και όχι για αποστείρωση του εδάφους. Με την αποστείρωση, που γίνεται όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 80° C για 30 λεπτά, το έδαφος καθίσταται αδρανές υλικό και δεν συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυτών. Ακόμα δημιουργείται βιολογικό κενό με όλες τις δυσμενείς συνέπειες που έχει στην ταχύτατη εμφάνιση ορισμένων ασθενειών. Παρατηρείται επίσης συγκέντρωση αμμωνιακού N, που μπορεί να επιδράσει τοξικά στα φυτά και να δημιουργήσει προβλήματα μόλυνσης των υπογείων νερών. Συγκέντρωση σε τοξικά επίπεδα παρατηρείται και για το διαλυτό ή ανταλλάξιμο Mn. Η υψηλή συγκέντρωση Mn στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει τροφопενία Fe (Jarnis 1992).

Η παστερίωση γίνεται ανάλογα με τις φυσιολογικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους στους 60-70° C. στη θερμοκρασία αυτή ένα σημαντικό μέρος της σαπρόφυτης και ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας επιβιώνει παρεμποδίζοντας τη συγκέντρωση του αμμωνιακού N και του Mn σε τοξικά για φυτά επίπεδα και προστατεύοντας τα εδάφη από επικίνδυνες επαναμολύνσεις από τα παθογόνα *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Didymella lycopersici*, *Cylindrocarpum destructans*, *Phytophthora* spp. κτλ. Διαπιστώθηκε πράγματι πως το έδαφος που περιείχε 4 mg.Kg⁻¹ Mn με τη θέρμανσή του σε 66, 77, 88 και 100° C παρουσίασε συγκέντρωση στο στοιχείο αυτό 9, 43, 87 και 108 mg.Kg⁻¹ αντίστοιχα (Dawson κ.α 1967).

Στη γνώση των φυσιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους. Η αποτελεσματικότητα της θερμότητας στην αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών των φυτών εξαρτάται από τη μορφή με την οποία αυτή παρέχεται, από τη θερμοκρασία, την υγρασία και το πορώδες του εδάφους, το ύψος στο οποίο φτάνει η θερμοκρασία στο έδαφος κατά την εφαρμογή του ατμού και τη διάρκεια δράσης (Messiaen κ.α 1991). Οι υψηλές θερμοκρασίες που δρουν σε μικρό χρονικό διάστημα έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα με τις χαμηλές θερμοκρασίες που δρουν για περισσότερο χρόνο.

Το πολύ νερό στο έδαφος είναι κακός αγωγός για τη θερμότητα. Το ξηρό έδαφος δυσχεραίνει επίσης τη διάχυσή της. Στο ξηρό εδαφικό περιβάλλον οι διάφοροι μικροοργανισμοί υπομένουν περισσότερο τις υψηλές θερμοκρασίες. Τα κονίδια για παράδειγμα του *Monilia sitophila* αντέχουν σε ξηρό περιβάλλον στους 120° C για 30 λεπτά. Καταστρέφονται όμως στους 72° C σε 5 λεπτά, αν διαβραχούν με νερό. Αν σε ξηρό έδαφος τα διάφορα παθογόνα αποδραστηριοποιούνται στους 90-100° C για 10 λεπτά σε έδαφος που βρίσκεται στο ρώγο του, θερμοκρασία 60-70° C είναι αρκετή για να τα θανατώσει. Το έδαφος που βρίσκεται στο ρώγο του είναι πιο ιδανικό για την ομοιόμορφη διασπορά του ατμού.

Η διείσδυση του ατμού στο έδαφος επηρεάζεται από το πορώδες, την υγρασία και την περιεκτικότητά του σε βόλους και φυτικά υπολείμματα. Γι' αυτό τα συνεκτικά εδάφη δεν πρέπει να αρδεύονται πριν από την εφαρμογή του ατμού. Το έδαφος που θα δεχτεί τον ατμό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από βόλους και φυτικά υπολείμματα. Σ' αντίθετη περίπτωση αφήνονται απείραχτες από τον ατμό μικροεστίες, που μπορεί αργότερα να δημιουργήσουν προβλήματα αναμολύνσεων.

Η εφαρμογή του ατμού στα όξινα εδάφη κινδυνεύει να απελευθερώσει διαλυτό ή ανταλλάξιμο Mn σε φυτοτοξικές συγκεντρώσεις. Το ίδιο ισχύει και για τα ελαφρά εδάφη, όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 80° C. οι συγκεντρώσεις αυτές μπορεί να ξεπεράσουν τα

12 $\mu\text{g.g}^{-1}$ και τα 50 $\mu\text{g.g}^{-1}$ για το διαλυτό και ανταλλάξιμο Μn αντίστοιχα. Είναι αναγκαίο στα εδάφη αυτά να προστίθεται μετά την εφαρμογή του ατού τριμμένος ασβέστης ή να γίνεται επιμελημένο ξέπλυμα τους με άφθονο νερό (Sonneveld 1979).

Η θερμοκρασία του εδάφους είναι βασικός συντελεστής της πετυχημένης εφαρμογής του ατού. Σε κρύο έδαφος ο ατμός συμπυκνώνεται γρήγορα αυξάνοντας έτσι την περιεκτικότητα του εδάφους αυτού σε υγρασία. Στα πρώτα 10εκ μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση της υγρασίας κατά 10-11%. Μια τέτοια αύξηση δυσχεραίνει την παραπέρα διείσδυση του ατού. Ύστερα το ζεστό έδαφος μειώνει το κόστος εφαρμογής της μεθόδου και με το να διατηρεί τους μικροοργανισμούς σε ενεργό μεταβολικό στάδιο και όχι σε μορφές διάπαυσης, αυξάνει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης (Hege και Ross 1972).

Το Ν στο έδαφος που δέχεται την επίδραση του ατού υφίσταται σημαντικές μεταβολές. Στο μη αποστειρωμένο έδαφος τα νιτροποιητικά βακτήρια πολύ γρήγορα μετατρέπουν το αμμωνιακό Ν σε νιτρικό. Η αποστείρωση του εδάφους με ατμό σκοτώνει τα νιτροποιητικά βακτήρια. Στο έδαφος αυτό το Ν συγκεντρώνεται κυρίως με τη νιτρώδη και αμμωνιακή μορφή. Στη θερμοκρασία αποστείρωσης επιβιώνουν τα σποριογόνα αμμωνιοποιητικά βακτήρια του γένους *Bacillus*, οπότε η συγκέντρωση των αμμωνιακών αλάτων αυξάνεται ακόμα περισσότερο. Προπαντός αν έχει προηγηθεί της εφαρμογής του ατού οργανική λίπανση με νωπή κοπριά ή αιματάλευρα. Τα αμμωνιακά αυτά άλατα μπορεί να ξεπεράσουν τα 40 $\mu\text{g.g}^{-1}$ και να προκαλέσουν έντονη φυτοτοξικότητα στα φυτά. Γι' αυτό πρέπει να απομακρύνονται με κατάκλιση του εδάφους με νερό σε ποσότητα 25-50 l.m^{-2} . Στην Ολλανδία γίνεται λόγος για ανακύκλωση του νερού έκπλυσης λόγω των προβλημάτων που δημιουργεί το Ν που φτάνει στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

Στο έδαφος που δέχτηκε τον ατμό παρατηρείται αύξηση των διαλυτών υδρογονανθράκων (Sonneveld 1969).

Στη βαθιά γνώση των μεταβολών που υφίσταται η εδαφική μικροχλωρίδα. Η μελέτη και η γνώση της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης της σαπρόφυτης και φυτοπαθογόνου μικροχλωρίδας συμβάλλουν σημαντικά στην επιτυχία της απολύμανσης του εδάφους με ατμό. Η μικροχλωρίδα του εδάφους πρέπει να μελετάται τόσο πριν όσο και μετά την εφαρμογή του ατού. Η μελέτη πρέπει να αφορά επίσης και την οριζόντια και κάθετη κατανομή τόσο των παθογόνων όσο και των ανταγωνιστών μικροοργανισμών (Μπούρμπος 1983). Η ανάλυση της ολικής μικροχλωρίδας του εδάφους πρέπει να γίνεται από ειδικά εργαστήρια και από αντιπροσωπευτικά για το μελετούμενο έδαφος δείγματα. Όταν είναι γνωστή θερμοαντοχή, η σύνθεση και η κατανομή της μικροχλωρίδας και ιδιαίτερα της παθογόνου σ' ένα έδαφος στο οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί ο ατμός, καθώς και το βάθος και ο τρόπος ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών, είναι δυνατός ο οικονομικότερος, οικολογικότερος και αποτελεσματικότερος έλεγχος της.

Τρόποι απολύμανσης με ατμό:

- Απολύμανση χωρίς δυνατότητα ανάδευσης – μετακίνησης του χώματος που απολυμαίνεται
-

τύπος τροχοφόρου πλαισίου: που μπορεί να είναι πλατφόρμα ενός τρακτέρ. Οι σωλήνες διανομής του ατού τοποθετούνται στο βάθος της πλατφόρμας και συνδέονται εξωτερικά με την πηγή παραγωγής του ατού. Είναι απλή και φτηνή κατασκευή, κάνει καλή αξιοποίηση του ατού και μπορεί να «φορτωθεί» μηχανικά με χόμα. Μερικοί κίνδυνοι για

επαναμόλυνση του χώματος, μέχρι την τοποθέτηση στην οριστική θέση μπορούν να απομακρυνθούν με κατάλληλα προστατευτικά μέτρα.

Προσφέρεται καλύτερα για περιπτώσεις που προβλέπεται αποθήκευση του χώματος, μετά την απολύμανση ή γέμισμα κιβωτίων, γλαστρών κτλ.

τύπος ξύλινων ή μεταλλικών κιβωτίων τροχοφόρων ή μη: τα κιβώτια έχουν στο επάνω μέρος καπάκι που ανοίγει, για το γέμισμά τους με χώμα και βάση εμπρόσθια κινητή, για το εύκολο άδειασμα του χώματος που απολυμάνθηκε. Στις δύσκολα θερμαινόμενες γωνίες των πλευρών και της βάσης των κιβωτίων πρέπει να τοποθετούνται σανίδες με τριγωνική διατομή.

Στο εσωτερικό οι σωληνώσεις τοποθετούνται σε αποστάσεις 22-23 εκ. προς όλες τις κατευθύνσεις και στο κάτω μέρος των σωλήνων υπάρχουν ανοίγματα διαμέτρου 0,3 εκ περίπου σε απόσταση 22-23 εκ μεταξύ τους.

Με κιβώτια του τύπου αυτού έχουμε καλή αξιοποίηση του ατμού και η απολύμανση γίνεται γρήγορα και ομοιόμορφα. Μπορούν να εξυπηρετήσουν μικρές ή μεγάλες εγκαταστάσεις και η κατασκευή τους δεν παρουσιάζει δυσκολίες. Το μειονέκτημα του συστήματος αυτού, που παρουσιάζεται και στον προηγούμενο τύπο, είναι το γεγονός, πως σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται, για την καλλιέργεια, πλαίσια, κιβώτια, γλάστρες κτλ, τα μέσα αυτά πρέπει να απολυμαίνονται χωριστά.

μέθοδος THOMAS: για έδαφος σε πλαίσια, κιβώτια, γλάστρες κλπ: εδώ τα γεμάτα με χώμα πλαίσια τοποθετούνται σε τσιμεντένιο δάπεδο και σκεπάζονται με φύλλο πλαστικού, που οι άκρες του στερεώνονται σωλήνες. Ανάμεσα στα κιβώτια, πλαίσια κτλ. Αφήνονται κενά, για να κυκλοφορεί εύκολα ο ατμός, που ελευθερώνεται κάτω από το κάλυμμα. Η μέθοδος αυτή είναι απλή, φτηνή και αποτελεσματική. Προσφέρεται καλύτερα για μικρές εγκαταστάσεις.

τύπος τσιμεντένιου θαλάμου: για απολύμανση εδάφους σε πλαίσια: οι θάλαμοι του τύπου αυτού κατασκευάζονται με τσιμεντένιο δάπεδο και άνοιγμα, για την εισαγωγή των πλαισίων, που μπορεί να κλείνει αεροστεγώς. Ο ατμός εισάγεται από σωλήνες που βρίσκονται σε όλο το μήκος των εσωτερικών γωνιών, που σχηματίζονται με το δάπεδο του θαλάμου. Τα ανοίγματα στους σωλήνες γίνονται προς το αντίθετο μέρος των πλευρών και έτσι που να σχηματίζουν γωνία 45 μοιρών με το δάπεδο. Τέτοιοι θάλαμοι κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη, ανάλογα με τις ανάγκες του θερμοκηπίου και τη δυναμικότητα του ατμολέβητα. Παρουσιάζουν το πλεονέκτημα πως απολυμαίνουν το έδαφος μέσα στα πλαίσια, που θα καλλιεργηθούν τα φυτά και ανάλογα με το μέγεθος μπορούν να προσαρμοστούν σε μικρές ή μεγάλες εγκαταστάσεις.

τύπος δεξαμενής πολλαπλής χρήσης: είναι μια παραλλαγή του προηγούμενου τύπου. Σχεδιάζεται έτσι που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για απολύμανση εδάφους, όσο και σαν δεξαμενή θερμού νερού για απολύμανση σπόρων, βολβών, μοσχευμάτων κλπ.

- Απολύμανση εδάφους σε πρασιές

μέθοδος THOMAS: όπως την περιγράψαμε παραπάνω, με τη διαφορά, πως εδώ η απολύμανση γίνεται στο έδαφος μιας πρασιάς. Είναι αποτελεσματική μέθοδος, όταν έχει προηγηθεί καλή κατεργασία του χώματος για να γίνει αφράτο και όταν το βάθος, που θέλουμε να απολυμάνουμε το έδαφος, δεν είναι μεγαλύτερο από 22-23 εκ.

μέθοδος «αναποδογυρισμένου ταψιού»: πρόκειται για μεταλλικές κατασκευές, συνήθως από αλουμίνιο σε σχήμα παραλληλεπίπεδου ταψιού, με βάθος 15-23 εκ και μέγεθος ανάλογο με το μέγεθος της πρασιάς, την ευκολία χειρισμού και την δυναμικότητα του ατμολέβητα. Πιέζονται ανεστραμμένα σε βάθος 10-13 εκ πάνω από το έδαφος της πρασιάς και ο ατμός ελευθερώνεται από σωληνώσεις που απλώνονται στην επιφάνεια του εδάφους και μετά σκεπάζονται με το κάλυμμα ή απλώς εισάγεται από ένα σημείο του «καλύμματος-ταψιού». Για τη συγκράτηση του καλύμματος στη θέση του μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωλήνες. Η μέθοδος αυτή είναι απλή, αποτελεσματική, φθηνή και το έδαφος που απολυμάνθηκε παραμένει στη θέση του. Έτσι αποφεύγονται κίνδυνοι επαναμόλυνσης .

- Απολύμανση χώματος που μπορεί να αναδευτεί – μετακινηθεί

κοχλιωτό περιστρεφόμενο σύστημα: το χώμα που θέλουμε να απολυμανθεί οδηγείται σε θάλαμο – σωλήνα όπου εισάγεται ο ατμός. Εδώ ο καυστήρας ζεσταίνει και εξατμίζει το νερό ενός ατμολέβητα που βρίσκεται κάτω από το θάλαμο του χώματος. Ο ατμός περιβάλλει το θάλαμο του χώματος και εισάγεται σε αυτόν από ανοίγματα στο ένα άκρο του. Το χώμα προωθείται στο θάλαμο με ατέρμονα κοχλία που περιστρέφεται με κινητήρα. Η μέθοδος πλεονεκτεί στο ότι μπορεί να λειτουργεί συνεχώς και η θερμοκρασία του εδάφους ρυθμίζεται εύκολα. Σαν μειονέκτημα της μεθόδου μπορεί να θεωρηθεί το σχετικά μεγάλο κόστος της κατασκευής και η αδυναμία απολύμανσης εδάφους σε κιβώτια, πλαίσια, γλάστρες κλπ.

3.2. ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.

Με τη χρήση χημικών ουσιών θανατώνεται ή παρεμποδίζεται ή επιβραδύνεται η ανάπτυξη ενός φυτοπαράσιτου.

3.2.1. Γενικά απολυμαντικά εδάφους

Η χρήση σύγχρονων παρασιτοκτόνων προσφέρει μια σχετικά εύκολη και αποτελεσματική μέθοδο για την καταπολέμηση των εχθρών και των ασθενειών.

Βασικός παράγοντας για την επιτυχή χρησιμοποίηση των απολυμαντικών εδάφους είναι η πιστή εφαρμογή των οδηγιών χρήσης, που αναγράφονται στη συσκευασία των φαρμάκων.

3.2.1.1. Βρωμιούχο μεθύλιο (CH_3Br).

Το βρωμιούχο μεθύλιο γνωστό και ως μονοβρωμομεθάνιο ή βρωμομεθάνιο, χρησιμοποιείται από το 1940 ως υποκαπνιστικό για την απολύμανση εδαφών από νηματώδεις, παθογόνους μύκητες, σπόρους ζιζανίων και έντομα. Η ευρεία χρήση του οφείλεται κυρίως στο μεγάλο φάσμα δράσης του, στην ικανότητά του να εισχωρεί σε βάθος στο έδαφος και στο γεγονός ότι δεν έχουν αναπτυχθεί ανθεκτικότητα εκ μέρους των οργανισμών – στόχων.

Χημικά χαρακτηριστικά.

Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι άχρωμο, άοσμο, και ιδιαίτερα πτητική ουσία.. Εξαερώνεται στους $4,5^\circ\text{C}$ ενώ πάνω από τους 36°C βρίσκεται όλο σε αεριώδη κατάσταση. Η παρουσία του στο χώρο δεν γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο εκτός αν είναι αναμιγμένο με κάποια προειδοποιητική ουσία. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις μυρίζει σαν μούστος. Είναι λιποδιαλυτό ενώ ως υγρό έχει ειδικό βάρος 1,732 και ως αέριο είναι 3,27 φορές βαρύτερο από τον αέρα. Υδρολύεται, παρουσία υγρασίας και μπορεί να διαβρώσει ορισμένα μέταλλα (ψευδάργυρος, αλουμίνιο κ.λπ.). Σε υγρή μορφή αντιδρά απουσία οξυγόνου, αυτοαναφλέγεται και προκαλεί έκρηξη. Παρουσιάζει μεγάλη τοξικότητα στα παθογόνα του εδάφους και τα ζιζάνια. Η αποτελεσματικότητά του μειώνεται κατά την κλίμακα ζιζάνια> μύκητες> νηματώδεις> έντομα. Όμως ορισμένοι μύκητες όπως ο *Verticillium dahliae* και ζιζάνια όπως *Malva spp.* είναι ανθεκτικά στο βρωμιούχο μεθύλιο.

Με την εφαρμογή του στο έδαφος, διασπάται σε μεθύλιο (CH_3^+) και βρώμιο (Br^-) με αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε Br σε συγκεντρώσεις συνήθως μικρότερες των 6 ppm). Δρα σε μορφή αερίου είτε άμεσα τοξικά στους οργανισμούς-στόχους είτε κατά τρόπο έμμεσο, ευνοώντας την ανταγωνιστική δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους, που είναι ανθεκτικοί στο βρωμιούχο μεθύλιο.

Σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία (τύρφη, χούμος, κοπριά), δεσμεύεται και αδρανοποιείται με αποτέλεσμα η δραστηριότητά του μειώνεται σημαντικά. Τα περισσότερα από τα πλεονεκτήματά του οφείλονται στη μεγάλη του πτητικότητα και στην υψηλή τοξικότητα του σε όλους σχεδόν τους οργανισμούς. Εξαιτίας της υψηλής πτητικότητάς του και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι είναι βαρύτερο από τον αέρα, διαχέεται εύκολα και

διεισδύει σε βάθος στο έδαφος., με αποτέλεσμα την εκδήλωση του τοξικού του αποτελέσματος και σε παθογόνα που βρίσκονται βαθειά στο έδαφος.

Τα σκευάσματα του βρωμιούχου μεθυλίου που διατίθενται στο εμπόριο, είναι τύπου GA (αέριο υπό πίεση), βάρους περίπου 680 gr συνήθως περιεκτικότητας 98% σε δραστική ουσία και ταυτόχρονα περιέχουν και 2% χλωροπικρίνη η οποία προσδίδει χαρακτηριστική οσμή για λόγους ασφαλείας. Κυκλοφορεί επίσης και σε κυλίνδρους υπό πίεση περιεκτικότητας ***Kg).

Εφαρμογή.

Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι πολύ αποτελεσματικό και σχετικά οικονομικό απολυμαντικό εδάφους το οποίο έχει ικανοποιητική δράση ακόμη και σε περιπτώσεις μη επιμελημένης εφαρμογής. Εφαρμόζεται με την ψυχρή μέθοδο ως υγρό και την θερμή ως ατμός. Η αποτελεσματικότητά του αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι σε θερμοκρασία 10°C η αποτελεσματικότητά του μειώνεται στο 50% συγκριτικά με εκείνη που επιτυγχάνεται στους 20° C. Με την αύξηση όμως της θερμοκρασίας αυξάνεται και η περιεκτικότητα σε άλατα βρωμίου στο έδαφος λόγω της μεγαλύτερης διάσπασης της δραστικής ουσίας.

Γενικά η εφαρμογή του βρωμιούχου μεθυλίου στο έδαφος περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας.
- Όργωμα μέχρι βάθους 40εκ και 2-3 φρεζαρίσματα ώστε να ψιλοχωματιστεί το έδαφος.
- Πότισμα ώστε το έδαφος να έρθει στο ράγο του.
- Άνοιγμα αυλακιού βάθους 15-2εκ περιμετρικά του προς απολύμανση χώρου.
- Τοποθέτηση διαφόρων αντικειμένων στο χώρο όπως τούβλα, κουτιά κτλ ώστε το φύλλο πλαστικού που θα σκεπάσει το έδαφος να μείνει ανασηκωμένο για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας του απολυμαντικού.
- Τοποθέτηση των απαιτούμενων φιαλών βρωμιούχου μεθυλίου στη μέση της εδαφικής λωρίδας μαζί με τα ειδικά ανοιχτήρια. Η τοποθέτηση της φιάλης μπορεί να γίνει και σε μικρές πλαστικές σακούλες με τρύπες για καλύτερη κατανομή του απολυμαντικού.
- Σκέπασμα της λωρίδας του εδάφους με χοντρό πλαστικό και παράκωψη του στο περιφερειακό αυλάκι.
- Πάνω από το πλαστικό πιέζονται τα ανοιχτήρια ώστε να τρυπήσουν οι φιάλες του βρωμιούχου μεθυλίου.
- Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής όλα τα παράθυρα παραμένουν ανοιχτά και μετά το τέλος μόνο αυτά της οροφής.
- Μετά από 2-4 μέρες μισοξεσκεπάζεται το έδαφος και μετά από άλλες 2 ξεσκεπάζεται τελείως.
- Μετά από 2 ημέρες γίνεται φρεζάρισμα και ακολουθεί ακόμα ένα μετά από 3-4 μέρες.

Κατά την εφαρμογή του βρωμιούχου μεθυλίου πρέπει να τηρούνται αυστηρά τα συνιστώμενα μέτρα ασφαλείας. Όλες οι εργασίες κατά και μετά το άνοιγμα των φιαλών θα πρέπει να γίνονται φορώντας κατάλληλη μάσκα προσώπου και φόρμα εργασίας.

Η εφαρμογή του βρωμιούχου μεθυλίου γίνεται μόνο από ειδικά συνεργεία ή ιδιώτες παραγωγούς που όμως έχουν ειδική άδεια μετά από την παρακολούθηση εκπαιδευτικών σεμιναρίων.

Τοξικότητα.

Το βρωμιούχο μεθύλιο ανήκει στην Ι κατηγορία των τοξικών ουσιών. Είναι ουσία πολύ τοξική για τον άνθρωπο. Δόση 1.000mg/l, κατ' όγκο στον εισπνεόμενο αέρα μπορεί να προκαλέσει τον θάνατο σε 30 λεπτά. Τα όρια ανεκτικότητας στους χώρους εφαρμογής του είναι 20mg/l για 7 ώρες δηλαδή 80mg/m³. το βρωμιούχο μεθύλιο δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε κατοικημένους χώρους που δεν απέχουν τουλάχιστον 5 μέτρα από το χωράφι που θα απολυμανθεί. Επειδή δε είναι πολύ φυτοτοξικό, το προς απολύμανση χωράφι πρέπει να απέχει τουλάχιστον 50εκ από γειτονική καλλιέργεια.

Με τη χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου επομένως επιβαρύνεται με τοξικά κατάλοιπα το αγροοικοσύστημα με όλες τις δυσμενείς συνέπειες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον όπως:

- Καταστροφή της ωφέλιμης μικροχλωρίδας και μικροπανίδας του εδάφους με αποτέλεσμα την εξουδετέρωση της φυσικής καταπολέμησης και την έξαρση δευτερεύουσας σημασίας εχθρών και ασθενειών. Εξάλλου το βιολογικό κενό που δημιουργείται με τη χρήση ισχυρών απολυμαντικών έχει ως αποτέλεσμα την γρήγορη επαναμόλυνση του εδάφους με παθογόνα.
- Τοξικές παρενέργειες στον άνθρωπο, στα ίδια τα φυτά (φυτοτοξικότητα), καθώς και σε άλλους οργανισμούς όπως ζώα και ψάρια.
- Ρύπανση γενικά του περιβάλλοντος. Το βρωμιούχο μεθύλιο ειδικά είναι ένας από τους σοβαρότερους ρυπαντές των υπόγειων νερών αλλά και της ατμόσφαιρας όπου ενέχεται στην καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος εκθέτοντας τον άνθρωπο στην υπεριώδη ακτινοβολία.
- Ανεπιθύμητα υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα παραγόμενα προϊόντα που εκθέτουν σε κίνδυνο την υγεία του καταναλωτή και δημιουργούν σοβαρά προβλήματα εμπορίας των ίδιων των προϊόντων. Συγκεκριμένα ο υποκαπνισμός του εδάφους τα οποία απορροφούνται από το φυτό, δημιουργώντας προβλήματα υπολειμμάτων βρώμιου στο έδαφος τα οποία απορροφούνται από το φυτό, δημιουργώντας προβλήματα υπολειμμάτων βρώμιου.

3.2.1.2. Χλωροπικρίνη / Chloropicrin

Εμπορικό όνομα: Tricrin 94% δραστική ουσία, Αρ. Εγκρ. Κυκλ.: 3035/5.9.2003

Μοριακό βάρος: 164,39

Σημείο βρασμού: 112,0

Διαλυτότητα g/100g H₂O (°C): 0,195 (20 °C)

Πίεση ατμού mmHg (20 °C): 1,380

Ειδικό βάρος: 1,65

Κν/α: 10,8 (λόγος βάρους υποκαπνιστικού σε ίσο όγκο νερού και αέρα)

Η χλωροπικρίνη έκανε την εμφάνισή της τον α' παγκόσμιο πόλεμο.

Δρα ως υποκαπνιστικό ενώ είναι απολυμαντικό εδάφους με δράση επαφής. Η δράση του οφείλεται σε απελευθέρωση των ατμών στο έδαφος αμέσως μετά την εφαρμογή του. Έχει διείσδυση σε βάθος γιατί είναι προϊόν με μεγάλο ειδικό βάρος (1,67).

Η χλωροπικρίνη ελέγχει άριστα τους μύκητες εδάφους (*Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pyrenochaeta*, *Sclerotinia Sclerotiorum*, *Didymella* spp., *Armillaria* spp.), τους νηματώδεις (*Meloidogyne* spp., κ.λπ), τα έντομα εδάφους (*Gryllotalpa* spp., κ.λπ) και τα ζιζάνια κατά τη βλάστηση των σπόρων τους.

Απευθύνεται σε καλλιέργειες θερμοκηπιακές και υπαίθριες όπως η τομάτα, το αγγούρι, το κολοκύθι, η πιπεριά, η μελιτζάνα, η φράουλα, το πεπόνι, το καρπούζι.

Η χλωροπικρίνη δεν συνιστάται να χρησιμοποιείται με άλλα σκευάσματα, εκτός της περίπτωσης μεγάλης μόλυνσης από νηματώδεις, όπου μπορεί να συνδυαστεί με σκευάσματα που περιέχουν 1,3-dichloropropene σε μορφή γαλακτωματοποιήσιμου υγρού (Condor Fumigant 91EC).

Τρόπος εφαρμογής:

Σε θερμοκήπια μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Το έδαφος πρέπει να είναι καλά προετοιμασμένο, να έχει καθαρισθεί από φυτικά υπολείμματα, να έχει ψιλοχωματιστεί. Ποτίζεται μέχρι να έρθει στο ράγγο του (70% υγρασία). Τοποθετείται το σύστημα της στάγδην άρδευσης και γίνεται έλεγχος καλής λειτουργίας και διόρθωση πιθανών διαρροών αυτού. Στη συνέχεια καλύπτεται το έδαφος με αδιαπέρατο πλαστικό (VIF) με παράχωμα των άκρων στο έδαφος.

Εφαρμόζεται το σκεύασμα από το ειδικό συνεργείο παρουσία γεωπόνου μέσω του συστήματος άρδευσης με το ειδικό μηχάνημα που ρυθμίζει αυτόματα την ανάμειξη του προϊόντος στην επιθυμητή δοσολογία με το νερό. Το συγκεκριμένο μηχάνημα μαζί με το σκεύασμα μεταφέρεται σε ειδικά διαμορφωμένο όχημα κατά τρόπο που όλη εργασία να γίνεται με απόλυτη ακρίβεια και ασφάλεια. Από άποψη περιβαλλοντική, η ουσία δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα επειδή όμως είναι τοξική ουσία είναι απαραίτητο να γίνεται η εφαρμογή μόνο από επαγγελματίες. Μετά την εφαρμογή το πότισμα συνεχίζεται μέχρι την πλήρη έκπλυση των αντλιών και των σωληνώσεων από το διάλυμα (3,5 cm³). Διατηρούμε το πλαστικό για 7 ημέρες. Μετά το πέρας αυτών αφαιρείται σταδιακά το πλαστικό, ανασηκώνοντας πρώτα τις βυθισμένες άκρες και μετά από 12-24 ώρες όλο. Αερίζεται το έδαφος για 7-8 ημέρες με σταυρωτά σβαρνίσματα σε βάθος όχι μεγαλύτερο από αυτό της απολύμανσης.

Κατά την εφαρμογή, την αφαίρεση πλαστικού, καθώς και σε ενδεχόμενη είσοδο στο μέρος που έγινε η εφαρμογή τις πρώτες 24 ώρες από αυτή, πρέπει να χρησιμοποιείται μάσκα προστασίας προσώπου που διαθέτει φίλτρο (A2/P3), προστατευτική ενδυμασία και γάντια. Πριν τη φύτευση είναι απαραίτητα κάποια τεστ βλαστικότητας και τέλος φυτεύονται τα υγιή φυτά. Δόση 12-24 κυβ. εκ, 20-40 γρ. ανά τετρ. μέτρο.

Έχει ευρύ φάσμα δράσης, διαδεδομένη χρήση σε Ευρώπη και Αμερική (μόνο του και σε μείγματα), υψηλή αποτελεσματικότητα, προϊόν φωτοδιασπώμενο, χωρίς να επηρεάζει το στρώμα του όζοντος, μετά την εφαρμογή και τον αερισμό του δεν αφήνει επικίνδυνα υπολείμματα σε φυτά και έδαφος, αποικοδομείται σε συστατικά που δεν επηρεάζουν τα φυτά και το έδαφος.

Η εφαρμογή από εξειδικευμένα συνεργεία, σε συνδυασμό με τη χρήση ειδικού μηχανήματος για την αυτόματη ανάμειξη της επιθυμητής δοσολογίας του προϊόντος με νερό, εξασφαλίζει άριστες συνθήκες για ομοιόμορφη απολύμανση στο σύνολο της επιφάνειας του εδάφους αλλά και στο επιθυμητό βάθος.

Απαγορεύεται η εφαρμογή του σε κατοικημένες περιοχές ή σε απόσταση 50 μέτρων από αυτές.

Εφαρμογές έχουν γίνει στην Ιεράπετρα, Τυμπάκι, Λακωνία, Πύργο, Αγ. Γεώργιο, Κατερίνη. Απολυμάνθηκαν 700 στρέμματα τον πρώτο χρόνο εφαρμογής. Υπάρχουν 4 μονάδες στην Ιεράπετρα για 13000 στρέμματα, 1 μονάδα στο τυμπάκι για 4500 στρέμματα, 1 στην Ανατολική Λακωνία για 1000 στρέμματα και 3 μονάδες στην Τριφυλία,- Πύργο- Καλαμάτα για 6000 στρέμματα.

3.2.1.3. Cadusafos

Εμπορικό όνομα: Rugby 10 EW/ME, Rugby 10GR, Rugby 200CS

Το Cadusafos είναι ένα οργανοφωσφορικό νηματοδοκτόνο – εντομοκτόνο εδάφους με δράση επαφής. Δρα σαν παρεμποδιστής της χολιστεράσης. Είναι ελαφρώς υποκίτρινο υργό με σημείο ζέσεως 112-114°C. Είναι ελάχιστα διαλυτό στο νερό και πολύ διαλυτό στην ακετόνη, ακετονιτρίλιο, χλωρομεθάνιο, προπανόλη, επτάνιο. Δρα με επαφή στο έδαφος. Η ημιπερίοδος στο έδαφος είναι 45 ημέρες. Είναι εγκεκριμένο στην Ελλάδα στον καπνό και την πατάτα. Έχει επίσης έγκριση κυκλοφορίας στη Γαλλία και Ισπανία. Καταπολεμά ένα ευρύ φάσμα νηματοδών και κυρίως τα γένη *Meloidogyna* και *Globodera*, καθώς και τα έντομα εδάφους όπως τα *Agrotis*, *Agriotes*, *Melolontha* και Γρυλοτάλα.

Δρα δια επαφής και από στόματος όταν οι νηματώδεις έρχονται σε επαφή με τα εξωτερικά κύτταρα της ρίζας και έχει οωκτόνο (προνύμφες και αυγά) δράση (*Globodera* spp). Η βιολογική του διάρκεια στις συνιστώμενες δόσεις των 3-5 λ. ή 3-5 χγ. το στρέμμα είναι 4-5 μήνες. Η εφαρμογή του συνίσταται κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας αλλά μπορεί να γίνει και κατά τη διάρκειά της. Εφαρμόζεται στο έδαφος με το χέρι ή με κοκκοδιανομείς ή με το σύστημα στάγδην και ακολουθεί ενσωμάτωση με ελαφρό φρεζάρισμα. Δεν είναι διασυστηματικό και δεν μεταφέρεται στα περισσότερα φυτά από τις ρίζες στο υπέργειο μέρος τους. Συνεπώς δεν ανιχνεύονται υπολείμματα στα περισσότερα φυτά. Η περίοδος μεταξύ εφαρμογής και συγκομιδής εξαρτάται από την καλλιέργεια και π.χ. για την καλλιέργεια της τομάτας ο χρόνος από την εφαρμογή στην συγκομιδή έχει καθοριστεί στις 3 μέρες. Γενικά η χρήση του συνίσταται στην αρχή της καλλιέργειας. Για την καλύτερη προστασία του χρήστη από το προϊόν διατίθεται σε μικροκάψουλες (200CS).

Δεν ξεπλένεται στα περισσότερα εδάφη μεσαίας ή αργιλώδους σύστασης. Σε αυτά τα εδάφη το προϊόν έχει μια διάρκεια βιολογικής δράσης 4-5 μήνες. Στα κατ' εξοχήν αμμώδη εδάφη η υπολειμματική δράση είναι μικρότερη και συνίσταται τμηματική εφαρμογή.

Γενικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δενδρώδεις καλλιέργειες (μπανάνες και εσπεριδοειδή) και ετήσιες όπως κηπευτικά, πατάτες, καλλωπιστικά και αρωματικά φυτά.

Τοξικότητα

Το cadusafos έχει μεγάλη τοξικότητα στα θηλαστικά.

Ανήκει στην I κατηγορία τοξικών ουσιών.

Παρατηρείται ότι τοξικότητα από στόματος όσο και από δέρματος της μορφής σε κάψουλες είναι πολύ μικρότερη από τις άλλες δύο μορφές. Επίσης σε πειράματα αναπνοής, η μορφή σε μικροκάψουλες δεν προκάλεσε θάνατο στα πειραματόζωα σε συγκέντρωση μεγαλύτερη των 3,87mg ανά λίτρο αέρος επί 4 ώρες. Το ίδιο συνέβη και στην κοκκώδη μορφή στην μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα ενώ η υγρή μορφή 100ME είναι περισσότερη τοξική (Αναστασιάδης Βασίλης, σύμβουλος της F.M.C.)

Μορφή	LD50Στόμ. Mg/χγ β. ζώου	LD50Δέρμ. Mg/χγ β. ζώου
Rugby 10 G	A:679 Θ:391	A:155 Θ:143
Rugby 100ME/EW	A/Θ: 371	A/Θ:970

Rugby 200CS	A>2000 Θ:1079	A/Θ>2000
-------------	---------------	----------

Παρατηρείται στον πίνακα ότι η τοξικότητα από στόματος όσο και από δέρματος της μορφής σε μικροκάψουλες είναι πολύ μικρότερη από τις άλλες δυο που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά. Επίσης σε πειράματα αναπνοής, η μορφή σε μικροκάψουλες δεν προκάλεσε θάνατο στα πειραματόζωα σε συγκέντρωση μεγαλύτερη των 3,87 mg ανά λίτρο αέρος επί 4 ώρες. Το ίδιο συνέβη και στην κοκκώδη μορφή στη μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα, ενώ η υγρή μορφή 100ME ήταν περισσότερο τοξική. Παρ' όλο που η μορφή σε μικροκάψουλες είναι λιγότερο τοξική από άλλες μορφές πρέπει να τονιστεί ότι χρειάζεται προσοχή κατά τη χρήση του.

Αποικοδόμηση:

Το Cadusafos διασπάται κυρίως από μικροοργανισμούς και δεν συσσωρεύεται στο έδαφος με συνέπεια την μη μόλυνση του εδάφους, υπόγειων υδάτων και γενικά του οικοσυστήματος εφ' όσον χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες και τις συνιστώμενες δόσεις και τρόπους εφαρμογής.

Πιθανοί κίνδυνοι για τον άνθρωπο:τοξικό σε επαφή με το δέρμα, επιβλαβές σε περίπτωση καταπόσεως, πολύ τοξικό όταν εισπύεται.

Πιθανοί κίνδυνοι για το περιβάλλον: επικίνδυνο για τα άγρια ζώα και τα πουλιά. Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον.

Το σκεύασμα Rugby 10 EW απαγορεύεται να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκήπια.

Περιορισμοί στη χρήση: να μη χρησιμοποιείται σε περιοχές που γειτνιάζουν με επίγεια (λίμνες, ποτάμια) ή υπόγεια αβαθή (γεωτρήσεις) νερά.

Οξεία από στόματος στους επιμύες LD₅₀:37mg/kg

3.2.1.4. Sodium tetrathiocarbonate

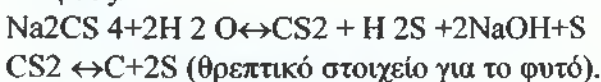
Εμπορική ονομασία: Enzone 40% B/O Αρ. Εγκρ. Κυκλοφ.: 3028/3.12.01

Υγρό νηματώδοκτόνο – μυκητοκτόνο εδάφους. Αποτελεσματικό στους νηματώδεις και στις σήψεις ριζών και λαιμού.

Τρόπος δράσης:

Το Enzone 40 SL ενεργεί ως καπνογόνο με άριστα αποτελέσματα εναντίον νηματώδων όλων των σταδίων του βιολογικού τους κύκλου όπως αυγά, προνύμφες, ενήλικα. Έχει αποτελεσματική δράση σε νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* spp, *Ditylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Tylenchulus* spp κ.α ελεύθερων κινούμενων μορφών φυτοπαρασιτικών νηματώδων ,σε σήψεις ριζών και λαιμού (*Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Verticillium* spp, *Rhizoctonia* spp) και πυρρηνοχαίτα.

Το Enzone ανήκει στην ομάδα των δραστικών τα οποία απαιτούν την παρουσία νερού για την ενεργοποίησή τους. Το δραστικό συστατικό, τετραθειοκαρβονικό νάτριο, αποικοδομείται σε διθειάνθρακα ο οποίος διεισδύει στο έδαφος ελέγχοντας τους νηματώδεις και μύκητες εδάφους:



Η άριστη θερμοκρασία εδάφους για την εφαρμογή είναι 15-20°C.

Τεχνική εφαρμογής:

Άρδευση του εδάφους πριν την εφαρμογή για 15 λεπτά. Να βρίσκεται κοντά στην ιδατοικανότητα του (70%) μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης με τη χρήση δοσομετρητή Venturi ή παρόμοιου μέσου μόνο στις γραμμές. Και πάλι αρδεύεται το έδαφος για 15 λεπτά ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή του φαρμάκου σε βάθος 20-25 εκ.

Πεδίο εφαρμογής: Τομάτα-πεπόνι.

Δόσεις: στην τομάτα 5,5-10 λίτρα/ στρέμμα , στο πεπόνι 5,5-8 λίτρα / στρέμμα (με 4000λίτρα νερό/ στρέμμα)

Χρόνος εφαρμογής: οι εφαρμογές ξεκινούν 2-3 ημέρες πριν τη μεταφύτευση και συνεχίζονται 15-20 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, με επανάληψη κάθε 15 ημέρες.

Μέγιστος αριθμός εφαρμογών ανά καλλιεργητική περίοδο: 3-4.

Το χωράφι δεν πρέπει να ποτίζεται για τουλάχιστον 12 ώρες πριν την εφαρμογή του σκευάσματος (αποφυγή υπερκορεσμού του εδάφους) καθώς και για 24 ώρες μετά (αποφυγή έκπλυσης) ενώ δεν συνίσταται η εφαρμογή του σε υπερβολικά υγρά εδάφη και όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι μικρότερη από 10°C. Ιδανική θερμοκρασία εδάφους θεωρείται 15-20°C.

Να διενεργείται τεστ βλαστικότητας πριν τη σπορά ή τη φύτευση.

Χρήση του σκευάσματος γίνεται σε ανοιχτούς και καλά αεριζόμενους χώρους.

Στα θερμοκήπια πρέπει να εξασφαλίζεται ο καλός αερισμός κατά την εφαρμογή του σκευάσματος και η είσοδος του χρήστη να γίνεται φορώντας κατάλληλη μάσκα.

Η εφαρμογή του να γίνεται κατά προτίμηση τις πρωινές ώρες ή τις απογευματινές. Να αποφεύγεται η χρήση του όταν επικρατούν ακραίες θερμοκρασίες.

Πλεονεκτήματα: ευρύ φάσμα δράσης, χωρίς επιζήμια υπολείμματα στο έδαφος και στις καλλιέργειες γιατί αποικοδομείται σε θρεπτικές για τα φυτά ουσίες, διαρκής προστασία μέχρι τη συγκομιδή, θετική επίδραση στις αποδόσεις των φυτών και στην ποιότητα των προϊόντων, εύχρηστο (εφαρμογή με το σύστημα στάγδην), ευέλικτο και ασφαλές (χρήση σ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου), συμβατό σε προγράμματα Ολοκληρωμένης διαχείρισης.

Ανήκει στην III κατηγορία τοξικών ουσιών.

Οξεία από στόματος από ποντίκια LD₅₀: 700mg/Kg

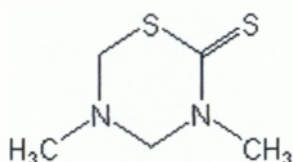
Άδεια κυκλοφορίας σε: Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Μεγάλη Βρετανία.

Σήμανση: επιβλαβές, επικίνδυνο για το περιβάλλον, διαβρωτικό.

Πιθανοί κίνδυνοι για τον άνθρωπο: κατά τη χρήση μπορεί να σχηματίσει εύφλεκτα/εκρηκτικά μείγματα ατμού-αέρος. Σε επαφή με το νερό ελευθερώνονται τοξικά αέρια. Σε επαφή με οξέα ελευθερώνονται τοξικά αέρια. Επιβλαβές σε περίπτωση καταπόσεως. Επιβλαβές όταν εισπνέεται. Προκαλεί εγκαύματα.

Πιθανοί κίνδυνοι για το περιβάλλον: βλαβερό για τα παραγωγικά ζώα. Βλαβερό για τα πουλιά. Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον.

3.2.1.5. Dazomet



Μοριακό βάρος: 162,28

Σημείο βρασμού: -

Διαλυτότητα g/100g H₂O (°C): 0,12 (25 °C)

Πίεση ατμού mmHg (20 °C): -

Ειδικό βάρος: -

Εμπορικές ονομασίες: με κοκκώδη μορφή Basamid granulat, ή με μορφή βρέξιμης σκόνης Fongosan.

Απολυμαντικό εδάφους που δρα με το πτητικό ισοθειοκυανικό μεθύλιο που ελευθερώνεται κατά την αποικοδόμησή του στο έδαφος. Ακολουθεί η μυρμηκική αλδεύδη. Η αποικοδόμησή του στο έδαφος είναι ταχεία (υπό κανονικές συνθήκες έχει ημιπερίοδο ζωής μικρότερη από 24 ώρες) και δεν εμπίπτει στις ουσίες που καταστρέφουν το όζον της ατμόσφαιρας. Ανήκει χημικά στις θειαδιαζίνες. Είναι δηλητήριο αναπνευστικών ενζύμων. Σχηματίζει άχρωμους κρυστάλλους με ελαφρά δυσάρεστη οσμή, εύφλεκτους και λίγο διαλυτούς στο νερό. Διαλύονται όμως εύκολα στην ασετόνη και το χλωροφόρμιο.

Η πίεση του ατμού είναι $0,3 \times 10^{-5}$ mbar σε θερμοκρασία 20° C. σε ξερή μορφή δεν έχει διαβρωτικές ιδιότητες.

Η ταχύτητα διάσπασης του dazomet αυξάνει με την αύξηση της υγρασίας μέχρι 80% περίπου, την άνοδο της θερμοκρασίας από 1-23° C και την αύξηση του pH μέχρι 6,5. Αντίθετα αύξηση του ποσοστού της αργίλου και της τύρφης επιδρά αρνητικά στην επίδραση του dazomet. Η άριστη θερμοκρασία για την απολύμανση είναι 15-16° C στα 10 εκ. η εφαρμογή του δε συνίσταται όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από 8° C. επίσης η θερμοκρασία του εδάφους σ' όλη τη διάρκεια της απολύμανσης δεν πρέπει να πέσει κάτω από τους 6° C. Σε αντίθετη περίπτωση το αέριο είναι δυνατό να διεισδύσει σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους και να προκαλέσει αργότερα ζημιές στις καλλιέργειες. Αντίθετα αν η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή το αέριο διαφεύγει πολύ γρήγορα και δεν προλαβαίνει να δράσει. Για καλύτερα αποτελέσματα το έδαφος πρέπει να διατηρείται υγρό για 5-14 ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία, πριν την απολύμανση έτσι ώστε να ενεργοποιηθούν οι ανθεκτικές μορφές των παθογόνων.

Ο χρόνος και η ομοιόμορφη κατανομή του κατά την εφαρμογή είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά του. Η εφαρμογή του dazomet συνήθως γίνεται φθινόπωρο, υπάρχει όμως και η δυνατότητα εφαρμογής του κατά το χειμώνα ή την άνοιξη. Το έδαφος κατά την εφαρμογή θα πρέπει να είναι καλά κατεργασμένο (ψιλοχωματισμένο), υγρό και η θερμοκρασία του να είναι μεγαλύτερη από 10°C. Το dazomet

διασπείρεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια του εδάφους και κατόπιν ενσωματώνεται με φρέζα. Ακολουθεί άρδευση ώστε το έδαφος να παραμείνει υγρό για 7-10 ημέρες. Μετά από αυτό, το έδαφος υφίσταται ελαφρά κατεργασία (αερισμός εδάφους) και πραγματοποιείται έλεγχος φυτρωτικής ικανότητας πριν από τη φύτευση της καλλιέργειας. Αυτό θεωρείται απαραίτητο προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα φυτοτοξικότητας.

Το dazomet ελέγχει ένα ευρύ φάσμα εχθρών εδάφους (μύκητες, έντομα, ζιζάνια). Σύμφωνα με τα δημοσιευμένα ερευνητικά δεδομένα, αυτό καταπολεμά ικανοποιητικά τα ετήσια ζιζάνια *Amaranthus*, *Bilderdykia*, *Chenopodium*, *Digitaria*, *Portulaca*, *Sinapis*, *Striga*, και τα πολυετή *Convolvulus*, *Cynodon* και *Sorghum*.

Το Basamid λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη λόγω των σημερινών τάσεων της γεωργίας στο χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης περί φιλικών στο περιβάλλον φυτοπροστατευτικών προϊόντων και Ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των προβλημάτων στις καλλιέργειες (ICM).

Η δραστική ουσία του Dazomet είναι ένα χαμηλής τοξικότητας (απουσία υγρασίας) απολυμαντικό εδάφους.

Το Dazomet ενεργοποιείται παρουσία υγρασίας ελκύνοντας ισοθειοκυανικό μεθύλιο, αέριο αποδεδειγμένα αποτελεσματικό για τα προβλήματα – στόχους που περιλαμβάνονται στην απολύμανση του εδάφους.

Η αποτελεσματική δράση του Basamid εξασφαλίζεται καταρχήν όταν: 1.τα παθογόνα εδάφους και οι άλλοι εχθροί (έντομα εδάφους, νηματώδεις) βρίσκονται στο πιο ευαίσθητο στάδιο τους και 2. εφαρμόζεται σε ένα βάθος 30-40 εκ. Οι δύο αυτές προϋποθέσεις για την αποτελεσματικότητα του επιτυγχάνονται με τη χρήση νερού και κατάλληλων χειρισμών.

Τρόπος δράσης:

Με ατμούς όπου απελευθερώνονται μετά την πλήρη ανάμιξη του προϊόντος με υγρό έδαφος. Δραστικά αποτελεσματικό σε σπόρους ζιζανίων και οποιοσδήποτε μορφής επιβλαβών εντόμων όπως σιδηροσκώληκες, νηματωδών και μυκήτων όπως *Fusarium*, *Rythium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium* και *Colletotrichum*.

Απολύμανση εδάφους σε κηπευτικά, υπαίθριες καλλιέργειες υψηλών αποδόσεων, σωρούς χώματος, φυτώρια, καλλωπιστικά.

Βασικές καλλιέργειες: τομάτα, αγγούρι, μαρούλι, καρότο, λάχανο, κουνουπίδι, πατάτα, κρεμμύδι, χρυσάνθεμο, γαρίφαλο και άλλα καλλωπιστικά.

Τρόπος εφαρμογής:

Το dazomet εφαρμόζεται στο έδαφος με διασπορά, που προηγουμένως έχει προετοιμασθεί καλά σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βάθος (συνήθως 18-25 εκ αναλόγως τη δυνατότητα της φρέζας) και η υγρασία του βρίσκεται στο 60-70% της υδατοικανότητας του και παραχώνεται με φρεζάρισμα στο επιθυμητό βάθος. Πριν την εφαρμογή το έδαφος πρέπει να παραμείνει υγρό για 8-10 ημέρες. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάβρεγμα του εδάφους με 10-15 λίτρα νερού/ τ.μ., κυλίνδρισμα και κάλυψη με πλαστικό ιδιαίτερα σε ελαφρά εδάφη και σε υψηλές

θερμοκρασίες. Μπορούν επίσης κάτω από το πλαστικό να χρησιμοποιηθούν σωλήνες στάγδην άρδευσης ώστε ποτίζοντας να παραμείνει η υγρασία του εδάφους υψηλή.

Εφαρμογή του σκευάσματος κατά προτίμηση με το ειδικό μηχάνημα ΆΛΦΑ ή με το χέρι (απαραίτητη η χρήση γαντιών), επιθυμητή θερμοκρασία εδάφους 10-25°C σε βάθος 10 εκ.

Ενσωμάτωση αμέσως μετά την εφαρμογή σε βάθος 20εκ. τουλάχιστον.

Πότισμα αμέσως μετά την ενσωμάτωση με υδρονέφωση για διάστημα περίπου μιας ώρας, 7-10λίτρα νερού/ τμ, ή με30-35λιτρα/τμ αναλόγως του τύπου των εδαφών για διάστημα όχι μικρότερο των 3-4ωρών, με σκοπό την διείσδυση του προϊόντος στο επιθυμητό βάθος (35-40εκ) για δημιουργία επιφανειακής κρούστας και διάλυση τυχών επιφανειακών κόκκων.

Κάλυψη όλης της επιφάνειας με πλαστικό.

Ο χρόνος δράσης του απολυμαντικού, του αερισμού και της φύτευσης μετά την εφαρμογή εξαρτάται από την θερμοκρασία, την υγρασία και τον τύπο του εδάφους. Σε βαριά εδάφη ο χρόνος που παρεμβάλλεται από την απολύμανση μέχρι την φύτευση είναι μεγαλύτερος. Κατά την αναμόχλευση του εδάφους για αερισμό θα πρέπει να μην μεταφέρεται έδαφος από τα χαμηλότερα στρώματα γιατί υπάρχει κίνδυνος επαναμόλυνσης.

Παραμονή του πλαστικού στο χωράφι φρεζάρισμα και αερισμός (7 ημέρες για υψηλές θερμοκρασίες και μέχρι 47 ημέρες για τις χαμηλές ώστε να απαλλαγεί από τα τοξικά προϊόντα διάσπασης. Κατά την εφαρμογή και μέχρι τουλάχιστον 2 μέρες μετά ο χρήστης και ο κάθε εισερχόμενος σε αυτό να φορά κατάλληλη μάσκα.

Κρίνονται απαραίτητα τα τεστ βλαστικότητας.

Σπορά, φύτευση ή μεταφύτευση μετά από 25 ημέρες

Χωρίς πλαστικό:

Το προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς πλαστικό σε χωράφια όπου είναι εύκολο να δημιουργηθεί επιφανειακή κρούστα με το νερό της υδρονέφωσης (συνήθως μέσα και βαριά εδάφη) και στα χωράφια όπου τα ζιζάνια δεν αποτελούν σημαντικό πρόβλημα

Ενσωμάτωση αμέσως μετά την εφαρμογή σε βάθος 20 εκ τουλάχιστον

Πότισμα αμέσως μετά την ενσωμάτωση με υδρονέφωση, περίπου 20-40 λίτρα/ τ.μ , αναλόγως του τύπου των εδαφών σε διάστημα όχι μικρότερο των 2 ωρών με σκοπό τη δημιουργία επιφανειακής κρούστας και διείσδυση του προϊόντος στο επιθυμητό βάθος 35-40 εκ. ακολουθεί φρεζάρισμα και αερισμός .

Πλεονεκτήματα:

Έχει ευρύ φάσμα δράσης σε ασθένειες εδάφους (μύκητες, βακτήρια), νηματώδεις, έντομα εδάφους και ζιζάνια. Έχει έγκριση κυκλοφορίας σε πολλές χώρες (Ευρώπη, ΗΠΑ, Ασία, Αφρική, Μέση Ανατολή) και σε πολλές καλλιέργειες και χρήσης. Παρουσιάζει αποτελεσματική και παρατεταμένη διάρκεια δράσης. Δεν παρουσιάζει επιζήμια υπολείμματα στο έδαφος και στις καλλιέργειες αφού αποικοδομείται σε θρεπτικές για τα φυτά ουσίες και προσφέρει άζωτο στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας. Έχει θετική επίδραση στις αποδόσεις

των φυτών και στην ποιότητα των προϊόντων. Δεν αφήνει υπολείμματα στο έδαφος διότι αποικοδομείται τελικά σε μη τοξικά στοιχεία (άνθρακας και άζωτο) και χωρίς καμία περιβαλλοντική επιβάρυνση. Αντιθέτως έχει θετική επίδραση στη βλαστική κατάσταση των φυτών καθώς και στις τελικές αποδόσεις της καλλιέργειας. Είναι εύκολο στη χρήση. Έχει ευεξία στην εφαρμογή αφού η διασπορά του στο έδαφος μπορεί να γίνει οποιαδήποτε εποχή του έτους, με το χέρι (απαραίτητη χρήση γαντιών) ή με το ειδικό μηχάνημα της Άλφα ή με απλά εργαλεία και μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με ηλιοαπολύμανση. Απολυμαίνει ομοιόμορφα όλη την επιφάνεια του εδάφους και σε βάθος. Τέλος δεν έχει δυσμενείς επιδράσεις στους ωφέλιμους οργανισμούς του εδάφους ενώ είναι κατάλληλο για χρήση σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης καλλιεργειών.

Εφόσον διατηρείται στεγνό, δεν είναι τοξικό ή εκρηκτικό, ιδιότητα σημαντική για την αποθήκευση και τη μεταφορά του προϊόντος που εξασφαλίζεται εφόσον ακολουθούνται οι σωστές οδηγίες.

3.2.1.6. Metham sodium

Μοριακό βάρος: 129,18

Σημείο βρασμού: -

Διαλυτότητα g/100g H₂O (°C): 72,2 (20 °C)

Πίεση ατμού mmHg (20 °C): -

Ειδικό βάρος: -

(Εμπορικές ονομασίες : Βαπαζόν AS, Varam, Methosan, Χελλαπάμ 51 SL, Bilton 32,7 SL, Fumathane Blue, Maposol 510, Κλήαρ Σολ κ.α.

Το metham sodium παρασκευάστηκε για πρώτη φορά το 1950.

Είναι στερεό, κρυσταλλικό, άχρωμο. Αποικοδομείται κατά τη θέρμανση. Η διαλυτότητα του στο νερό είναι 578 gr/lit, σε acetone < 0.2188 gr/lit, ethyl acetate < 0.2032 gr/lit, 1,2 dichloroethane <0.2620 gr/lit, n-heptane <0.2126 gr/lit, methanol 33-40 gr/lit, xylene <0.2621 gr/lit. Είναι σταθερό σε αέρα και φως καθώς και σε πυκνά διαλύματα. Αποσυντίθεται κατά την αραίωση και κάτω από όξινα pH. Είναι διαβρωτικό για μπρούτζο, χαλκό και ψευδάργυρο. Είναι υγροσκοπικό. Ο συντελεστής κατανομής σε οκτανόλη / νερό είναι log <-2,9118 στους 20°C. Το metham sodium είναι λευκή κρυσταλλική ουσία με δριμεία οσμή.

Είναι πολύ φυτοτοξικό και το φύτεμα σε απολυμασμένο έδαφος πρέπει να γίνεται μετά από τέλεια απομάκρυνση και των τελευταίων υπολειμμάτων του. Με κανονικές συνθήκες εργασίας αυτό επιτυγχάνεται μετά από 14 ημέρες.

Απολυμαντικό του εδάφους (πριν τη σπορά ή φύτευση καλλιέργειας) με δράση σε μύκητες εδάφους (πύθιο, φυτοφθόρα, φουζάριο, βερτισύλλιο, σκληρωτινία, ριζοκτόνια), νηματώδεις (εκτός από κυστονηματώδεις) και ζιζάνια (βλαστώνοντες σπόροι, Alopecurus, Digitaria, Echinochloa, Poa, Amaranthus, Chenopodium, Lamium, Portulaca, Stellaria, καθώς και τα πολυετή Taraxacum, Convolvulus, Cynodon και Sorghum). Όμως οι μεγάλες ποσότητες σκευάσματος κατά την εφαρμογή, οι απαιτήσεις για άρδευση (με ορισμένη ποσότητα νερού) μετά την εφαρμογή, η μειωμένη αποτελεσματικότητα του εναντίον των ζιζανίων Cyperus και Solanum, ο μεγάλος βαθμός έκπλυσης του αλλά κυρίως η μικρή υπολειμματική του δράση στο έδαφος το καθιστούν λιγότερο προτιμητέο από τους γεωργούς.

Δρα με τους ατμούς του ισοθειοκυανικού μεθυλίου που παράγονται κατά τη διάσπασή του στο έδαφος. Είναι πτητικό και εύκολα διαθέσιμο στους οργανισμούς του εδάφους. Χρησιμοποιείται για περισσότερο από τρεις δεκαετίες αλλά σε μικρότερη έκταση από ότι το βρωμιούχο μεθύλιο.

Καταλληλότερη θερμοκρασία για την εφαρμογή του είναι οι 13-18° C αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία από 7° C μέχρι και πολύ πάνω από τους 20° C. Σε υψηλές θερμοκρασίες το ισοθειοκυανικό μεθύλιο διαφεύγει γρήγορα από το έδαφος με αποτέλεσμα η συγκέντρωσή του να μην φτάνει σε τοξικά επίπεδα. Αντίθετα σε χαμηλές θερμοκρασίες η διάσπαση του metham sodium μπορεί να είναι αργή για να φτάσει η συγκέντρωση του ισοθειοκυανικού μεθυλίου σε τοξικά επίπεδα. Στην πρώτη περίπτωση μπορούμε να καλύψουμε το έδαφος ενώ στη δεύτερη η εφαρμογή του metham sodium πρέπει να αποφεύγεται δεδομένου ότι και η απαλλαγή του εδάφους από τοξικά υπολείμματα δυνατόν να βραδύνει υπερβολικά.

Τρόπος εφαρμογής:

Γίνεται πριν την εγκατάσταση των καλλιεργειών. Το έδαφος που θα απολυμανθεί πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο και να υπάρχει αρκετή εδαφική υγρασία (ρώγος).

Ανάλογα με την έκταση που θα απολυμανθεί, η εφαρμογή μπορεί να γίνει με στάγδην άρδευση, καταιονισμό ή με κατάκλιση ή με ειδικούς εγχυτήρες, με τους οποίους η εφαρμογή γίνεται ομοιόμορφα στις γραμμές σποράς ή φύτευσης που απέχουν μεταξύ τους 15εκ και σε βάθος 20 εκ περίπου. Ο ρυθμός διάχυσης του Metham sodium επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, την υφή, την υγρασία και το pH του εδάφους και την οργανική ουσία του. Η υγρασία του εδάφους κατά την εφαρμογή πρέπει να είναι τουλάχιστον 50-75% της υδατοικανότητας, ενώ η θερμοκρασία του σε βάθος 5-8 εκ πρέπει να κυμαίνεται από 10 μέχρι 30°C. Αμέσως μετά την εφαρμογή πρέπει να γίνεται πότισμα κατά προτίμηση με τεχνητή βροχή ώστε να πάει το M Σ στο επιθυμητό βάθος και να σχηματιστεί επιφανειακή κρούστα, η οποία παρεμποδίζει τη διαφυγή του αερίου ισοθειοκυανικού μεθυλίου στη ατμόσφαιρα.

Οχτώ μέρες μετά την εφαρμογή του M Σ πρέπει να γίνει ένα επιφανειακό φρεζάρισμα για να αεριστεί το χώμα να απομακρυνθεί το φάρμακο από το έδαφος χωρίς όμως να ανακατευτεί με μη μολυσμένο χώμα.

Η σπορά ή η φύτευση των φυτών μπορεί να γίνει μετά από 15 μέρες για έδαφος ελαφριάς ή μέσης σύστασης, ή 20 μέρες για εδάφη βαριά ή υγρά. Αν κατά την εφαρμογή επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, ο χρόνος αυτός επιμηκώνεται στις 30 μέρες.

Είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον ενώ είναι διαβρωτικό. Στον άνθρωπο μπορεί να προκαλέσει εναισθητοποίηση σε επαφή με το δέρμα. Προκαλεί εγκαύματα. Σε επαφή με οξέα ελευθερώνονται τοξικά αέρια. Είναι επιβλαβές σε περίπτωση καταπόσεως.

Είναι πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς. Μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον.

Να μη χρησιμοποιείται όταν η θερμοκρασία είναι πάνω από 32 βαθμούς Κελσίου. Να μη χρησιμοποιείται σε απόσταση μικρότερη των 3 μέτρων από υπάρχουσες καλλιέργειες.

Δεν συνδυάζεται με άλλα σκευάσματα αλλά εφαρμόζεται μόνο του.

Γενικά το ισοκυανιούχο μεθύλιο ασκεί θανατηφόρα δραστηριότητα εναντίον εντόμων, νηματωδών, σπόρων και αγενών αναπαραγωγικών οργάνων των ζιζανίων και μερικών βλαστικών μορφών ομάδων ενδοεδαφικής μικροχλωρίδας (αζωτοδεσμευτικά αερόβια κυτταρολυτικά και ιδιαίτερα απονιτροωτικά). Σε άλλα όμως, ενεργεί διεγερτικά (αζωτοδεσμευτικά αναερόβια και ακτινομύκητες), ενώ εναντίον των μυκήτων η δράση του δεν είναι πλήρης.

Το Metham sodium έχει μέτρια οξεία τοξικότητα στα θερμόαιμα. Ανήκει στην III κατηγορία τοξικών ουσιών.

Οξεία από στόματος στους επίμυες LD₅₀: 1800mg/kg

Οξεία από δέρματος στα κουνέλια LD₅₀: 1800mg/kg

Προκαλεί εγκαύματα στην επιδερμίδα. Πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες συσκευάσματος. Λόγω της μεγάλης υπολλειματικότητας στα φυτά θα πρέπει πριν τη φύτευση να μην υπάρχουν ίχνη υπολειμμάτων του φάρμακου.

Χώρες που έχει άδεια κυκλοφορίας: Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Μεγάλη Βρετανία.

Σε δυο πειράματα που έγιναν από την κα. Τζαβέλα-Κλωνάρη, καθηγήτρια Φυτοπαθολογίας του Α.Π.Θ, το 1999 σε σπορεία αγρού που μολύνθηκαν τεχνητά με τους μύκητες *Rhizoctonia solani* και *Sclerotinia sclerotiorum* το metham sodiumείχε εξ ίσου καλές αποδόσεις με το βρωμιούχο μεθύλιο.

Η Ιταλία είναι ο δεύτερος καταναλωτής, σε παγκόσμια βάση ΒΜ λόγω της εντατικής παραγωγής λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών. Πολλές δραστηριότητες έχουν πραγματοποιηθεί σε μικρή και μεγάλη κλίμακα (Πανεπιστήμιο του Τορίνο, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ιταλίας). Μεταξύ των απολυμαντικών που εξετάστηκαν το dazomet και metham sodium προσφέρουν μια ικανοποιητική αλλά όχι πάντα πλήρη καταπολέμηση των ασθενειών. Καλύτερα αποτελέσματα επιτεύχθηκαν όταν εφαρμόστηκαν κάτω από πλαστικές ταινίες. Καλύπτοντας το χώμα με πλαστικά όχι μόνο μειώνεται η διαφυγή αερίου έχοντας σαν αποτέλεσμα την σχετικά υψηλή συγκέντρωση αερίου στο έδαφος αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα των απολυμαντικών.

3.2.1.7. Potassium N-hydroxymethyl-N-methyldithiocarbamate 41% SI

Εμπορική ονομασία:(Bunema 41 SL)

Απολυμαντικό εδάφους για καταπολέμηση μυκήτων (*Fusarium*, *Verticillium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Armillaria*) και νηματωδών (*Platylenchus*, *Meloidogyne*). Σε μεγάλες δόσεις καταπολεμεί και ζιζάνια.

Εφαρμόζεται σε καλά κατεργασμένο έδαφος, το οποίο πρέπει να βρίσκεται στο ράγο του, σε θερμοκρασία 10-30°C. Η αναγκαία για 100τμ ποσότητα του φαρμάκου αραιώνεται με 100 λίτρα νερό και ποτίζεται ομοιόμορφα με ποπιστήρι. Αμέσως μετά ακολουθεί κατάκλιση του εδάφους με νερό για να εισχωρήσει το φάρμακο σε βάθος. Μετά 15 ημέρες γίνεται αναμόχλευση του εδάφους για να αεριστεί και να φύγουν οι τοξικοί ατμοί του. Η σπορά ή η φύτευση της καλλιέργειας γίνεται αφού περάσουν άλλες 5-6 ημέρες (20-21 ημέρες από την εφαρμογή).

Σήμανση: πολύ τοξικό, επιβλαβές, ερεθιστικό, επικίνδυνο για το περιβάλλον, διαβρωτικό.

Πιθανοί κίνδυνοι για τον άνθρωπο: κίνδυνος σοβαρών οφθαλμικών βλαβών. Μπορεί να προκαλέσει ευαισθητοποίηση όταν εισπνέεται και σε επαφή με το δέρμα. Επιβλαβές σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση καταπόσεως. Ερεθίζει τα μάτια και το δέρμα. Προκαλεί εγκαύματα.

Πιθανοί κίνδυνοι για το περιβάλλον: Βλαβερό για τα παραγωγικά ζώα. Επικίνδυνο για τα πουλιά. Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Περιορισμοί στη χρήση: να μη χρησιμοποιείται σε περιοχές που γειτνιάζουν με επίγεια (λίμνες, ποτάμια) ή υπόγεια αβαθή (γεωτρήσεις) νερά.

3.2.2. Απολυμαντικά εδάφους με περιορισμένο φάσμα δράσης.

Τα απολυμαντικά με ευρύ φάσμα δράσης είναι χημικώς περισσότερο πιο ενεργά και κατά συνέπεια έχουν περισσότερους τρόπους δράσης σ' αντίθεση με τα απολυμαντικά με περιορισμένο φάσμα δράσης που είναι πιο εξειδικευμένα. Ακόμη, τα πρώτα συνήθως δρουν σαν βιοκτόνα, ενώ τα δεύτερα σαν βιοστατικά. Οι δυο αυτές ιδιότητες επηρεάζονται από τη δράση, το χρόνο δράσης, το έδαφος κ.α..

3.2.2.1. 1,3 dichloropropene

Τα υποκαπνιστικά νηματοκτόνα είναι υγρά που όταν προστεθούν στο έδαφος εξαερώνονται και δρουν με ατμούς. Είναι τα πρώτα που χρησιμοποιήθηκαν και καταπολεμούν αποτελεσματικά όλους τους νηματώδεις του εδάφους, τα έντομα και άλλους ζωικούς εχθρούς, αλλά ελάχιστα τους μύκητες και τα βακτήρια.

Μοριακό βάρος: 110,98

Σημείο βρασμού: 104-112

Διαλυτότητα g/100g H₂O (°C): 0,275 (20 °C)

Πίεση ατμού mmHg (20 °C): 18,5-25

Ειδικό βάρος: 1,20

Κν/α: 17,7-24,6 (λόγος βάρους υποκαπνιστικού σε ίσο όγκο νερού και αέρα)

Εμπορική ονομασία: D-D Top 90 EC, Condor Fumigant 91 EC, Telone 94,5 EC, D-D 95 AL

Νηματώδοκτόνο και εντομοκτόνο, που δρα ως υποκαπνιστικό του εδάφους. Η χρήση στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό απέδειξε ότι αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τους νηματώδεις σε καλλιέργειες κηπευτικών θερμοκηπιακές και υπαίθριες, πατάτας και δενδρωδών καλλιεργειών με μία εφαρμογή, 25 ημέρες πριν τη φύτευση της καλλιέργειας.

Καταπολεμά αποτελεσματικά νηματώδεις των γενών: *Meloidogyne*, *Globodera* (κυστονηματώδεις πατάτας), *Heterodera* και *Pratylenchus*. Επίσης έχει μια δευτερεύουσα δράση σύμφυλα (ιουλους) και ορισμένα έντομα εδάφους (σιδηροσκώληκες, κοφτοσκούληκα κ.λπ.) και περιορίζει πολλές ασθένειες των ριζών που οφείλονται σε μύκητες ή βακτήρια όπως σήψεις, φουζαριώσεις, βακτηριώσεις. Δρα επίσης ανασταλτικά στη βλάστηση των σπόρων διαφόρων ζιζανίων.

Η εμπειρία με τη χρήση του 1,3 dichloropropene στην Ελλάδα έδειξε ότι επανήλθαν σε καλλιέργεια εκτάσεις που είχαν βαριές προσβολές από νηματώδεις (Χρυσούπολη- τεύτλα, Ιεράπετρα-θερμοκήπια) και μειώθηκε ο πληθυσμός των 'εύκολων' ζιζανίων, ενώ επίσης μειώθηκε η χρήση μυκητοκτόνων εδάφους.

Χρόνος εφαρμογής:

Μπορεί να εφαρμοστεί οποιαδήποτε εποχή του έτους αρκεί η θερμοκρασία εδάφους να είναι πάνω από 5 μέχρι και 27 °C. Παρόλα αυτά πειραματικά δεδομένα και η εμπειρία από τη χρήση του προϊόντος έδειξαν ότι τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν το προϊόν εφαρμόζεται τις θερμές περιόδους του έτους δηλαδή από Μάρτιο ως και Νοέμβριο. Η εφαρμογή του πρέπει να γίνεται πάντοτε 25 μέρες πριν την εγκατάσταση των φυτών στο έδαφος.

Τρόπος εφαρμογής:

Εφαρμόζεται μόνο με το σύστημα της στάγδην άρδευσης χρησιμοποιώντας το δοσομετρικό μηχάνημα Venturi. Η διαδικασία εφαρμογής περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

Στάδιο 1: οργώνουμε το έδαφος όπου θα γίνει η εφαρμογή του σκευάσματος σε βάθος 20εκ., έτσι ώστε να είναι ψιλοχωματισμένο και χωρίς σβώλους χώματος. Επίσης απομακρύνουμε όλα τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας.

Στάδιο 2: ποτίζουμε το έδαφος με το σύστημα της στάγδην άρδευσης, έτσι ώστε το νερό να εισχωρήσει σε βάθος τουλάχιστον 10 εκ. (10 κυβικά νερό / στρέμμα)

Στάδιο 3: εφαρμόζουμε το σκεύασμα με το ακριβές δοσομετρικό μηχάνημα Venturi με απευθείας έγχυση στον κεντρικό σωλήνα του δικτύου άρδευσης με στόχο το σκεύασμα να εισχωρήσει σε βάθος 10 εκ. (10 κυβικά νερό / στρέμμα).

Αφήνουμε το έδαφος χωρίς καμία καλλιεργητική παρέμβαση για 25 μέρες. Μετά το πέρας των 25 ημερών φυτεύουμε ή μεταφυτεύουμε την καλλιέργεια.

Για σωληνώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολυπροπυλένιο, νάιλον, τεφλόν, πολυαιθυλένιο, ατσάλι, χαλκός. Να μη χρησιμοποιούνται σωλήνες αλουμινίου, ψευδαργύρου, τσίγκου. Σε καμία περίπτωση να μη γίνει αναστροφή της ροής του νερού προς την πηγή και εκχυθεί σκεύασμα σ' αυτή.

Όταν το δοχείο αδειάσει τοποθετείστε το ανάποδα σε ανοικτό χώρο και αφήστε το να εξαερωθεί για μια εβδομάδα.

Να λαμβάνονται όλες οι προφυλάξεις (μάσκα, γάντια, φόρμα κ.λπ.) κατά την εφαρμογή

Μηχανισμός δράσης:

Το Condor είναι υποκαπνιστικό νηματώκτονο και δρα δια επαφής εναντίον των νηματωδών. Εφαρμοζόμενο στο έδαφος διαμέσου των ατμών του, γρήγορα διαπερνά την εδαφική μάζα κινούμενο μέσω των αερίων τμημάτων του εδάφους. Καθώς κινείται στο έδαφος τα μόρια της δραστικής ουσίας διαλύονται στο φιλμ του νερού που περιβάλλει τα εδαφικά μέρη τα οποία έρχονται σε επαφή με τους νηματώδεις με συνέπεια τη θανάτωση αυτών.

Πλεονεκτήματα:

Εφαρμοζόμενο στο έδαφος δρα μέχρι βάθους 35εκ με συνέπεια άριστη καταπολέμηση των νηματωδών.

Λόγω του τρόπου δράσης (ατμοί) διαχέεται σε όλη την έκταση του εδάφους

Δεν είναι διασυστηματικό με συνέπεια να μη δημιουργούνται ανεπιθύμητα υπολείμματα στις καλλιέργειες.

Εξατμίζεται πολύ εύκολα από το έδαφος μετατρέπόμενο έδαφος σε αβλαβείς μεταβολίτες με την επίδραση της ηλιακή ακτινοβολίας.

Αποτελεσματική καταπολέμηση των νηματωδών με μια εφαρμογή πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας με συνέπεια να μην χρειάζεται επιπρόσθετη εφαρμογή νηματωκτόνων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Με την αποτελεσματική καταπολέμηση των νηματωδών εμμέσως προστατεύουμε την καλλιέργεια από προσβολές μυκήτων εδάφους και βακτηρίων.

Φυσικοχημικές ιδιότητες Condor:

Δραστική ουσία: 1,3 dichloropropene 91% β/β
Χρώμα: άχρωμο προς ελαφρύ κίτρινο
Πίεση ατμών: 23mm Hg / 20°C – εύφλεκτο

Τοξικολογικά στοιχεία:

Οξεία τοξικότητα δια στόματος:	LD50: 150 mg/ kg
Οξεία τοξικότητα από δέρματος:	LD50: 1200 mg/kg βάρος σώματος
Οξεία τοξικότητα από αναπνοής:	LD50: NOEL 2,7 –3,07 mg/lit αέρος (4 ώρες)
Ερεθισμός δέρματος:	αμελητέος έως μέτριος
Ερεθισμός ματιών:	μέτριος

Σήμανση:

Η 1,3 dichloropropene ανήκει στην κατηγορία I τοξικών. Είναι ουσία τοξική για τον άνθρωπο και τα φυτά.

Εύφλεκτο

Βλαβερό από αναπνοής και σε επαφή με το δέρμα

Τοξικό σε περίπτωση κατάποσης

Ερεθιστικό στα μάτια, αναπνευστικό σύστημα και δέρμα

Μπορεί να προκαλέσει ευαισθησία στο δέρμα

Φυτοτοξικότητα:

Το προϊόν δεν είναι φυτοτοξικό αν χρησιμοποιηθεί 3-4 εβδομάδες πριν τη σπορά ή φύτευση της καλλιέργειας. Να μη χρησιμοποιείται σε βαριά αργιλώδη εδάφη. Το έδαφος δεν πρέπει να έχει οσμή από το φάρμακο όταν πρόκειται να σπαρεί ή να φυτευτεί καλλιέργεια.

Στην Ιταλία διενεργήθηκαν κάποιες έρευνες όπου παρατηρήθηκε ότι η χρήση ενός νηματοδοκτόνου ήταν αποτελεσματική όταν αυτοί οι νηματώδεις ήταν τα μόνα φυτοπαθογόνα εδάφους. Σε αυτή την περίπτωση έγχυση χαμηλής ταχύτητας του 1,3 Dichloropropene σε βάθος 35 εκ αντί 18-20εκ όπως γίνεται συνήθως, σε συνδυασμό με ηλιοαπολύμανση, ήταν χρήσιμη για την καλή αντιμετώπιση των νηματωδών και σε ένα βαθύτερο προφίλ εδάφους.

Άδεια κυκλοφορίας έχουν: Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Μεγάλη Βρετανία, Γιουγκοσλαβία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Σουηδία.

3.2.2.2. Oxamyl

Τα νηματοκτόνα της κατηγορίας αυτής είναι νεότερα των υποκαπνιστικών και συνήθως είναι αποτελεσματικά κατά των νηματωδών, των εντόμων και των ακάρεων αλλά όχι κατά των μυκήτων, των βακτηρίων και των ζιζανίων. Ορισμένα από αυτά είναι διασυστηματικά αλλά η διάρκεια ζωής τους είναι περιορισμένη. Έχουν το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιούνται σε μικρές δόσεις, η εφαρμογή τους είναι εύκολη. Έχουν μικρή φυτοτοξικότητα μα είναι περισσότερο τοξικά στα θερμόαιμα και χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή στη χρησιμοποίησή τους. Τα μη υποκαπνιστικά νηματοκτόνα δεν είναι πολύ τοξικά στους νηματώδεις και η αποτελεσματικότητά τους οφείλεται περισσότερο στην αλλαγή συμπεριφοράς παρά στο θάνατο των νηματωδών.

Σκευάσματα: Rocket 5 GR, Vydate 10 GR, Vydate 24 SL

Διασυστηματικό καρβαμιδικό εντομοκτόνο, νηματωδοκτόνο και ακαρεοκτόνο επαφής και στομάχου με ακροπέταλη αλλά και ικανοποιητική βασιπέταλη κίνηση. Ανήκει στις καρβαμιδικές ενώσεις. Καταπολεμά και τις κινητές μορφές των τετρανύχων. Αναστέλλει τη δράση της χολινεστεράσης. Σε καθαρή μορφή είναι κρυσταλλικό σώμα, με ελαφρά οσμή θείου. Είναι ευδιάλυτο στο νερό περίπου 250g/l στους 25°C. Τα υδατοδιαλύματα του αποδομούνται αργά αλλά ο αερισμός, το ηλιακό φως, το αλκαλικό περιβάλλον και η ανυψωμένη θερμοκρασία επιταχύνουν την αποδόμηση. Η υπολειμματική του διάρκεια στο έδαφος είναι 17 ημέρες. Διασπάται στο φως και οι ψεκασμοί να γίνονται το απόγευμα.

Εφαρμόζεται στο έδαφος, σ' όλη την έκταση πριν τη σπορά ενώ ακολουθεί ενσωμάτωση σε βάθος 10 εκ. η σπορά πρέπει να γίνει το πολύ σε 3-4 ημέρες.

Το θερμοκήπιο θα πρέπει να αερίζεται καλά καθώς και να είναι υψηλή η θερμοκρασία. Καταπολεμά αλευρώδεις, αφίδες, θρίπες, δορυφόρος, λιριόμυζα, νηματώδεις, τετράνυχοι, ακάρεα, νάρκη. Χρήση σε καλλιέργειες: αγγούρι, καρότο, κολοκύθι, μελιτζάνα, πιπεριά, τομάτα, σέλινο, φασόλι, αχλαδιά, μηλιά, κερασιά, ροδακινιά, γκρέιπ φρούτ, λεμονιά, μανταρινιά, πορτοκαλιά, φράπα, καπνός, φράουλα.

Τοξικότητα

Έχει μεγάλη τοξικότητα. Ανήκει στην I κατηγορία τοξικών ουσιών.

Οξεία στόματος στους επίμυες LD₅₀:5,4mg/Kg

Είναι επίσης τοξικό αρκετά τις μέλισσες.

Άδεια κυκλοφορίας έχουν η Ελλάδα, Η.Π.Α., Μεγάλη Βρετανία

3.2.2.3. Aldicarb

Εμπορικό όνομα Temik 10G.

Διασυστηματικό καρβαμιδικό νηματωδοκτόνο, εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο. Εφαρμόζεται ως απολυμαντικό στο σπορείο, σ' όλη την έκταση μόνο σε καλλιέργεια καπνού.

Τα μη υποκαπνιστικά νηματωδοκτόνα όπως το aldicarb , δεν διαπερνούν ενεργητικά το έδαφος. Ενώ μετακινούνται μερικώς με την εδαφική υγρασία, χρειάζονται μηχανική ενσωμάτωση για την άριστη φυτοπροστασία.

Μεταξύ 1997 και 2003 έγιναν 29 πειράματα που αφορούσαν την καταπολέμηση του Χρυσονηματώδη (Globodera sp). Στα τεμάχια χωρίς τη χρήση aldicarb ο πληθυσμός του νηματώδη ήταν και μέχρι εκατό φορές μεγαλύτερος του αρχικού του πληθυσμού.

Δεν πρέπει να αναμιγνύεται με αλκαλικές ουσίες. Στο έδαφος η τοξική του δράση εξαφανίζεται μετά από δυο μήνες περίπου.

3.2.2.4. Ethoprop

Εμπορική ονομασία: Mocap 72 EC και Mocap10GR.

Κοκκώδες οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο – νηματωδοκτόνο. Έχει μεγάλη διάρκεια δράσης σε χρυσονηματώδεις, σε σιδηροσκώληκες, καραφατμέ, κρεμμυδοφάγος, ασπροσκώληκες, διάφορα κολεόπτερα, προνύμφες λεπιδοπτερών. Η αποτελεσματικότητα του ελαττώνεται με την αύξηση της οργανικής ουσίας. Ο χρόνος ημιζωής σε όξινα εδάφη (pH 4,5) βρέθηκε 87 μέρες και σε αλκαλικά (pH 7,2) 14-28 μέρες.

Η χρήση του δεν επιτρέπεται σε καλλιέργειες μικρού βιολογικού κύκλου αλλά σε καλλιέργειες όπως της αραχίδας, εσπεριδοειδή, αραβόσιτος, σε κηπευτικά, πατάτα και σε φυτώρια.

3.2.2.5. Fenamiphos

Το Fenamiphos (σκεύασμα Nemasur) είναι οργανοφωσφορικό, διασυστηματικό νηματώδοκτόνο με δευτερεύουσα εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο δράση. Αδρανοποιεί την χολινεστεράση. Σε καθαρή μορφή είναι λευκό με κρυσταλλικό σώμα. Είναι σταθερό σε pH 5-7, υδρολύεται όμως σε ισχυρώς όξινο ή αλκαλικό περιβάλλον.

Εφαρμογή:

Εφαρμόζεται στο έδαφος σε όλη την επιφάνεια με το νερό της στάγδην άρδευσης, είτε σε λωρίδες όταν είναι σε κοκκώδη μορφή. Μεγάλη υπολλειματικότητα στα φυτά. Δεν μετακινείται βαθιά στο χώμα λόγω της μεγάλης προσρόφησής του από την οργανική ουσία και γι' αυτό η αποτελεσματικότητά του στους νηματώδεις με κύστες είναι περιορισμένη.

Τοξικότητα

Έχει πολύ μεγάλη τοξικότητα. Ανήκει στην I κατηγορία τοξικών ουσιών. Οξεία από στόματος από επιμύες LD₅₀:15,3 mg/Kg.

Είναι πολύ τοξικό για τις μέλισσες και τα ψάρια.

Πριν την φύτευση θα πρέπει να γίνεται έλεγχος με βιοδοκιμή με σπέρματα καρδάμου ώστε να αποφεύγονται μεγάλες δόσεις φαρμάκου στο έδαφος κατά την φύτευση.

Χώρες που έχει άδεια κυκλοφορίας: Γαλλία, Ελλάδα, Ιταλία

3.2.2.6 Fosthiazate

Εμπορικό όνομα Nemathorin 10GR, οι κόκκοι του σκευάσματος είναι με βάση την άργιλο ενώ η περιεκτικότητα του σε δραστική ουσία είναι 10%.

Είναι στερεό, χρώματος μπλε, με ελαφρά οσμή μερκαπτάνης.

Οργανοφωσφορικό νηματωδοκτόνο επαφής και στομάχου, για την καταπολέμηση των κομβονηματωδών (*Meloidogyne* spp.) σε καλλιέργειες τομάτας (υπαίθριες ή θερμοκηπίου) και των κυστεονηματωδών (*Globodera* spp.) σε καλλιέργειες πατάτας. Δρα στο νευρικό σύστημα των νηματωδών. Στην αρχή δρα δια επαφής προκαλώντας παράλυση στους νηματώδεις η οποία καταλήγει στο θάνατο τους. Με τον τρόπο αυτό εμποδίζει άμεσα την κίνηση τους στο έδαφος και την προσβολή των ριζών. Θάνατοι των νηματωδών αρχίζουν να παρατηρούνται από την 3^η μέρα της εφαρμογής και μετά, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτωσης παρατηρείται μεταξύ της 9^{ης} και της 17^{ης} ημέρας από την εφαρμογή. Η διάρκεια προστασίας των ριζών από νηματώδεις υπολογίζεται σε 12-16 εβδομάδες.

Η δράση του fosthiazate εκτείνεται από το δεύτερο προνυμφικό στάδιο μέχρι την είσοδο στις ρίζες και στην συνέχεια μέχρι την φάση της εξάπλωσης, όταν τα θηλυκά έχουν αναπτυχθεί τόσο που να αρχίζουν να σχηματίζουν κύστες.

Η απελευθέρωσή του στο έδαφος αυξάνεται όταν υπάρχει ένα μικρό ποσοστό υγρασίας το οποίο εξασφαλίζει την εύκολη διάλυση του προϊόντος και την διάχυση του στο έδαφος. Υπό συνθήκες πολύ μεγάλης ξηρασίας είναι πολύ πιθανόν να χρειαστεί κάποια άρδευση ώστε να διευκολυνθεί η δράση του fosthiazate. Η θερμοκρασία και το pH του εδάφους, όταν κυμαίνεται μεταξύ 5 και 8,5 δεν επηρεάζουν την δράση του fosthiazate.

Εφαρμόζεται με ομοιόμορφο διασκορπισμό των κόκκων στο έδαφος και ενσωμάτωση σε βάθος 10-15 εκ. στη συνέχεια ποτίζεται ώστε να διαλυθεί καλύτερα καθώς και να διαχυθεί καλύτερα. Εφαρμόζεται μέχρι 3 μέρες πριν τη φύτευση.

Διαθέτει γρήγορη δράση, ελέγχοντας ταχύτητα τους νηματώδεις.

Η δράση του σκευάσματος είναι ανεξάρτητη του εδάφους καθώς και του pH (μεγάλο εύρος 5,0-8,5).

Έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την παραγωγή της πατάτας ως 15% σε περιπτώσεις υψηλών πληθυσμών και ως 25% σε περιπτώσεις μέτριων πληθυσμών νηματωδών.

Ελέγχει τον πολλαπλασιασμό των νηματωδών αποτελώντας έτσι ένα πολύ καλό μέσο διαχείρισης και ελέγχου των πληθυσμών των νηματωδών.

Επιδεικνύει εξαιρετικό οικοτοξικολογικό και τοξικολογικό προφίλ, πράγμα που το κάνει ιδανικό προϊόν για χρήση σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης των εχθρών των καλλιεργειών.

Χαρακτηρίζεται από πολύ καλό τοξικολογικό προφίλ, θεωρείται απλώς βλαβερό.

Τοξικολογικά και οικοτοξικολογικά χαρακτηριστικά:

Το fosthiazate ανήκει στην κατηγορία III τοξικών ουσιών.

Οξεία τοξικολογικά χαρακτηριστικά:

από στόματος (LD₅₀mg/kg): 440 σε αρσενικούς αρουραίους και 230 θηλυκούς αρουραίους,

από δέρματος (LD₅₀mg/kg): 2000 σε κουνέλι,

είναι μέτρια ερεθιστικό για το δέρμα, ελάχιστα ερεθιστικό για τα μάτια

Δεν είναι τερατογόνο ούτε καρκινογόνο και ούτε προκαλεί μεταλλάξεις.

Δεν βλάπτει τα ωφέλιμα αρθρόποδα του εδάφους.

Έχει αμελητέα επίδραση (ασφαλές) στους πληθυσμούς των γαιοσκωλήκων.

Είναι πολύ τοξικό για τις μέλισσες και τα υδρόβια ασπόνδυλα, για τα πτηνά όχι όμως για τα ψάρια.

Χώρες που έχει άδεια κυκλοφορίας: Γερμανία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία., Μεγάλη Βρετανία, Γαλλία

4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ

4.1. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ

Τα απολυμαντικά διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά τόσο ως προς τις ομάδες των παθογόνων στις οποίες είναι τοξικά όσο και ως προς το βαθμό τοξικότητας στα παθογόνα κάθε ομάδας. Επίσης η τοξικότητα ενός απολυμαντικού είναι διαφορετική στα διάφορα μέρη ενός παθογόνου και τέλος διαφορετική ανάλογα με το βαθμό ωριμότητας κάθε μέρους.

Από τα παθογόνα του εδάφους περισσότερο ευαίσθητα στα απολυμαντικά είναι οι νηματώδεις, ακολουθούν οι μύκητες και τέλος τα βακτήρια. Οι ιοί δεν καταπολεμούνται με χημικά απολυμαντικά, εκτός εκείνων που μεταφέρονται με νηματώδεις, οι οποίοι αντιμετωπίζονται έμμεσα με την καταπολέμηση των νηματωδών που τους μεταφέρουν. Από τους νηματώδεις ευκολότερα καταπολεμούνται οι ελεύθεροι και δυσκολότερα αυτοί που βρίσκονται μέσα στις ρίζες ή σχηματίζουν κύστες. Επίσης ευκολότερα καταπολεμούνται οι προνύμφες, ακολουθούν οι λευκές κύστες και οι καφέ (ώριμες) κύστες. Οι δυσκολίες που παρουσιάζονται στην πράξη στην καταπολέμηση των νηματωδών με ΒΜ συνήθως δεν οφείλονται στη μικρή τοξικότητα του αλλά σε άλλους λόγους. Από τους μύκητες πολύ ευαίσθητοι είναι εκείνοι των μυκορριζών, ακολουθούν οι φυκομύκητες και τέλος έρχονται οι ανώτεροι μύκητες. Περισσότερο ευαίσθητο είναι το μυκήλιο, ακολουθούν τα σπόρια και τέλος, τα σκληρώτια. Μεταξύ των βακτηρίων ανθεκτικότερα είναι τα σπορογόνα όπως τα *Azotobacter* και λιγότερο τα μη σπορογόνα, όπως τα *Nitrosomonas* και όλα τα φυτοπαθογόνα. Η οροβάγχη καταπολεμάτε σχετικά εύκολα με τα γενικά απολυμαντικά και μερικώς με τα νηματοκτόνα. Από τα ζιζάνια άλλα είναι ευαίσθητα σε πολλά απολυμαντικά γενικά και μη και άλλα αντέχουν ακόμη και στο ΒΜ (μολόχα, κ.α.). Γενικά τα βαθύρριζα ζιζάνια καταπολεμούνται δυσκολότερα.

Έχει βρεθεί ότι για πολλούς μικροοργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των μυκήτων και των νηματωδών, το αποτέλεσμα ενός τοξικού παράγοντα, εντός ορισμένων ορίων, είναι γραμμική συνάρτηση του γινομένου CT της συγκέντρωσης (C) επί το χρόνο (T). Δεδομένου ότι η συγκέντρωση του απολυμαντικού στο έδαφος συνεχώς μεταβάλλεται το γινόμενο CT θα πρέπει να θεωρηθεί ως άθροισμα των επί μέρους γινομένων $C_1 \times T_1 + C_2 \times T_2 \dots$. Η έκθεση δηλαδή ενός μικροοργανισμού σε μικρή συγκέντρωση για μικρό χρονικό διάστημα, έχει περίπου το αυτό αποτέλεσμα εάν το γινόμενο CT είναι το ίδιο. Εντούτοις, συγκεντρώσεις ενός απολυμαντικού κάτω από ένα όριο, για ένα μεγάλο διάστημα, δεν έχουν αποτέλεσμα, όταν ο μικροοργανισμός έχει την ικανότητα να διασπά ή να αποβάλλει το απολυμαντικό με την ταχύτητα που εισέρχεται. Επίσης, συγκεντρώσεις πάνω από ένα όριο, για μικρό χρονικό διάστημα, δεν είναι αποτελεσματικές, εάν η πρόσληψη του απολυμαντικού δεν είναι ανάλογος προς την εξωτερική συγκέντρωση. Από σχετική μελέτη που έγινε όσον αφορά στην επίδραση διαφόρων γινομένων CT ΜΒ σε διάφορους μύκητες, για συγκεντρώσεις ΜΒ από 5-30 μl/l, προέκυψε ότι, το γινόμενο CT που απαιτείται για 90% αποτελεσματικότητα είναι μικρότερο στις υψηλές συγκεντρώσεις και αν εξαιρεθεί η συγκέντρωση 5μl ΜΒ/l, υπάρχει σχετική ομοιομορφία όσον αφορά στα CT με αποτελεσματικότητα 90% που αντιστοιχούν στις διάφορες συγκεντρώσεις ΜΒ.

4.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΕΡΙΑ, ΥΓΡΗ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΗ ΦΑΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η κατανομή αυτή εξαρτάται από τους λόγους K υγρή φάση /αέρια φάση ($K_{u/a}$) και K στερεή φάση /υγρή φάση ($K_{s/v}$). Ο λόγος $K_{u/a}$ εκφράζει την αναλογία βάρους του απολυμαντικού που είναι διαλυμένο στο νερό προς το βάρος του απολυμαντικού που βρίσκεται σε ίσο όγκο αέρα. Ο λόγος $K_{s/v}$ εκφράζει την αναλογία του απολυμαντικού που είναι προσροφημένο στη στερεή φάση προς εκείνο που είναι διαλυμένο στην υγρή. Οι λόγοι αυτή διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των απολυμαντικών, αλλά, για το ίδιο απολυμαντικό και για ορισμένη θερμοκρασία, είναι σταθεροί για μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων. Ο $K_{u/a}$ κυμαίνεται από <1 έως $>1.000.000$, ενώ ο $K_{s/v}$ κυμαίνεται σε στενότερα όρια. Όπως είναι φανερό οι λόγοι $K_{u/a}$ και $K_{s/v}$ εξαρτώνται από την τάση ατμών των απολυμαντικών, την διαλυτικότητα τους στην υγρή φάση και την τάση τους να προσροφούνται από τη στερεά φάση. Με την άνοδο της θερμοκρασίας η τάση ατμών αυξάνει και επομένως ο λόγος $K_{u/a}$ μικραίνει.

Η προσρόφηση, που παίζει σπουδαίο ρόλο στην αποτελεσματικότητα των απολυμαντικών, λαμβάνει χώρα κυρίως στην οργανική ουσία και λιγότερο στην άργιλο. Η προσρόφηση είναι φυσική και αφορά τις μη ιονιζόμενες ουσίες και χημική και αφορά τις ιονιζόμενες. Η άργιλος ασκεί: α) ισχυρή προσρόφητική δύναμη στα οργανικά κατιόντα και ελαττώνεται όσο μειώνεται το θετικό φορτίο, β) ασθενή έως μέτρια προσροφητική δύναμη στα ανιόντα, που αυξάνει με την αύξηση του θετικού φορτίου και γ) ισχυρή προσροφητική δύναμη στα μη ιονιζόμενα απολυμαντικά, όταν είναι ξηρή και ασθενή ή καθόλου όταν είναι υγρή. Η προσροφητική δύναμη της άργιλου για τις ιονιζόμενες και μη ουσίες αυξάνει όσο μειώνεται το pH. Η οργανική ουσία προσροφά όλα τα απολυμαντικά εδάφους ιονιζόμενα και μη. Η προσρόφηση από την οργανική ουσία είναι βραδύτερη αλλά είναι λιγότερη αντιστρεπτή από την άργιλο. Είναι φυσικό ότι το μέρος του απολυμαντικού, που προσροφάτε μόνιμα, καθίσταται αδρανές.

4.3. ΔΙΑΧΥΣΗ

Η διάχυση των απολυμαντικών, δια μέσου της αέριας, υγρής και στερεής φάσης του εδάφους, ακολουθεί το νόμο του Fick κατά τον οποίο η διάχυση μιας ουσίας μέσα από κάποιο υλικό εξαρτάται από τη συγκέντρωση της ουσίας επί το συντελεστή διάχυσης μέσα στο συγκεκριμένο υλικό. Ο συντελεστής διάχυσης των απολυμαντικών στον αέρα είναι 10.000 έως 30.000 φορές μεγαλύτερος του συντελεστή διάχυσης στο νερό. Συνεπώς, απολυμαντικά με λόγο $K_{u/a} < 10.000$ διαχέονται κυρίως μέσω του αέρα, ενώ απολυμαντικά με $K_{u/a} > 30.000$ διαχέονται κυρίως μέσω του νερού. Λόγω της πολύ μεγαλύτερης διάχυσης των απολυμαντικών μέσω του αέρα, όταν οι λόγοι $K_{u/a}$ και $K_{s/v}$ είναι μεγάλοι (μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και μεγάλη προσρόφηση στη στερεά φάση), η διάχυση είναι περιορισμένη. Το MB με $K_{u/a} < 10$ κινείται τόσο γρήγορα που διαφεύγει σε μερικές ώρες ή μέρες. Η χλωροπικρίνη, το EDB, το 1,3-D και το MIT με $K_{u/a} < 100$ διαφεύγουν σε λίγες εβδομάδες. Το DBCP κ.α με $100 < K_{u/a} < 2.000$ μπορούν να μείνουν στο έδαφος περισσότερο από ένα χρόνο.

4.4. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας επηρεάζουν ουσιαστικά την αποτελεσματικότητα των υποκαπνιστικών. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την τοξικότητα των υποκαπνιστικών, τη διάχυση και τη διάσπαση τους. Αντίθετα με την αύξηση της θερμοκρασίας ελαττώνεται η προσρόφηση τους από την υγρή και στερεή φάση του εδάφους. Συνήθως περισσότερο απ' όλα επηρεάζεται η τοξικότητα, αλλά όχι στον ίδιο βαθμό σ' όλα τα υποκαπνιστικά. Για το MB π.χ. έχει βρεθεί ότι στη συγκέντρωση των 25.000 μl/l η τοξικότητα του είναι γραμμική συνάρτηση της θερμοκρασίας.

Γενικά η αποτελεσματικότητα των υποκαπνιστικών στην πράξη είναι μειωμένη στις χαμηλές θερμοκρασίες. Περισσότερο επηρεάζονται η χλωροπικρίνη, το διβρωμιούχο αιθυλένιο και το διβρωμοχλωροπροπένιο. Σημαντικά μειώνεται η αποτελεσματικά τους σε βάθος, ενώ αυξάνει ο χρόνος διαφυγής των υπολειμμάτων από το έδαφος. Παρ' όλα αυτά η αποτελεσματικότητα των υποκαπνιστικών είναι πολύ καλή σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή τους τουλάχιστον στα νότια διαμερίσματα της χώρας μας σχεδόν όλο το χρόνο.

4.5. ΥΓΡΑΣΙΑ

Η ευπάθεια όλων των παθογόνων αυξάνει με την αύξηση της υγρασίας. Αυτό οφείλεται κατ' άλλους στον εντονότερο μεταβολισμό, κατά τον οποίο οι πρωτεΐνες των ιστών ενυδατώνονται και γίνονται ευπαθέστερες, κατ' άλλους στην ευχερέστερη διείσδυση των ατμών των υποκαπνιστικών στο εσωτερικό των κυττάρων. Η υψηλή υγρασία εξάλλου επηρεάζει τη διάχυση και την προσρόφηση των υποκαπνιστικών. Καλή διάχυση των υποκαπνιστικών λαμβάνει χώρα όταν η υγρασία είναι -0,6 έως -15 bars. Πολύ υψηλή σχετική υγρασία (<-0,6 bars) ιδιαίτερα στα συνεκτικά και χουμώδη εδάφη περιορίζει το πορώδες και ελαττώνει υπερβολικά τη διάχυση των υποκαπνιστικών. Αν τα ίδια εδάφη είναι ξηρά ενδέχεται η προσρόφηση να είναι πολύ υψηλή. Η υψηλή σχετική υγρασία του εδάφους είναι δυσμενέστερη για τα απολυμαντικά με χαμηλή πτητικότητα ενώ τα πολύ απολυμαντικά επηρεάζονται λιγότερο. Γενικά ο ρόλος της υγρασίας είναι αρκετά περίπλοκος και υπάρχει αρκετή σύγχυση στη σχετική βιβλιογραφία δεδομένου ότι οι διάφοροι ερευνητές δίνουν διαφορετική έννοια στους όρους υψηλή και χαμηλή σχετική υγρασία. Βέβαιο είναι ότι όλα τα απολυμαντικά δρουν ικανοποιητικά όταν το έδαφος είναι στο ρώγο του και ότι η υψηλή υγρασία παρατείνει τη διαφυγή των υποκαπνιστικών, άλλων περισσότερο, όπως η χλωροπικρίνη και το 1,3- διχλωροπροπένιο και άλλων λιγότερο, όπως το MIT και τα συγγενή του.

4.6. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η μηχανική σύσταση του εδάφους επηρεάζει τη διάχυση και την προσρόφηση των υποκαπνιστικών και φυσικά την αποτελεσματικότητά τους. Στα ελαφρά εδάφη η διάχυση των απολυμαντικών είναι ταχύτερη, η προσρόφηση πολύ μικρότερη και η αποτελεσματικότητα τους καλύτερη. Στα βαριά εδάφη για τους αντίθετους λόγους η αποτελεσματικότητα των υποκαπνιστικών είναι περιορισμένη και η διάρκεια διαφυγής των υπολειμμάτων πολύ μεγαλύτερη. Για ένα βαρύ έδαφος είναι δυνατόν να απαιτηθούν πολλαπλάσιες δόσεις απολυμαντικού απ' ότι σ' ένα ελαφρύ. Τα εδάφη με μεγάλο ποσοστό οργανικής ουσίας συμπεριφέρονται κατά τρόπο ανάλογο προς τα βαριά. Από τα στερεά συστατικά του εδάφους η οργανική ουσία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας προσρόφησης των υποκαπνιστικών και των προϊόντων αποσύνθεσης τους. Όπως είναι φυσικό, οι δυσμενείς επιδράσεις των βαριών και πλούσιων σε οργανική ουσία εδαφών στη διακίνηση των απολυμαντικών αφορά κυρίως τα λιγότερα πτητικά απολυμαντικά και δευτερευόντως τα πολύ πτητικά. Γενικά στα βαριά και χουμώδη εδάφη συνίσταται αύξηση δόσης, εφαρμογή σε κοντινότερες γραμμές και παράταση του χρόνου διαφυγής των υπολειμμάτων.

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Τα περισσότερα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι τοξικά όχι μόνο για τα παράσιτα των καλλιεργειών αλλά και για τον άνθρωπο και γενικά για οργανισμούς μη στόχους επειδή πολλά από αυτά δεν έχουν επιλεκτική δράση. Για μεν τον χρήστη τα προβλήματα δημιουργούνται κυρίως από κακή χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και τη έκθεσή του σε αυτά για δε τον καταναλωτή από ενδεχόμενα, εκτός των προβλεπομένων ορίων, υπολείμματα αυτών στα τρόφιμα.

5.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Από την αρχή της χρησιμοποίησης των απολυμαντικών παρατηρήθηκε ότι η ανάπτυξη των φυτών ήταν πολύ ζωηρότερη ακόμη και όταν το έδαφος που απολυμάνθηκε δεν ήταν μολυσμένο. Το φαινόμενο αυτό έχει παρατηρηθεί με όλους τους τρόπους απολύμανσης (ατμός, χημική απολύμανση, κ.τ.λ.) και με όλα τα χημικά απολυμαντικά ευρέως φάσματος. Οι εξηγήσεις που έχουν δοθεί κατά καιρούς είναι κυρίως οι εξής: α) ίχνη απολυμαντικού ή προϊόντων διάσπασης, που παραμένουν στο έδαφος, ενδεχομένως ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών (ολιγοδυναμική θεωρία), β) τα απολυμαντικά ευνοούν έμμεσα ή άμεσα ορισμένα βακτήρια του εδάφους που με τη σειρά τους ασκούν άμεση ή έμμεση ευνοϊκή επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών, γ) το διαθέσιμο άζωτο κυρίως αμμωνιακό, αυξάνει με την απολύμανση και συχνά συντελεί στη ζωηρότερη ανάπτυξη των φυτών κ.α.

Σε πολλές περιπτώσεις έχουν παρατηρηθεί και δυσμενείς επιπτώσεις από την απολύμανση. Αυτές δυνατόν να είναι: α) αύξηση των ζημιών από ασθένειες, β) τοξικότητα και γ) μειωμένη ανάπτυξη των φυτών. Η αύξηση των ζημιών είναι δυνατόν να οφείλεται: α) σε επιμολύνσεις από διάφορους μύκητες που αυξάνονται πολύ γρήγορα λόγω του βιολογικού κενού που δημιουργείται και β) σε μειωμένη αποτελεσματικότητα των απολυμαντικών σε ορισμένα παθογόνα, τα οποία μετά την απολύμανση δυνατόν να αναπτυχθούν γρήγορα και να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές. Η τοξικότητα δυνατόν να οφείλεται σε υπολείμματα των απολυμαντικών ή των προϊόντων διάσπασής τους όπως χλωροαλλυλική αλκοόλη από το 1,3 διχλωροπροπένιο κ.α. και σε αύξηση της συγκέντρωσης ορισμένων θρεπτικών στοιχείων του εδάφους π.χ. αμμωνία Μπ κ.α. σε τοξικά επίπεδα. Η κακή ανάπτυξη συχνά οφείλεται στην καταστροφή των μυκορριζών. Οι μύκητες αυτοί καταστρέφονται ευκολότερα από τα παθογόνα του εδάφους κατά την απολύμανση, με αποτέλεσμα να μη σχηματίζονται μυκορριζες και να περιορίζονται οι δυνατότητες των φυτών να απορροφούν τα θρεπτικά στοιχεία και ιδιαίτερα το φώσφορο.

5.2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Πέρα από την καταστροφή των διαφόρων παθογόνων, η απολύμανση προκαλεί μεταβολές στη βιολογική ισορροπία και τη φυσικοχημική σύσταση του εδάφους που ενδέχεται να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην καλλιέργεια που θα ακολουθήσει. Μεγαλύτερη επίδραση στο εδαφοοικοσύστημα έχουν τα υποκαπνιστικά, με δείκτη τοξικότητας 2,4-3,8, ακολουθούν τα μυκητοκτόνα, με δείκτη τοξικότητας 1,2-2,7 και τέλος τα εντομοκτόνα με 0,7-1,6.

Αποστείρωση του εδάφους με χημικά απολυμαντικά ή έστω πλήρης καταστροφή ενός συγκεκριμένου μικροοργανισμού, παθογόνου ή μη, είναι πρακτικά αδύνατη. Αντίθετα η εφαρμογή γενικών απολυμαντικών προκαλεί κατακόρυφη μείωση του αριθμού όλων των μικροοργανισμών (μύκητες, βακτήρια, ακτινομύκητες, κ.ά) που ακολουθείται από γρήγορη ανάκαμψη του αριθμού των βακτηρίων σε επίπεδα πολύ υψηλότερα από εκείνα πριν την απολύμανση και σε προοδευτική αλλά σταθερή ανάκαμψη των λοιπών μικροοργανισμών. Οι μύκητες των μυκορριζών και οι παθογόνοι μύκητες είναι ευπαθέστεροι από τους μη παθογόνους. Τα μη σπορογόνα βακτήρια, όπως τα νιτροποιητικά, είναι ευπαθέστερα από σπορογόνα, όπως τα αμμωνιοποιητικά. Οι ακτινομύκητες ελαττώνονται ανάλογα με τα λοιπά βακτήρια αλλά η ανάκαμψή τους είναι βραδύτερη. Αρχική μείωση και μεταγενέστερη αύξηση παρατηρείται και στους νηματώδεις και αποδίδεται: α) στο μικρότερο ανταγωνισμό για την εξεύρεση τροφής, β) στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών που συντελεί στη διάθεση περισσότερης τροφής γ) στη καταστροφή φυσικών εχθρών τους, κ.α. τα μυκητοκτόνα έχουν διαφορετική επίδραση το καθένα στους μικροοργανισμούς του εδάφους.

Η πρόσκαιρη μείωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών του εδάφους έχει σαν αποτέλεσμα την προσωρινή μείωση της αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών του εδάφους και των μυκητοκτόνων που χρησιμοποιούνται για ριζοποτίσματα, τη δημιουργία βιολογικού κενού, κ.α.. Εξάλλου η καταστροφή μεγάλου μέρους της βιομάζας του εδάφους συντελεί στην απελευθέρωση σημαντικών ποσοτήτων αζώτου που κατά μέσο όρο υπολογίζεται σε 1 kg/στρ. Το άζωτο αυτό, λόγω της μεγαλύτερης μείωσης των νιτροποιητικών έναντι των αζωτοποιητικών βακτηρίων, εμφανίζεται κυρίως με την αμμωνιακή του μορφή. Η αύξηση του αμμωνιακού αζώτου, υπό ορισμένες συνθήκες, (υψηλές θερμοκρασίες, ανεπτυγμένα φυτά, υγιή εδάφη, κ.α.), δυνατόν να έχει ευνοϊκή επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών, ενώ υπό άλλες συνθήκες, (χαμηλές θερμοκρασίες, μικρά φυτά, αλατούχα εδάφη, κ.α.), δυνατόν να έχει δυσμενή επίδραση.

Η ανισορροπία στη σχέση NH_4^+ και NO_3^- είναι εντονότερη τις πρώτες δυο ή έως τρεις εβδομάδες, αλλά δυνατόν να περάσουν πάνω από δυο μήνες για να αποκατασταθεί στα επίπεδα του μάρτυρα. Ορισμένοι μάλιστα ισχυρίζονται ότι η καθυστέρηση των φυτών, που παρατηρείται καμία φορά μετά την απολύμανση, δεν οφείλεται στην τοξικότητα της αμμωνίας αλλά στην έλλειψη νιτρικών, καθώς η προσθήκη νιτρικού αζώτου πριν την απολύμανση αμβλύνει το φαινόμενο αυτό. Η αποκατάσταση της ισορροπίας μπορεί να επιταχυνθεί με τον καλό αερισμό του εδάφους, την ασβέστωση των όξινων εδαφών για να υψωθεί το pH και τη διατήρηση του Ca, Mg και P σε ικανοποιητικά επίπεδα. Εκτός του αζώτου, έχει παρατηρηθεί αύξηση του διαθέσιμου P, K, Ca, Mg και Mn τόσο στο έδαφος όσο και στα φυτά. σε εδάφη όξινα και με υψηλή αρχική συγκέντρωση Mn η επιπλέον αύξηση του διαθέσιμου Mn δυνατόν να προκαλέσει τοξικότητα σε ευπαθή φυτά όπως τα μαρούλια. Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο σε εδάφη που απολυμάνθηκαν με ατμό.

5.3. ΔΙΑΣΠΑΣΗ – ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, ένα μέρος των φυτοφαρμάκων που προστίθενται στο έδαφος, εφόσον είναι πτητικά, όπως τα υποκαπνιστικά, διαφεύγει στον αέρα, ενώ ένα άλλο μέρος προσροφάτε, ιδιαίτερα από την οργανική ουσία και την άργιλο και ένα τρίτο διασπάται.

Η διάσπαση των απολυμαντικών αρχίζει από τη στιγμή που προστίθενται στο έδαφος και οφείλεται είτε σε χημικές αντιδράσεις με τα συστατικά του εδάφους (χημική διάσπαση), είτε στη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους (βιολογική διάσπαση). Η ταχύτητα της χημική διάσπασης εξαρτάται από τις ιδιότητες του απολυμαντικού και του εδάφους. Ορισμένα απολυμαντικά, όπως το varam, διασπώνται μέσα σε μερικές ώρες, ενώ άλλα διασπώνται πολύ αργά. Η χημική διάσπαση των απολυμαντικών επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, την υγρασία, το pH, κ.α. Η διάσπαση επιταχύνεται με την άνοδο της θερμοκρασίας, ενώ η υψηλή υγρασία άλλοτε ευνοεί τη διάσπαση άλλοτε όχι. Η διάσπαση του varam π.χ. μειώνεται όσο αυξάνει η υγρασία ενώ η διάσπαση του dazomet αυξάνει όσο αυξάνει η υγρασία. Αντίθετα και τα δύο διασπώνται ταχύτερα όσο αυξάνει το pH. Η προσθήκη της οργανικής ουσίας επιταχύνει τη διάσπαση κάποιων απολυμαντικών. Η βιολογική αποδόμηση των απολυμαντικών ευνοείται από την άνοδο της θερμοκρασίας και υγρασίας και την αύξηση της οργανικής ουσίας. Το προσροφημένο μέρος του απολυμαντικού κατά το μάλλον δεν διασπάται.

Η διάσπαση των απολυμαντικών προχωρεί κατά στάδια με τελική κατάληξη το οργανικό μέρος τους να οξειδώνεται σε CO₂ και H₂O, ενώ το ανόργανο να μένει στο έδαφος υπό μορφή διάφορων ενώσεων. Ορισμένα από τα ενδιάμεσα ή τα τελικά προϊόντα της διάσπασης είναι δυνατόν να είναι ωφέλιμα για τα φυτά, ενώ άλλα ενδέχεται να δημιουργήσουν προβλήματα. Έτσι, μετά την εφαρμογή διθειούχου άνθρακα στο έδαφος αυξάνουν τα διαλυτά θειούχα άλατα και ενδέχεται να δημιουργήσουν προβλήματα σε εδάφη οριακά από αυτή την άποψη. Το αυτό είναι δυνατόν να συμβεί και με τα υποκαπνιστικά που περιέχουν χλώριο, το οποίο είναι ήδη αυξημένο σε πολλά εδάφη που γίνεται απολύμανση. Άλλα φυτοφάρμακα, όπως τα χαλκούχα, όταν προστεθούν στο έδαφος δεσμεύονται και σχηματίζουν σχετικά αδιάλυτες ενώσεις, πλην όμως σε ορισμένα εδάφη και υπό ορισμένες συνθήκες δυνατόν να είναι τοξικές.

5.4. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Στο έδαφος έχουν εντοπισθεί υπολείμματα, πολλά από τα οποία διασπώνται εύκολα (υδρόλυση, οξείδωση, διάσπαση, εξάτμιση, δράση μικροοργανισμών). Είναι πιθανό τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα ή τα προϊόντα αποσύνθεσής τους να έχουν αρνητική επίδραση στους μικροοργανισμούς του εδάφους. Πολλά μυκητοκτόνα (thiram, captan) έχουν τοξική επίδραση στα Rhizobium που συμβιών με τα ψυχανθή. Επίσης ορισμένα μυκητοκτόνα και απολυμαντικά του εδάφους (βρωμιούχο μεθύλιο, Dazomet κλπ) έχουν επίδραση στις μυκκόριζες που προσφέρουν αφομοιώσιμο φωσφόρο στα φυτά μπορεί να προκαλέσουν θάνατο των διάφορων μυκκόριζων και να δημιουργήσουν τροφικές ανωμαλίες στα φυτά. Αναφέρεται επίσης ότι το ζιζανιοκτόνο LINURON προκαλεί παρεμπόδιση της νιτροποίησης επηρεάζοντας τα νιτροβακτήρια NITROBACTER με πιθανό αποτέλεσμα τη συσσώρευση νιτροδών αλάτων στο έδαφος.

5.5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ

Για τον παραγωγό – χρήστη τα προβλήματα προέρχονται- από την έκθεσή του σε αυτά, από τις φυσικοχημικές ιδιότητες των φυτοπροστατευτικά προϊόντα (εκρηκτικό, εύφλεκτο, ταχύτητα εξάτμισης κλπ), από την παρατεταμένη και κακή χρήση τους είτε από άγνοια είτε γιατί υποβαθμίζει τη σοβαρότητα του κινδύνου περισσότερο συγκεκριμένα:- δεν λαμβάνει μέτρα προστασίας, αυτοσχεδιάζει, υποκινείται από το γείτονα παραγωγό και δεν ακολουθεί τις οδηγίες χρήσης.

Στον άνθρωπο μπορεί να προκληθεί ναυτία, νεοπλασίες, αναπνευστικά προβλήματα, κακό ύπνο και εφιάλτες τη νύχτα που ακολουθεί τον ψεκασμό. Επίσης μπορεί να δράσουν ερεθιστικά στα μάτια και το δέρμα. Αυτοί οι άμεσοι κίνδυνοι είναι γνωστοί ως οξείες επιδράσεις όμως οι περισσότερο επικίνδυνες επιδράσεις των οποίων τα συμπτώματα δεν φαίνονται άμεσα είναι γνωστές ως χρόνιες επιδράσεις.

Μέτρα προστασίας της υγείας του καταναλωτή:

- διαρκής έλεγχος ενδεχόμενης ύπαρξης υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων εκτός των προβλεπομένων ορίων.
- ανάπτυξη δραστικών ουσιών με εκλεκτική δράση που χρησιμοποιούνται σε πολύ μικρές δόσεις.
- μείωση του ψεκαστικού υγρού
- χρησιμοποίηση ρυθμιστών ανάπτυξης εντόμων, μικροβιακών σκευασμάτων, παρασιτοειδών και αρπακτικών εντόμων και ακάρεων και νέων τεχνικών φυτοπροστασίας (ηλιοαπολύμανση, εφαρμογές φερομόνης κλπ).
- απαγόρευση εισαγωγής Φ. Π. με χρόνιες επιδράσεις στον άνθρωπο και περιορισμό στη χρήση σκευασμάτων με οξεία τοξικότητα.

Τι πρέπει να κάνει ο ίδιος ο καταναλωτής:

- να αποφλοιώνει και να πλένει καλά τα φρούτα και τα λαχανικά που αγοράζει
- να καταναλώνει ποικίλα είδη
- να αποφεύγει τα εισαγόμενα προϊόντα και ιδιαίτερα εκείνα των τρίτων χωρών

5.6. ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μια από τις πιο πρόσφατες κατηγορίες που αντιμετωπίζει το βρωμιούχο μεθύλιο είναι η ενδεχόμενη αρνητική επίδραση στη στοιβάδα του όζοντος της ατμόσφαιρας. Για το ίδιο θέμα έχουν κατηγορηθεί 300 περίπου χημικές ουσίες που ανήκουν στην ομάδα των χλωροφθοροπαραγώγων των υδρογονανθράκων.

Σύμφωνα με επιστημονικές αναφορές το βρωμιούχο μεθύλιο ενδέχεται να έχει δυναμικό καταστροφής του όζοντος 0,6 αρκετά υψηλό, ώστε να δικαιολογείται η σταδιακή κατάργησή του μέχρι το 2000, σύμφωνα με όσα ορίζει ο νόμος περί καθαρού αέρα των Η.Π.Α. Ωστόσο, πολλοί επιστήμονες παραδέχονται ένα πολύ μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας σε αυτούς τους υπολογισμούς, κάτι που αποδίδουν στο γεγονός ότι οι αντιδράσεις του βρώμιου στην στρατόσφαιρα δεν έχουν μελετηθεί σωστά υπό στρατοσφαιρικές συνθήκες και δεν έχουν υποβληθεί σε μια ανεξάρτητη επαλήθευση. Ειδικότερα δεν έχει ακόμα καταστεί σαφές σε ποιο βαθμό το βρωμιούχο μεθύλιο μετατρέπεται σε οξειδίο του βρώμιου (που καταστρέφει το όζον) ή σε υδροβρώμιο (που δεν το καταστρέφει). Επίσης, όπως υποστηρίζουν, το βρωμιούχο μεθύλιο έχει σύντομη διάρκεια ζωής στη στρατόσφαιρα (1,6 χρόνια η υψηλότερη εκτίμηση που έχει δημοσιευτεί συγκριτικά με τα 80-100 χρόνια των υδρογονανθράκων).

Τα μεγαλύτερα προβλήματα με το βρωμιούχο μεθύλιο είναι η καταστροφή του όζοντος και τα υπολείμματα Br στο έδαφος, που απορροφούνται από τα φυτά και καταλήγουν στα εδάφιμα μέρη τους. Το βμ 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 βμ είναι: το έντονο βιολογικό κενό και η καταστροφή των ωφέλιμων μικροοργανισμών όπως των μυκήτων των μυκορριζών, των ριζοβακτηρίων που ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών, των νιτροποιητικών βακτηρίων κλπ.

Η κακή χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων δημιουργεί και προβλήματα με τη ρύπανση νερών, του αέρα και του εδάφους. Η ρύπανση του νερού προκαλείται γιατί το νερό της βροχής παρασύρει τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα σε ποτάμια, λίμνες, θάλασσα και υπόγεια νερά ή από το ξέπλυμα των χρησιμοποιούμενων ψεκαστικών μέσων. Η ρύπανση αυτή καταστρέφει ψάρια και υδρόβια ζωή αλλά έχει και επιπτώσεις στον άνθρωπο από τη ρύπανση του πόσιμου ύδατος.

Για αποφυγή προβλημάτων ρύπανσης στο περιβάλλον

- επιδιώκεται η αριστοποίηση της βιολογικής δράσης της δραστικής ουσίας ώστε να επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα με τη μικρότερη δυνατή δόση
- να καταβληθεί μεγαλύτερη προσπάθεια ώστε η συσκευασία να περιορίζει (εναιώρημα σε νερό όχι γαλακτοποιήσιμα σκευάσματα) κατά το δυνατό τη διαφυγή δραστικών ουσιών στο περιβάλλον έξω από το στόχο
- χρήση Φ. Π. μόνο για παραγωγικούς σκοπούς και όχι σε δρόμους πάρκα και μέρη που παίζουν παιδιά.
- διαρκής έλεγχος των στοιχείων του περιβάλλοντος (νερό, έδαφος, αέρας) για διαπίστωση ρύπανσης

6. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ

6.1. Η ΣΥΝΘΗΚΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ

Το προστατευτικό στήριγμα του όζοντος συνεχίζει να αραιώνει πάνω από τα μέσα γεωγραφικά πλάτη (20-60 μοίρες) με ρυθμίσεις που κυμαίνονται από 4% ανά δεκαετία για το χειμώνα / άνοιξη μέχρι λιγότερο από 2% ανά δεκαετία κατά το θέρος.

Οι μακροχρόνιες αυτές τάσεις διεκόπησαν στη διάρκεια έντονης ηφαιστειακής δραστηριότητας κατά την οποία ενισχύθηκαν σημαντικά οι ρυθμοί αραιώσης. Λίγο μετά τις δύο μεγάλες ηφαιστειακές εκρήξεις (El Chichon & Mt Pinatubo) η αραιώση του στρώματος του όζοντος πολλαπλασιάστηκε για πολλούς μήνες μετά την έκρηξη. Η απώλεια του όζοντος συνδέεται με σημαντική ψύξη της στρατόσφαιρας την τελευταία εικοσαετία. Επίσης συνοδεύτηκε από σημαντική αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει στο έδαφος. Η αύξηση της ερυθματογόνου δόσης έχει υπερβεί το 5% ανά δεκαετία πάνω από τα μέσα γεωγραφικά πλάτη, ενώ η αύξηση είναι μεγαλύτερη στις πιο επικίνδυνες ακτινοβολίες στο υπεριώδες φάσμα του ηλίου. Με βάση τις ανθρωπογενείς εκπομπές που μειώνουν το όζον και τις εκτιμήσεις για τα προσεχή χρόνια, προκύπτει ότι η μέγιστη αραιώση του όζοντος αναμένεται να γίνει μέσα στην προσεχή δεκαετία, ενώ η πλήρης ανάκαμψη των δεν αναμένεται πριν από περίπου το 2060.

Σαν αποτέλεσμα της ανακάλυψης λοιπόν της τρύπας του όζοντος στην Ανταρκτική το 1985, οι κυβερνήσεις αναγνώρισαν την ανάγκη λήψης μέτρων για περιστολή της παραγωγής και της κατανάλωσης ενός αριθμού ουσιών που μειώνουν το στρώμα του όζοντος, όπως είναι τα CFCs και τα Halons.

Το 1987 υπογράφεται στο Μόντρεαλ του Καναδά το 'πρωτόκολλο του Μόντρεαλ'. Μια συνθήκη που αρχικά περιόριζε τις αιτίες του φαινομένου και αποφάσιζε το 'πάγωμα' της παραγωγής των καταστρεπτικών για το όζον ουσιών. Τη συνθήκη αυτή επικύρωσαν 36 κράτη συμπεριλαμβανομένων των Η.Π.Α.

Το πρωτόκολλο σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε το χρονοδιάγραμμα εξάλειψης να μπορεί να αναθεωρείται επί τη βάση περιοδικών επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων αλλά και από την ισχυροποίηση της ευαισθησίας των κοινωνιών και των κρατών πάνω σε θέματα σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος. Σαν συνέπεια αυτού, το πρωτόκολλο τροποποιήθηκε με σκοπό να επιταχυνθούν τα προγράμματα εξάλειψης στο Λονδίνο το 1990, στην Κοπεγχάγη το 1992, στη Βιέννη το 1995 και στο Μόντρεαλ το 1997. Συμπληρώθηκε επίσης με σκοπό να εισάγει πρόσθετα μέτρα ελέγχου και προσθήκη νέων ελεγχόμενων ουσιών. Η τροποποίηση του Λονδίνου το 1990 συμπεριέλαβε πρόσθετους χλωροφλεροάνθρακες και δύο διαλύτες ενώ η τροποποίηση της Κοπεγχάγης του 1992 πρόσθεσε ανάμεσα στα άλλα το Βρωμιούχο Μεθύλιο (ODP=0.40). Η τροποποίηση του 1997 στο Μόντρεαλ οριστικοποίησε το πρόγραμμα εξάλειψης του Βρωμιούχου Μεθυλίου.

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές για γεωργική κυρίως χρήση έδειξαν ότι το 50% περίπου της ποσότητας που χρησιμοποιούνταν ως καπνιστικό, εκπέμπονταν στην ατμόσφαιρα (έδαφος: 80% της συνολικής χρήσης, 50% στην ατμόσφαιρα).

Η σταδιακή κατάργηση του βρωμιούχου μεθυλίου στις χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει ως εξής: Από 1.1.1999- μείωση της παραγωγής βρωμιούχου μεθυλίου στο 75% του 1991. Από 1.1.2001-μείωση της παραγωγής στο 40% του 1991. Από 1.1.2003-μείωση της παραγωγής στο 25% του 1991. Από 1.1.2005-μηδενισμός της παραγωγής βρωμιούχου μεθυλίου.

Από την 1.1.2005 επιτρέπεται η παραγωγή βρωμιούχου μεθυλίου μόνο για ορισμένες κρίσιμες χρήσεις (π.χ. για επεμβάσεις καραντίνας) και για ποσότητες που δεν θα υπερβαίνουν το μέσο όρο των αντίστοιχων ποσοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό κατά τα έτη 1996-98.

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ και τον Κανονισμό 2037/2000, οι ανεπτυγμένες χώρες κατέργησαν το βρωμιούχο μεθύλιο τη 1^η Ιανουαρίου 2005, με πρόβλεψη εξαίρεσης τις ποσότητες για:

- κρίσιμες χρήσεις
- προετοιμασίας αποστολής φορτίου (απεντόμωση προϊόντων μέχρι 21 μέρες πριν τη φόρτωση για εξαγωγή)
- χρήσεις υγειονομικής απομόνωσης
- πρώτη ύλη

Η Απόφαση IX/6 των υπογραφόντων το Πρωτόκολλο λέει ότι μια χρήση βρωμιούχου μεθυλίου μπορεί να θεωρηθεί ως κρίσιμη όταν το ενδιαφερόμενο μέρος προσδιορίζει ότι:

Η ειδική χρήση είναι κρίσιμη λόγω του ότι η έλλειψη του βρωμιούχου μεθυλίου μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές στρεβλώσεις της αγοράς.

Δεν υπάρχουν τεχνικώς και οικονομικώς βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις ή διαθέσιμα υποκατάστατα στο χρήστη που να είναι αποδεκτά, τόσο από περιβαλλοντικής και υγειονομικής πλευράς και ικανά για να καλύψουν τις ανάγκες των καλλιεργειών με τις συνθήκες για τις οποίες ζητείται η αναγνώριση (της 'κρίσιμης χρήσης').

Επιπροσθέτως, 'κρίσιμη χρήση' για το βρωμιούχο μεθύλιο μπορεί μόνο να επιτραπεί όταν όλα τα τεχνικώς και οικονομικώς διαθέσιμα βήματα έχουν γίνει ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές και όταν έχει αποδειχθεί ότι η κατάλληλη προσπάθεια έχει γίνει για την αξιολόγηση, την εμπειρία και την έγκριση ασφαλούς λειτουργίας των εναλλακτικών λύσεων.

Και ενώ η ΕΕ έπρεπε να αποσύρει σταδιακά το βρωμιούχο μεθύλιο μέχρι το 2005, οι αναπτυσσόμενες χώρες έπρεπε να έχουν ένα παγωμένο στόχο μέχρι το 2003 και να το αποσύρει σταδιακά μέχρι το 2015 και να λάβει οικονομική αποζημίωση. Ακολουθώντας αυτό το πρόγραμμα οι επιστήμονες έβγαλαν το συμπέρασμα ότι το 2050 τα επίπεδα του όζοντος μπορεί να επανέλθουν σε φυσιολογικές τιμές.

Τα μέτρα ελέγχου βασίζονται σε μία ολοκληρωμένη αξιολόγηση της επιστήμης, των οικονομικών επιπτώσεων και της τεχνολογίας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενσωμάτωσε το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ στο ρυθμιστικό της πλαίσιο με τους Κανονισμούς 541/91 και

3093/94 οι οποίοι προβλέπουν αυστηρότερα μέτρα από εκείνα του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ.

Ένα πολυμερές ταμείο εγκαταστάθηκε υπό την εποπτεία του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ τον Ιούνιο του 1990 και χρηματοδοτεί τα πρόσθετα κόστη που αναλαμβάνονται για την υλοποίηση προγραμμάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες κατά τη διάρκεια περιορισμού της κατανάλωσης ή παραγωγής των ουσιών που μειώνουν το όζον της στρατόσφαιρας.

Έχει έως σήμερα ξοδέψει πάνω από 1 δις δολάρια προκειμένου να βοηθήσει τις φτωχότερες χώρες να εγκαταλείψουν την παραγωγή και τη χρήση χημικών ουσιών που βλάπτουν το όζον.

Τα αποτελέσματα όλων αυτών των προσπαθειών είναι πράγματι εκπληκτικά. Το 1986 η συνολική παγκόσμια κατανάλωση χλωροφλωροανθράκων έφτανε τα 1,1 εκατομμύριο τόνους. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 είχε περιορισθεί στους 146,000 τόνους. Χωρίς τους περιορισμούς αυτούς η κατανάλωση χλωροφλωροανθράκων θα έφτανε στα 3 εκατομμύρια τόνους το 2010 και στα 8 εκατομμύρια μέχρι το 2060. Θα οδηγούσε σε απώλεια του 70% της ασπίδας του όζοντος και θα επέτρεπε σε 50% περισσότερη υπεριώδη ακτινοβολία να χτυπήσει στη γη. Οι επιπτώσεις της αδράνειας στην υγεία θα ήταν καταστροφικές. Μέχρι το 2050 θα είχαμε 19 εκατομμύρια περισσότερες περιπτώσεις καρκίνων, άλλο 1,5 εκατομμύριο περιπτώσεις μελανωμάτων και 130 εκατομμύρια περιπτώσεις καταρράκτη.

Για να γίνουν γνωστές οι εναλλακτικές λύσεις, απελευθέρωσε την περίοδο 1991-1999 περί τα \$903 εκατ. για προγράμματα υλοποιούμενα στις αναπτυσσόμενες χώρες για να εφαρμόσει περίπου 35 σχέδια επίδειξης εκ των οποίων η UNIDO θα χρησιμοποιήσει 26.

Τα πειραματικά τεστ έχουν γίνει με τις ακόλουθες εναλλακτικές λύσεις:

Έκθεση στον ήλιο του εδάφους, βιοκαπνισμός, εναλλακτικά χημικά, καπνός καλλιέργεια του εδάφους σε λωρίδες ή πλωτούς δίσκους και χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.

Τα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης των εχθρών των φυτών έχουν τεθεί σε ισχύ όπου είναι δυνατό.

Τέσσερα σχέδια επίδειξης έχουν οριστικοποιηθεί και δύο πρόκειται να οριστικοποιηθούν στη Γουατεμάλα (τομάτα, φράουλα, πεπόνια, καπνός και μπρόκολο), στη Βραζιλία και Ζιμπάμπουε (φυτώρια καπνού), Κίνα (καπνός, πιπεριές, πεπόνια, φράουλες, αγγούρια), Αργεντινή (τομάτα, φράουλες και λουλούδια) και Μαρόκο (τομάτα, πιπεριές, λουλούδια κλπ).

Τα καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν αν γίνεται χρησιμοποίηση λίγου εδάφους στα φυτώρια καπνού, μπρόκολου και τομάτας και επομένως φαίνεται ότι είναι σαν αποτελέσματα των σχεδίων επίδειξης το πρώτο σχέδιο σταδιακής απόσυρσης, στον τομέα του καπνού στην Κούβα έγινε αποδεκτό ένα επενδυτικό σχέδιο για την σταδιακή απόσυρση του Β Μ στον τομέα των λουλουδιών και της προστατευόμενης μπανάνας στο Μαρόκο. Η Αργεντινή και Γουατεμάλα ετοιμάζουν σχέδια σταδιακής απόσυρσης στον τομέα της τομάτας, φράουλας και πεπονιού και καλύτερη τεχνολογική επιλογή για τα φυτώρια.

Εκατόν ογδόντα πέντε χώρες εισήγαγαν ειδική νομοθεσία που απαγόρευσε σταδιακά τα επιζήμια, για την ασπίδα της γης, χημικά, με τη συμπαράσταση επιχειρήσεων και της κοινής γνώμης. Οι ανεπτυγμένες χώρες έχουν ήδη πάψει να χρησιμοποιούν τους

χλωροφλωράνθρακες (CFCs), εκτός μόνο από εξειδικευμένες χρήσεις. Η χημική βιομηχανία, αρχικά ήταν πεισμένη πως η στροφή στις εναλλακτικές ουσίες θα ήταν οικονομικά επιζήμια. Ανταποκρίθηκε τελικά στις προκλήσεις και παρήγαγε φιλικά προς το όζον προϊόντα. Οι υπό ανάπτυξη χώρες εφαρμόζουν επίσης επιτυχώς τα προγράμματα εξόδου τους, σύμφωνα με τα χρονοδιαγράμματα, υποβοηθούμενες πάντα από τη χρηματοδότηση του Πολυμερούς Ταμείου (Multilateral Fund).

6.2. ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων σε συνεργασία με τις περιφερειακές υπηρεσίες, τις συνεταιριστικές οργανώσεις, τα ερευνητικά ιδρύματα καθώς και μετά από αιτήσεις των ενδιαφερομένων φορέων προχώρησε σε αίτηση προς τη Γενική Γραμματεία του Όζοντος για διασφάλιση ποσότητας βρωμιούχου μεθυλίου για κρίσιμη χρήση για τα επόμενα έτη.

Η αναγκαιότητα της διατήρησης ποσότητας βρωμιούχου μεθυλίου ειδικά για θερμοκηπιακές καλλιέργειες καθώς και για τη βιομηχανία κρίθηκε αναγκαία τόσο για τεχνικούς όσο και για οικονομικούς λόγους. Αφού γίνουν οι κατάλληλες αιτήσεις το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων κατανέμει τις ποσοτώσεις του βρωμιούχου μεθυλίου για κρίσιμες χρήσεις (σύμφωνα με τον κανονισμό 2037/2000 και την απόφαση ΕΧ. 1/3 των Μερών).

Στην Ελλάδα επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν μόνο περίπου 200 τόνοι και αυτή η ποσότητα μόνο σε κυλίνδρους 40, 50 ή 100 kg.

Τώρα ο στόχος είναι η αποκατάσταση του στρώματος του όζοντος έως το μέσο του αιώνα.

Υπάρχουν βέβαια κάποιες εξαιρέσεις όπως για παράδειγμα ότι οι χλωροφθοράνθρακες χρησιμοποιούνται σε σπρέι για ασθματικούς. Στην περίπτωση αυτή ενέκριναν τη λεγόμενη εξαίρεση λόγω 'βασικής χρήσης'. Οι επιτρεπόμενες ποσότητες για τη χρήση αυτή μειώθηκαν από 15.000 τόνους το 1996 σε 4.000 το 2004.

7. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Μετά τον περιορισμό της χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου επιτρέπεται η χρήση μόνο σε κρίσιμες περιπτώσεις. Οι μέθοδοι που ήδη χρησιμοποιούνται αποκτούν πια μεγαλύτερη σημασία

Κάθε καλλιεργητής πρέπει να καταλάβει πως έδαφος παθογενές σημαίνει εκ των προτέρων αποτυχία της καλλιέργειας. Γιατί το έδαφος είναι βασικός συντελεστής όχι μόνο στην αύξηση της παραγωγής και στη βελτίωση της ποιότητας αλλά και στη διατήρηση αυτού κάθε αυτού του φυτικού κεφαλαίου. Είναι πολλά τα παραδείγματα ολοκληρωτικής αποτυχίας μιας καλλιέργειας εξαιτίας της μη αντιμετώπισης των εδαφικών ασθενειών.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι στη διάθεση του καλλιεργητή για να αντιμετωπίσει τις εδαφικές ασθένειες. Το δύσκολο είναι να μπορεί να επιλέξει εκείνη ή εκείνες που θα του δώσουν την καλύτερη αποτελεσματικότητα και θα διαταράξουν λιγότερο το οικοσύστημα του εδάφους.

Πρέπει επομένως ο καλλιεργητής να γνωρίζει πως στην περίπτωση μιας ασθένειας εδάφους παρεμβαίνουν πολλοί αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες.

Η επιλογή μιας ή περισσότερων μεθόδων αντιμετώπισης των ασθενειών εδάφους με ικανοποιητικά αποτελέσματα προϋποθέτει την γνώση:

-Της σύνθεσης της μικροπανίδας και μικροχλωρίδας του εδάφους. Η γνώση της σύνθεσης αυτής θα βοηθήσει πολύ να επιλεγούν μέθοδοι ευρείας ή περιορισμένης δράσης. Αν για παράδειγμα το κύριο πρόβλημα δημιουργείται από συγκεκριμένο παθογόνο θα πρέπει να προτιμηθεί η χρήση εκλεκτικού για το παθογόνο απολυμαντικού και όχι βιοκτόνου ευρέως φάσματος. Αν ακόμα είναι γνωστή η ανταγωνιστική μικροχλωρίδα μπορεί να διεγερθεί κατάλληλα ώστε να περιοριστεί η δράση του παθογόνου. Η ανάλυση της εδαφικής μικροχλωρίδας κρίνεται περισσότερο από κάθε άλλη φορά απαραίτητη. Πρέπει δε να γίνεται σε ειδικό εργαστήριο. Μάλιστα στην περίπτωση της παρασιτικής μικροχλωρίδας η ανάλυσή της πρέπει πάντοτε να συνοδεύεται από ειδικό τεστ παθογένειας για την εκτίμηση του μολυσματικού δυναμικού. Είναι βασικό εξάλλου να γίνει γνωστή η βιολογία, η οριζόντια και κατακόρυφη κατανομή στο έδαφος των διάφορων έποικων της μικροχλωρίδας. Μόνο έτσι θα μπορέσει κανείς να επιλέξει σωστά την βιολογική μέθοδο αντιμετώπισης των εδαφικών ασθενειών που ταιριάζει σε κάθε περίπτωση.

-Των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους. Είναι γνωστή η επίδραση των αβιοτικών παραγόντων στην καθ' όλη ανάπτυξη της σαπροφυτικής και παρασιτικής μικροχλωρίδας. Η γνώση αυτή θα βοηθήσει στην επιλογή της κατάλληλης φυσικής μεθόδου αντιμετώπισης των εδαφικών ασθενειών.

-Της σύνθεσης της μακροχλωρίδας. Είναι εξακριβωμένο σήμερα πως πολλά φυτά μπορούν να επηρεάσουν ευνοϊκά ή μη την ανάπτυξη ενός παθογόνου. Η αλληλοπάθεια, η παρεμπόδιση δηλαδή της ανάπτυξης ενός παθογόνου οργανισμού από τις ουσίες που παράγονται από άλλους φυτικούς οργανισμούς, βρίσκει σήμερα ολοένα και μεγαλύτερη εφαρμογή. Είναι για παράδειγμα δυνατή η αντιμετώπιση μιας εδαφικής ασθένειας με την αλλαγή και μόνο της σύνθεσης της ριζόσφαιρας.

-Της συμπεριφοράς του φυτού ξενιστή. Η βιολογία του, η ανθεκτικότητα απέναντι στα παθογόνα, τα ευαίσθητα στην ασθένεια στάδια. Το βάθος του κύριου όγκου του ριζικού συστήματος είναι βασικά στοιχεία που θα βοηθήσουν στην επιλογή των κατάλληλων μεθόδων αντιμετώπισης.

7.1. ΜΗ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.

Οι χημικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα καταπολεμούν πολλούς εχθρούς και ασθένειες εδάφους αλλά στερούνται εκλεκτικότητας και ως εκ τούτου σκοτώνουν όλους τους μικροοργανισμούς, ωφέλιμους και μη, αδιάκριτα με αποτέλεσμα την δημιουργία βιολογικού κενού, δημιουργούν υπολειμματικότητα τοξικών τόσο στα φυτά όσο και στο έδαφος με αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον.

Οι αρνητικές αυτές συνέπειες είχαν σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθεί η ανάγκη να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές μορφές αντιμετώπισης των ασθενειών εδάφους οι οποίες να είναι πιο φιλικές στο περιβάλλον, το ίδιο αποτελεσματικές και να σέβονται σε μεγάλο βαθμό του οικοσύστημα εδάφους.

Ορισμένοι ερευνητές στο συνέδριο που έγινε στην Ισπανία το Μάρτιο του 2002 για τις εναλλακτικές μεθόδους για την απολύμανση του εδάφους ανέφεραν ότι η βιολογική μέθοδος είναι εξίσου αποτελεσματική με εκείνη του βρωμιούχου μεθυλίου για την καταπολέμηση μυκήτων, νηματωδών, εντόμων και ζιζανίων. Η ανάπτυξη όμως βιολογικών μέσων στις διάφορες χώρες είναι καθοριστικής σημασίας για τη μείωση του κόστους παραγωγής. Ειδικότερα στην Ουγγαρία, βρέθηκε ότι το ακάθαρτο εισόδημα από την καλλιέργεια τομάτας και καρπουζιού με βιολογικά μέσα ήταν μεγαλύτερο από εκείνο που χρησιμοποιήθηκαν χημικά μέσα.

7.1.1. Βιοαπολύμανση

Τα τελευταία χρόνια, μια νέα μέθοδος η βιοαπολύμανση του εδάφους, η οποία βασίζεται στη δημιουργία συνθηκών αναεροβίωσης έχει προταθεί για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου γίνεται ενσωμάτωση φυτικής μάζας στο έδαφος, ακολουθεί πότισμα και εφαρμογή στην επιφάνεια διαφανούς πλαστικού, επί 12-15 εβδομάδες.

Εδώ και αιώνες η οργανική ουσία στα εδάφη προσφέρει τα γνωστά πλεονεκτήματα της που είναι η ανάπτυξη του εδάφους, η βελτίωση της σύστασής τους, η καλύτερη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από το ριζικό σύστημα κ.λ.π.

Φαίνεται πιθανό να ευνοεί την ανάπτυξη σαπροφυτικών μικροοργανισμών, σαπροφυτικών νηματωδών, ανταγωνιστών και νηματοπαθογόνων. Έτσι μέσα στη γενικότερη δράση και ανάπτυξη σαπρόφυτων, ανταγωνιστών και νηματοπαθογόνων πιθανότατα να υποχωρεί ο πληθυσμός των φυτοπαρασιτικών νηματωδών.

Εκτός όμως από τη σημαντική συμβολή της στη θρέψη των φυτών, η οργανική ουσία (ζωική κοπριά, υπολείμματα καλλιεργειών, τύρφη, φύκια, ελαιόφυλλα, διάφορα φυτά της οικογένειας των σταυρανθών κ.α.) και η εν συνεχεία ζύμωση της αυξάνει τη θερμοκρασία, παράγει αμμωνία και κυρίως διάφορα 'βιοαέρια' που μπορούν να δράσουν ασφυκτικά στους παθογόνους μικροοργανισμούς. Εγκλωβίζοντας λοιπόν κάτω από πλαστικό αυτά τα βιοαέρια εκμεταλλευόμαστε διπλά την οργανική ουσία.

Αξιοσημείωτο είναι ακόμη το γεγονός ότι οι μικροοργανισμοί του εδάφους που επιβιώνουν μετά από την ηλιοαπολύμανση συμβάλουν σημαντικά τόσο στη βιολογική καταπολέμηση

εδαφογενών παθογόνων, όσο και στην παρατεταμένη δράση της μεθόδου πέρα από μία καλλιέργεια. Η βιοαπολύμανση μπορεί να θεωρηθεί σαν συμπληρωματική μέθοδος της ηλιοαπολύμανσης.

Τα πλεονεκτήματα της βιοαπολύμανσης έναντι της ηλιοαπολύμανσης είναι ότι η μέθοδος δεν απαιτεί υψηλή ηλιακή ακτινοβολία και μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές ή περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια ώστε να μη χάνεται μια καλλιεργητική περίοδος.

Κατά την διάρκεια των δυο τελευταίων χρόνων αξιολογήθηκε η μέθοδος της βιοαπολύμανσης για την αντιμετώπιση της σήψης των ριζών και των ριζωμάτων του σπαραγγιού, μια καλλιέργεια η οποία φυτεύεται την άνοιξη κυρίως σε εκτάσεις της Βόρειας Ελλάδας. Το πρόγραμμα αυτό χρηματοδοτήθηκε από το Ελληνικό Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και είχε σκοπό να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα της βιοαπολύμανσης (καλυμμένο έδαφος όπου είχε ενσωματωθεί βιομάζα από *Lolium perenne* ή *Triticum vulgare*) σε σύγκριση με την εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης εκτός εποχής, μόνη ή σε συνδυασμό με το απολυμαντικό εδάφους dazomet για την αντιμετώπιση ειδών *Fusarium* παθογόνων του σπαραγγιού. Η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων στην επιβίωση του *Fusarium proliferatum* και *Fusarium oxysporum* f. sp. *Asparagi* δοκιμάστηκε τοποθετώντας σε βάθος 5 και 25 εκ. τα μολύσματα του κάθε στελέχους, αναμειγμένα με κοσκινισμένο αποστειρωμένο χώμα, σε μικρούς φακέλους από συνθετικό ύφασμα. Έγιναν τρία πειράματα (ένα το 1997 και δυο το 1998) κατά τη διάρκεια των μηνών Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου ή Μαΐου-Ιουνίου. Η έκτος εποχής ηλιοαπολύμανση σε συνδυασμό με το χημικό απολυμαντικό καταπολέμησε καλύτερα τους δυο μύκητες. Οι μολυσματικές μονάδες των δυο ειδών μειώθηκαν περισσότερο στη βιοαπολύμανση από ότι στο έδαφος που είχε μόνο σκεπαστεί με πλαστικό. Στο βιοαπολυμασμένο έδαφος η επιβίωση του *F. o. Asparagi* ήταν μικρότερη από αυτήν του *F. proliferatum* σε όλα τα πειράματα. Η αποτελεσματικότητα της βιοαπολύμανσης συγκρίνεται με την εφαρμογή της μεθόδου της ηλιοαπολύμανσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Η βιοαπολύμανση (τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβρη) αποδείχθηκε καλή μέθοδος απολύμανσης με και χωρίς φυτοπαθολογικά προβλήματα στο έδαφος. Αν η βιοαπολύμανση είχε πραγματοποιηθεί τον Οκτώβριο ή το Νοέμβριο, δεν θα είχαν επιτευχθεί τόσο καλά αποτελέσματα. Τα έριζα μωσχεύματα που εξετάστηκαν ήταν αποτελεσματικά στην πρόληψη της μόλυνσης από *Phytophthora* σε μερικά από αυτά δεν παρουσιάστηκε μόλυνση νηματώδους και άλλα έδειξαν καλή αντοχή (χαμηλή μόλυνση από φυμάτιο).

Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας και το Συμβούλιο Γενικών Γεωργικών Θεμάτων της Βαλέντσια, στην Ισπανία, έδειξαν ότι μετά από καλλιέργεια δύο ετών τα αποτελέσματα από άποψη της ευρωστίας και παραγωγής δείχνουν ότι η έκθεση στο ηλιακό φως και η χρήση ζωικής κοπριάς είναι μια εναλλακτική λύση που πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας, αφού λάβουμε επίσης υπ' όψη η εφαρμογή αυτή να πραγματοποιηθεί κατά το θέρος, ιδίως στα αγροκτήματα που υπάρχουν αποθέματα ζωικής κοπριάς και καθιστούν αυτή τη λύση εφικτή.

Η χρήση υψηλής δόσης ζωικής κοπριάς στα πειράματα προκάλεσε φυτοτοξικότητα.

7.1.2. Ηλιοαπολύμανση σε συνδυασμό με εμβολιασμένα φυτά (ανθεκτικότητα)

Η καλλιέργεια σε έδαφος με ηλιοαπολύμανση ανθεκτική ποικιλία τομάτας ανθεκτική στους ριζοκόμβους νηματώδεις είναι πολύ αποτελεσματικό και φαίνεται να κερδίζει ενδιαφέρον μεταξύ των παραγωγών (Ινστιτούτο Νηματολογίας, Μπάρι, Ιταλία). Λόγω της μη αντιμετώπισης 100% των μυκήτων και νηματωδών με τη χρήση της ηλιοαπολύμανσης μόνο, χρησιμοποιούνται στη συνέχεια εμβολιασμένα φυτά των οποίων τα υποκείμενα εμφανίζουν υψηλή αντοχή στις ασθένειες αυτές.

Εφαρμόζεται προβλάστηση σε εμβόλιο και υποκείμενο σε βρεγμένη λινάτσα ή αποσταγμένο νερό στους 28°C για 24 ώρες. Η σπορά του υποκειμένου γίνεται σε κιβώτια σποράς ή κυπελλάκια και του εμβολίου σε κιβώτια σποράς όπου η σύνθεση του χώματος είναι ένα μέρος τύρφη και ένα μέρος άμμου ή περλίτη.

Επιδιώκεται η δημιουργία υψηλών στελεχών, τουλάχιστον 10εκ, με σκίαση για 24-36 ώρες, ώστε ο εμβολιασμός να γίνει αρκετά ψηλά για να αποφευχθεί κατά την μεταφύτευση το παράχωμα του εμβολίου και η έκπτυξη από αυτό ριζών. Χρειάζεται βέβαια προσοχή ώστε τα στελέχη να μην είναι πολύ λεπτά, λόγω προβλημάτων στήριξης και θραύσης που θα δημιουργηθούν.

Η διαδικασία του εμβολιασμού έχει ως εξής:

Απολύμανση των εργαλείων.

Πότισμα και απομάκρυνση των φυτών από το μέσο σποράς.

Στο υποκείμενο, με λεπίδα ξυραφιού, στην απέναντι πλευρά από εκείνη που σχηματίζει το πρώτο φύλλο και 1εκ από τις κοτυληδόνες γίνεται κεκλιμένη σχισμή με μήκος 1-1,5εκ υπό γωνία 20° που φτάνει μέχρι τα 2/3 του άξονα του υποκοτυλίου. Η τομή γίνεται από κάτω προς τα πάνω.

Τα δυο φυτά προσεγγίζονται ώστε οι τομές του να είναι η μια μέσα στην άλλη, στερεώνονται με πλαστικό κλιπ και φυτεύονται σε κυπελλάκι όπου το υπόστρωμα αποτελείται από 1 μέρος τύρφη και από 1 μέρος άμμου ή περλίτη. Σε κάθε κυβικό μείγματος προστίθενται 450γρ KNO₃, 700γρ 0-20-0 και 3Κγρ μαρμαρόσκονη.

Στη συνέχεια τα φυτά θα πρέπει να διατηρηθούν σε περιβάλλον με υψηλή σχετική υγρασία (80-90%) και θερμοκρασία 23-28°C η οποία δεν θα πρέπει να ξεπεράσει τους 30°C. Επίσης θα πρέπει να αποφευχθεί η απευθείας έκθεση των φυτών στις ηλιακές ακτίνες.

Εάν η σχετική υγρασία είναι σε χαμηλά επίπεδα θα πρέπει, εφόσον δεν υπάρχει σύστημα υδρονέφωσης, να γίνονται ψεκασμοί με νερό.

Από το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών στην Κύπρο έχουμε τρία πειράματα σε πλαστικά θερμοκήπια στον Πειραματικό Σταθμό Ζυγίου, ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα ποικιλιών τομάτας με ανθεκτικότητα στους νηματώδεις *Meloidogyne spp.* από την κα Γ. Νεοφύτου και την ομάδα της. Παρατηρήθηκε ότι η ηλιοαπολύμανση για τέσσερις εβδομάδες αύξησε σημαντικά τις παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών και την ολική παραγωγή και μείωσε την προσβολή από *Meloidogyne spp.* Όλες οι ανθεκτικές ποικιλίες περιόρισαν την προσβολή από *Meloidogyne spp* σχεδόν σε μηδενικό επίπεδο και αύξησαν σημαντικά την

παραγωγή. Τόσο η ηλιοαπολύμανση όσο και η ανθεκτικές ποικιλίες μείωσαν επίσης σημαντικά τη φελλώδη σηψιρριζία και το μεταχρωματισμό αγγείων του ξύλου.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής δείχνουν ότι τόσο η ηλιοαπολύμανση όσο και η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών ή υποκειμένων είναι ισχυρές φυτοπροστατευτικές μέθοδοι, που μπορούν να αξιοποιηθούν κατάλληλα λόγω απόσυρσης βρωμιούχου μεθυλίου. Ο συνδυασμός των δυο μεθόδων μπορεί να επιφέρει ακόμα καλύτερα αποτελέσματα μέσα από τη συνεργιστική ή αθροιστική επίδραση των δυο μεθόδων.

Ο εμβολιασμός, σε συνδυασμό με άλλες μη – χημικές μεθόδους απολύμανσης του εδάφους, όπως για παράδειγμα η ηλιοαπολύμανση, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια εναλλακτική λύση της χημικής καταπολέμησης εδαφογενών παθογόνων και εχθρών των φυτών.

7.1.3. Αμειψισπορά

Η καλλιέργεια ενός μόνο είδους στο ίδιο χωράφι σε συνδυασμό με τις υψηλές αζωτούχες λιπάνσεις και την υπέρχρηση απολυμαντικών με ευρύ φάσμα δράσης οδηγεί τις περισσότερες φορές στην εκδήλωση του φαινομένου της ‘κόπωσης του εδάφους’. Με τον όρο αυτό εννοείται η υποβάθμιση της γονιμότητας του αγρού και η αύξηση του μολυσματικού δυναμικού των παθογόνων. Τα αποτελέσματα από την μονοκαλλιέργεια πρέπει να αποδοθούν στις ριζικές εκκρίσεις που τις περισσότερες φορές δεν ευνοούν την ανάπτυξη του ίδιου του φυτού. Επιπλέον οι εκκρίσεις αυτές αποτελούν τροφή για την ανάπτυξη της παρασιτικής μικροχλωρίδας. Μερικές φορές είναι δυνατή η εμφάνιση νέων ασθενειών εξαιτίας της μεγάλης διαταραχής της βιοκοινότητας του καλλιεργούμενου εδάφους.

Όταν οι νηματώδεις δεν βρίσκουν τους ξενιστές τους, με την πάροδο του χρόνου, ο αριθμός τους στο έδαφος ελαττώνεται ανάλογα με το είδος τους γιατί δεν τρέφονται, δεν πολλαπλασιάζονται και τελικά αποθνήσκουν.

Γενικά είναι δύσκολο να εφαρμοστεί στο θερμοκήπιο. Παρόλα αυτά η αμειψισπορά και η αγρανάπαυση πρέπει να αποτελούν βασικά μέσα σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αντιμετώπισης των εδαφικών εχθρών και ασθενειών.

7.1.4. Φυτά-παγίδες

Αποτελεί εναλλακτική λύση εφικτή σε επιφάνειες περιορισμένης έκτασης όπως τα θερμοκήπια. Εφόσον προσδιορίσουμε το είδος του νηματώδη μπορούμε να σπείρουμε φυτό που αναπτύσσεται σχετικά γρήγορα, υψηλής προσελκυστικότητας προς το νηματώδη. Σε συγκεκριμένο χρόνο ξεριζώνουμε τα εβδομάδες από τη μεταφύτευση τα φυτά θα πρέπει να βγουν και να καταστραφούν. Ο λόγος είναι να προλάβουμε την αναπαραγωγή των νηματωδών σε αυτά. Είναι πολύ πιθανό η επανάληψη για 2 φορές ακόμα να οδηγήσει στην πλήρη απαλλαγή του θερμοκηπίου. Μια φθινή ποικιλία τομάτας είναι ένα καλό φυτό-παγίδα.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει ορισμένες δυσκολίες από τις παρακάτω αιτίες:

Δεν είναι δυνατό να απομακρυνθούν όλες οι ρίζες από το έδαφος.

Ο χρόνος που θα γίνει η απομάκρυνση των ριζών πρέπει να είναι ακριβής, πράγμα που προϋποθέτει την ακριβή γνώση του βιολογικού κύκλου του παρασίτου.

Μπορεί από απρόβλεπτες δυσμενείς συνθήκες να διαφεύγει ο κατάλληλος χρόνος για την εκρίζωση, οπότε ο πληθυσμός αντί να ελαττωθεί να αυξηθεί.

Το κόστος της καλλιέργειας της ευαίσθητης ποικιλίας πρέπει να καλύπτεται από το αποτέλεσμα της καταπολέμησης.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί, κυρίως στα είδη των νηματωδών, που τα θηλυκά άτομα μετατρέπονται σε κύστες που είναι ορατές πάνω στις ρίζες των φυτών, πριν ακόμη φτάσουν στο τελικό στάδιο της ανάπτυξής τους. Όπως ο κυστογόνος νηματώδης των ζαχαρότευτλων (*H. Schachtii*) και των σιτηρών (*H. Avenae*). Για τον πρώτο σαν ευπαθές φυτό 'παγίδα' καλλιεργείται η ράπα, για τον δεύτερο η βρώμη (Franklin, 1951, Stone, 1961). Τα φυτά αναστρέφονται με το όργανο όταν οι λευκές ακόμα κύστες του παρασίτου αρχίζουν να φαίνονται καθαρά πάνω στις ρίζες οπότε οι νηματώδεις με την επίδραση του ήλιου και του αέρα καταστρέφονται. Σημασία έχει η εκρίζωση να γίνεται με προσοχή για να μην παραμένουν ρίζες μέσα στο έδαφος. Ένας άλλος τρόπος είναι η φύτευση μη ξενιστών φυτών (π.χ. *Hesperia matronalis*), που ενώ αρχικά διεγείρουν την εκκόλαψη των ωών και προσβάλλονται από τις νύμφες, στη συνέχεια δεν επιτρέπουν την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου. Αλλά και σ' αυτές τις περιπτώσεις η ελάττωση του πληθυσμού πρέπει να είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο για να χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος καταπολέμησης (Ouden, 1956).

7.1.5. Μικροοργανισμοί - χρησιμοποίηση ανταγωνιστών

Η μέθοδος αυτή αξιοποιεί τα ανταγωνιστικά φαινόμενα που συμβαίνουν στο έδαφος. Κάθε οργανισμός είναι καταναλωτής και καταναλισκόμενος, ανταγωνιστής και ανταγωνιζόμενος. Σε αυτή τη βάση στηρίζεται και η μέθοδος των ανταγωνιστών. Επιδιώκεται δηλαδή η μείωση της πυκνότητας των πολλαπλασιαστικών μονάδων της δραστηριότητας ενός ή περισσότερων ανταγωνιστών.

Η πετυχημένη χρησιμοποίηση των ανταγωνιστών προϋποθέτει την βαθιά γνώση των τριών βασικών παραγόντων που εμπλέκονται στον ανταγωνισμό. Του φυτού ξενιστή, του παθογόνου και του ανταγωνιστή.

Στην περίπτωση του ανταγωνιστή για να είναι ιδεώδεις θα πρέπει να διακρίνεται για την ικανότητα άφθονης παραγωγής спорίων, ανθεκτικότητας ή ανεκτικότητας στους άλλους ανταγωνιστές, γρήγορη βλάστηση και ανάπτυξη και πλεονεκτική κατάληψη του θρεπτικού υλικού που διατίθεται. Να παράγει εύκολα αντιβιοτικά με ευρύ φάσμα δράσης. Ακόμα θα πρέπει να μπαίνει πολύ αργότερα από τον ανταγωνιζόμενο στη φάση της διάπαυσης. Να μπορεί να προσαρμόζεται καλύτερα στις περιθωριακές συνθήκες διατροφής και ανάπτυξης.

Πολλές εργασίες τόσο στον αγρό όσο και στο εργαστήριο έχουν γίνει για την αντιμετώπιση των εδαφικών ασθeneιών στα φυτά με τη χρήση μικροοργανισμών-ανταγωνιστών. Οι ανταγωνιστές αυτοί μπορεί να είναι μύκητες, βακτήρια, ιοί, νηματώδεις, πρωτόζωα, ακάρεα ή έντομα. Δε φτάνει βέβαια να βρούμε έναν καλό ανταγωνιστή, θα πρέπει επιπλέον να εξασφαλιστεί η δυνατότητα εμπορικής αναπαραγωγής του, ώστε να είναι στην πράξη χρησιμοποιήσιμος.

Η χρήση μικροοργανισμών, για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων έχει πλέον εφαρμοστεί στην πράξη. Για παράδειγμα, ο *Trichoderma harzianum* είναι ένας πολύ ανταγωνιστικός μύκητας (του οποίου υπάρχουν εμπορικά σκευάσματα), που καταπολεμά και τη ριζοκτονία στη γαριφαλιά πολύ αποτελεσματικά και μάλιστα καλύτερα από το πενταχλωροβενζόλιο, το οποίο θεωρείται αποτελεσματικό.

Για τις ανδρομυκώσεις επίσης έχουν βρεθεί και έχουν χρησιμοποιηθεί μύκητες, στελέχη του γένους *Fusarium oxysporum*, τα οποία είναι ανταγωνιστικά άλλων *Fusarium oxysporum*, καθώς και βακτήρια του γένους *Pseudomonas*, τα οποία έχουν δοκιμαστεί, έχουν χρησιμοποιηθεί στην πράξη σε θερμοκήπια.

Ένας άλλος μύκητας, ο *Thalaromyces flavus*, βρέθηκε αποτελεσματικός εναντίον βερτισιλίωσης.

Νηματοπαθογόνοι μύκητες

Διακρίνονται στους ενδοπαρασιτικούς και τους παγιδευτικούς. Στους ενδοπαρασιτικούς, τα спорία κολλούν πάνω στο σώμα του νηματώδη ή καταπίνονται από αυτούς. Ανήκουν στους Oomycetes, Zygomycetes, Chytridiomycetes και Deuteromycetes και είναι κατά κανόνα υποχρεωτικά παράσιτα. Στους παγιδευτικούς μύκητες, οι νηματώδεις κολλούν πάνω στις υφές χάρη σε μία κολλώδη ουσία της οποίας η έκκριση διεγείρεται από την επαφή με το νηματώδη. Στη συνέχεια υφές θα αναπτυχθούν εντός του ζώου το οποίο και θα θανατωθεί.

Εκτός από τον προηγούμενο μηχανισμό υπάρχει και ο μηχανισμός με συσφιγκτήριους βρόγχους. Αποτελούνται από 3 κύτταρα και όταν ο νηματώδης περάσει στο εσωτερικό τους και έρθει σε επαφή με το τοίχωμά τους, αυτοί κλείνουν απότομα και τον στραγγαλίζουν. Ανήκουν στους *Zygomycetes* και *Deuteromycetes*, είναι κοσμοπολίτικοι και στο σύνολο τους σαπροφυτικοί.

Φαίνεται πως η δράση τους ευνοείται από άφθονη οργανική ουσία. Σύμφωνα με τον Δήμου (1995), η μεθοδολογία της ενσωμάτωσης στο έδαφος ποσοτήτων μολύσματος διαφόρων ειδών νηματοβόρων δεν πέτυχε να μειώσει τον πληθυσμό των φυτοπαθογόνων νηματωδών. Ο εδαφικός μικροβιακός πληθυσμός κατά βάση κοσμοπολίτικος, είναι αντανάκλαση των συγκεκριμένων σε κάθε έδαφος συνθηκών. Ο Garrett (1956), αναφέρει πως η προσπάθεια να μεταβληθεί η σύνθεση του ως προς ένα είδος ή μια κατηγορία οργανισμών και μάλιστα χωρίς αλλαγή των συνθετικών του περιβάλλοντος δεν μπορεί να έχει παρά ασήμαντο και παροδικό αποτέλεσμα.

Η Youyoucalou (1993), μελέτησε την δυνατότητα ελέγχου των *Meloidogyne* σε φυτά τομάτας με τον *Arthrobotrys irregularis*. Ο μύκητας έδωσε καλά αποτελέσματα μειώνοντας τα φυμάτια και τους πληθυσμούς του νηματώδη.

Trichoderma koningii:

Σε δυο πειράματα που έγιναν από την κα. Τζαβέλα-Κλωνάρη, καθηγήτρια Φυτοπαθολογίας του Α.Π.Θ, το 1999 σε σπορεία αγρού που μολύνθηκαν τεχνητά με τους μύκητες *Rhizoctonia solani* και *Sclerotinia sclerotiorum*, ο βιολογικός παράγοντας, το *Trichoderma koningii* απέδωσε λιγότερα υγιή φυτά από ότι οι χημικές επεμβάσεις.

Χρήση μικροοργανισμών όπως οι μύκητες του γένους *Verticillium* για τον έλεγχο του νηματώδη *Meloidogyne javanica*

Pasteuria penetrans

Σποριόγο βακτήριο που έχει αναφερθεί πολλές φορές να μειώνει σε σημαντικό βαθμό πληθυσμούς του γένους *Meloidogyne*. Έχει συσχετισθεί με 200 περίπου είδη νηματωδών αλλά εμφανίζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όσον αφορά το γένος *Meloidogyne*. Τα ώριμα σπόρια του βακτηρίου προσκολλώνται στο επιδερμίδιο της νύμφης 2^{ου} σταδίου κατά την κίνηση της μέσα στο έδαφος. Η βλάστηση του σπορίου και η διάτρηση του νηματώδη γίνεται 8 περίπου ημέρες μετά την είσοδο του νηματώδη στη ρίζα και την έναρξη της θρέψης του. Το βακτήριο σχηματίζει αποικίες στο εσωτερικό του νηματώδη καταστρέφοντας το αναπαραγωγικό σύστημα των θηλυκών χωρίς να επηρεάζει τις λειτουργίες θρέψης και ανάπτυξης (Τζωρτζακάκης και Γκούμας, 1994).

Η αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους με ηλιοαπολύμανση και τα νηματοδοκτόνα δεν επηρεάζουν την παθογένεια του βακτηρίου. Στους 30°C το βακτήριο ολοκληρώνει το βιολογικό του κύκλο σε 20-30 ημέρες ενώ στους 20°C σε 85-100 ημέρες. Κάτω από τους 20°C πιθανόν να διακοπεί ο βιολογικός κύκλος ενώ η αναπαραγωγή του νηματώδη εξελίσσεται φυσιολογικά. Το βακτήριο είναι μάλλον υποχρεωτικό παράσιτο γεγονός που καθιστά δύσκολη την παραγωγή *in vitro* (Τζωρτζακάκης και Γκούμας, 1994).

Οι Youyoucalou και Gowen (1995), μελετώντας την προσκόλληση των σπορίων του βακτηρίου σε νηματώδεις *M. incognita* και *M. javanica* παρατήρησαν ότι η προσκόλληση των σπορίων πάνω στους νηματώδεις ήταν διαφορετική για κάθε απομόνωση βακτηρίου. Ο

Davies et al (1988), ανέφεραν ότι διαφορετική υποδεκτικότητα στην προσκόλληση του σπορίου ήταν εμφανής μεταξύ πληθυσμών σε νηματώδεις *Meioidogyne*, ενώ οι Vouyoukalou και Gowen αναφέρουν ότι η προσκόλληση των σπορίων ήταν μεγαλύτερη στον *M. Javanica*.

Οι Τζωρτζακάκης και Γκούμας (1995), μελέτησαν το συνδυασμό ηλιοαπολύμανσης, *Pasteuria penetrans* και oxamyl (μειωμένης δόσης) σε καλλιέργεια αγγουριάς και τομάτας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι παράγοντες αυτοί μείωσαν σημαντικά την προσβολή της ρίζας, το ωσπαραγωγικό δυναμικό και τον πληθυσμό. Παρατηρείται συνεργασία μεταξύ των παραγόντων αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα του βακτηρίου, ενώ η υπολειμματική δράση του παρατείνεται και πέρα των δύο καλλιεργητικών περιόδων.

7.1.6. Ανθεκτικά υβρίδια και ποικιλίες

Έχουν γίνει μεγάλα βήματα στην παραγωγή υβριδίων ανθεκτικών σε εχθρούς και ασθένειες των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, όπως είναι οι νηματώδεις, μύκητες του γένους *Fusarium*, καθώς και πλήθος από σοβαρές ιώσεις. Το μειονέκτημα είναι ότι μέχρι στιγμής – δεν έχει παραχθεί το τέλειο υβρίδιο, εκείνο δηλαδή που θα είναι άτρωτο σε όλες τις ασθένειες και εχθρούς.

Υπάρχουν τα ανθεκτικά υποκείμενα όπου μπορούν να εμβολιαστούν κηπευτικά και να υπάρξει πολύ καλή παραγωγή. Σε ορισμένες περιοχές μάλιστα, χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση, όπως στη Βάρδα Ηλείας όπου οι παραγωγοί φυτεύουν χιλιάδες στρέμματα με φυτά καρπουζιάς, που εμβολιάζουν μόνοι τους πάνω σε ανθεκτικά υποκείμενα. Στην Κρήτη η μέθοδος εφαρμόζεται σε μικρό βαθμό, στην περιφέρεια του Τυμπακίου και στην περιφέρεια της Ιεράπετρας.

Για την τομάτα και τη μελιτζάνα, για μια σειρά από ασθένειες, χρησιμοποιείται το KVFMP, που είναι ανθεκτικό στη βερτισιλίωση, τη φουζαρίωση, τους νηματώδεις και το TMV. Για την αγγουριά χρησιμοποιείται το *Cucurbita ficifolia*.

Οι ανδρωμυκώσεις συγκαταλέγονται μεταξύ των πλέον σοβαρών ασθενειών των κηπευτικών (Fletcher 1984). Τα κυριότερα παθογόνα των ανδρωμυκώσεων είναι οι εδαφογενείς μύκητες *Verticillium dahliae* Kleb. και *Fusarium oxysporum* Schlechtend. (Armstrong et al., 1981; Schnathorst, 1981).

Θεραπευτικά μέτρα για τα παραπάνω παθογόνα δεν υπάρχουν, έτσι οι ανδρωμυκώσεις αντιμετωπίζονται στην πράξη εφαρμόζοντας προληπτικά μέτρα. Εδαφογενείς εχθροί και ασθένειες στα θερμοκήπια καταπολεμούνται με χημικό υποκαπνισμό του εδάφους ή ατμό (Κατάν, 1984). Όμως στον αγρό, εξ αιτίας του υψηλού κόστους εφαρμογών των μεθόδων, η χρήση ανθεκτικών στις ασθένειες του ξύλου ποικιλιών είναι το σπουδαιότερο μεταξύ άλλων προστατευτικών μέτρων που εφαρμόζονται. Με τον τρόπο αυτό, οι καλλιεργούμενες ποικιλίες διατηρούν όλα τα επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά τους, αφού μερικά από αυτά συνήθως χάνονται κατά την κλασική γενετική βελτίωση. Επιπλέον, το κόστος είναι χαμηλότερο από εκείνο της χημικής απολύμανσης του εδάφους, ενώ στις περισσότερες των περιπτώσεων παρατηρείται σημαντική αύξηση της παραγωγής. Επομένως, η τεχνική του εμβολιασμού θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια μη χημική εναλλακτική μέθοδος καταπολέμησης εδαφογενών παθογόνων και νηματωδών. Μόνος ή σε συνδυασμό με άλλες μη χημικές μεθόδους, ο εμβολιασμός θα μπορούσε να υποκαταστήσει την απολύμανση του εδάφους με βρωμιούχο μεθύλιο.

Σε πειράματα που έγιναν στις εγκαταστάσεις του Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου από τους κ.κ. Παπλωματά, την κα. Ελένα και την κα. Τσαγκαράκου από την ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΣΠΥΡΟΥ ΑΕΒΕ, σπορόφυτα τομάτας και κολοκυνθοειδών χρησιμοποιήθηκαν ως υποκείμενα και αξιολογήθηκαν ως προς την αντοχή τους στη βερτισιλίωση σε συνθήκες θερμοκηπίου.

Από τα μέχρι στιγμής δεδομένα υπάρχουν υποκείμενα κολοκυνθοειδών και τομάτας με αντοχή στη μόλυνση από το μύκητα *Verticillium dahliae*. Προκαταρκτική αξιολόγηση ευπαθών εμπορικών ποικιλιών τομάτας και κολοκυνθοειδών σε αντίστοιχα ανθεκτικά ανεκτικά υποκείμενα έχει δείξει ότι η εμφάνιση της ασθένειας μπορούσε να καθυστερήσει για περίπου 20 μέρες σε σύγκριση με τους ανεμβολίαστους μάρτυρες.

7.1.7. Υδροπονική καλλιέργεια

Η υδροπονική καλλιέργεια, καθιστά την καλλιέργεια ανεξάρτητη από την κατάσταση του εδάφους. Η υδροπονία δημιουργεί ένα υγιές υπόστρωμα που εξασφαλίζει την απρόσκοπτη ανάπτυξη φυτών, τουλάχιστον από τα παθογόνα εδάφους. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι η σχετικά δαπανηρή εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος, καθώς και η εξειδικευμένη γνώση και προσεκτική παρακολούθηση του παραγωγού.

7.1.8. Φυτικά υπολείμματα

Ο διευθυντής του Ινστιτούτου Ελαιοκομίας, Οπωροκηπευτικών και Βιοτεχνολογίας Καλαμάτας δρ Γιώργος Ζερβάκης τονίζει ότι είναι δυνατόν να αντικατασταθεί το βρωμιούχο μεθύλιο από φυσικά προϊόντα απολύμανσης του εδάφους. Πρόκειται για την αξιοποίηση ενός μεγάλου εύρους γεωργικών υπολειμμάτων και προϊόντων. Τα περισσότερα από αυτά προέρχονται από την ελαιοκομία και συγκεκριμένα η πυρήνα, ο κασίγαρος, το πυρηνόξυλο και τα λιοφύλλα καθώς και υπολείμματα που προέρχονται από την οινοποίηση (στέμφυλα), τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες και την παραγωγή εδώδιμων μανιταριών. Τα υπολείμματα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή οργανικών βελτιωτικών εδάφους (κομπόστ) δια μέσου ελεγχόμενων διαδικασιών.

Όπως εξηγεί ο κύριος Ζερβάκης τα κομπόστ θα αξιολογηθούν για την καλλιέργεια κηπευτικών και αγροστωδών, σε σχήματα βιολογικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης, σε σχέση με την βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, τη θρέψη των φυτών και την επισχετικότητα των φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών εδάφους.

7.1.9. Φυτικά προϊόντα

Είναι μια νέα μέθοδος όπου παρασκευάζονται εύκολα φυτικά εκχυλίσματα και με μικρή δαπάνη. Πρόκειται για ουσίες που παράγονται στη φύση και υπόκεινται στο φυσικό νόμο της ανακύκλωσης της ύλης χωρίς παρενέργειες. Για την παρασκευή των εκχυλισμάτων αυτών συλλέγονται τα φυτά και ξεραίνονται γρήγορα σε σκοτεινό και καλά αεριζόμενο μέρος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Κατόπιν κονιοποιούνται και διαλύονται σε νερό 2%. Μετά από ειδικό φιλτράρισμα τα εκχυλίσματα αυτά μέχρι να χρησιμοποιηθούν διατηρούνται σε χαμηλή θερμοκρασία.

Η Τουρκία που βρίσκεται μεταξύ Ευρώπης και Ασίας κατέχει μια σημαντική θέση όπου οι φυσικές συνθήκες δημιουργούν το κατάλληλο έδαφος για μοναδική μικρο-χλωρίδα και μικρο-πανίδα. Έχουν δημιουργηθεί φυτοφάρμακα βασισμένα σε φυτικά εκχυλίσματα ψάχνοντας την αντιμυκητοκτόνο / βακτηριδιακή και εντομοκτόνο αντίδραση έκαστου άγριου φυτικού είδους που φύεται κυρίως στην Ανατολική – Μεσογειακή περιοχή της Τουρκίας (O. Yegen and S. Tuzun, Τουρκία). Τα προϊόντα είναι βασικά μείγματα διαφόρων φυτικών εκχυλισμάτων και ιδίως του AkseBio-1 έως 4, με διάφορες ενέργειες στο έδαφος ή τους φυλλώδεις παθογόνους οργανισμούς ή/ και τα έντομα. Η βασική ενέργεια του AkseBio-4 βασίζεται στην άμεση δραστηριότητα όπως στα γεωργικά παρασκευάσματα κατά του φυτοπαθογόνου μύκητα, των βακτηρίων και των εντόμων σε χαμηλές δόσεις (20-100PPM για 100% για αναστολή ή θάνατο). Η έμμεση ενέργεια εξαρτάται από : 1) αυξανόμενο χρήσιμο μικροβιακό πληθυσμό όπως αποδεικνύεται από την σημαντική αύξηση την εποίκιση από τον φθορίζοντα *Pseudomonads*, *Actinomycetes* spp, *Trichoderma* spp, κτλ 2) αύξηση της μη-υδρογόνωσης του εδάφους έχοντας μια μακροπρόθεσμη ενεργητική ενέργεια στο έδαφος, αντίθετο με αυτό που παρατηρείται σε πολλά φυτοφάρμακα περιλαμβανομένου και του βρωμιούχου μεθυλίου και του Dazomet , και 3) ενεργοποίηση των μηχανισμών άμυνας του εδάφους ή έμμεσα από την αυξανόμενη μικροβιακή δραστηριότητα στο έδαφος.

Τα προϊόντα έχουν δοκιμαστεί από διάφορες εταιρείες σε πολλές χώρες, για τις *in vitro* δραστηριότητες καθώς επίσης για να αντικαταστήσουν το βρωμιούχο μεθύλιο στις εφαρμογές του εδάφους και αποθήκευσης. Σε πειράματα που γίνονται στο Auburn πανεπιστήμιο της Αμερικής σε συνεργασία με το Akdeniz της Τουρκίας έχουν απομονώσει έναν ιό *Pseudomonas fluorescence* που μπορεί να επιζήσει σε πολύ υψηλές περιεκτικότητες φυτικών εκχυλισμάτων (500PPM) και ο οποίος προστατεύει τα σποριόφυτα πιπεριάς από το *Phytophthora capsia* σαν μικροβιακή θεραπεία παρουσία ή απουσία φυτικών εκχυλισμάτων. Η θεραπεία με φυτικά εκχυλίσματα αύξησε την ανάπτυξη των φυτών και βελτίωσε την υγεία των φυτών παρουσία των παθογόνων οργανισμών.

Η τελική μίξη από AkseBio-3 σκότωσε τις αφίδες, την άκαρη, τις άσπρες μύγες και τα άλλα έντομα κατά την χρησιμοποίησή του στα φύλλα σε χαμηλές περιεκτικότητες (100-200PPM σε νερό). Οι μικροσκοπικές αναλύσεις δείχνουν την γρήγορη κυτταρόλυση, την απώλεια ενέργειας των ζωοσπορίων του *P.capsici*, την απώλεια κίνησης του νηματώδη *Meloidogyne* spp και την αναστολή της αύξησης καθώς και το σχηματισμό σπορίων πολλών από γεωργικής άποψης σημαντικών μυκήτων (δηλ. *Fusarium* spp., *Phythium* spp., *Verticillium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp.)

Τα τελικά προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο αρδευτικό νερό ή άμεσα στο έδαφος όπου οι ρίζες αναπτύσσονται μέσω των συστημάτων ποτίσματος δια σταγόνας, σκοτώνοντας τα νηματώδη, τα έντομα, τους παθογόνους μύκητες και τα βακτηρίδια. Εμφανίζονται καλύτερα από το Dazomet στα διάφορα τεστ σε θερμοκήπια και αγρούς, αφού είναι μείγματα φυτικών εκχυλισμάτων ενεργούν ως πολύπλευρα φυτοφάρμακα. Τα φυτικά εκχυλίσματα δεν

έχουν καμιά γνωστή τοξική ενέργεια στον άνθρωπο, ζώα, πουλιά, ερπετά, φυτά καθώς επίσης και στο περιβάλλον όταν χρησιμοποιούνται σε σωστές περιεκτικότητες διαλύματος.

7.1.10. Αντικατάσταση εδάφους

Μια άλλη μέθοδος που αρχίζει να κερδίζει έδαφος, είναι η αντικατάσταση του εδάφους του θερμοκηπίου σε βάθος 25-30 εκ με νέο έδαφος, αποτελούμενο από ένα μέρος εδάφους που είναι ακαλλιέργητο επί πολλά χρόνια, ένα μέρος κοπριάς απολυμασμένης και ένα μέρος λεπτής ποταμίσιας άμμου.

Η μέθοδος αυτή κρατάει τα εδαφογενή παθογόνα επί 4-5 χρόνια σε πολύ χαμηλά επίπεδα από πλευράς πληθυσμών, προσβολών και συνεπώς και φυτοπροστατευτικών επεμβάσεων.

Η αντικατάσταση του εδάφους γίνεται κάθε 6-8 χρόνια περίπου. (Επ. Γαζής, γεωπόνος Φυτοπροστασίας και Περιβάλλοντος, Δ/σης Αγροτ. Ανάπτυξης Θεσσαλονίκης)

7.1.11. Ανθεκτικά υποστρώματα- εδάφη

Ανθεκτικά εδάφη είναι τα εδάφη που δεν μπορούν να εκδηλωθούν ασθένειες από ορισμένα παθογόνα, παρά την παρουσία τους. Την ανθεκτικότητά τους αυτή που συνήθως είναι μικροβιακής φύσης, μπορούν να μεταδώσουν, αν προστεθούν δυο εβδομάδες πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας σε μικρή ποσότητα σε άλλα παθογενή εδάφη. (Ποσότητα 0,8-2 kg/m² και ενσωμάτωση στα 20 εκ φαίνεται να δίνει καλά αποτελέσματα).

Η διαδικασία χρησιμοποίησης τους βασίζεται στην διαδοχική παραγωγή μιγμάτων με μικρή ποσότητα αρχικού εδάφους. Τα μίγματα αυτά μετά από πολύμηνη επώαση και αφού υποβληθούν σε τεστ ελέγχου της δεκτικότητάς τους ενσωματώνονται στο παθογόνο έδαφος. Στη φύση βρέθηκαν εδάφη που δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη των *Fusarium oxysporium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia solani* κλπ. Η χρησιμοποίηση των ανθεκτικών εδαφών στην πράξη παρουσιάζει ορισμένες δυσκολίες όπως:

Η αναζήτηση των εδαφών αυτών στη φύση είναι επίπονη και χρονοβόρα.

Υπάρχει κίνδυνος διαταραχής της αυτόχθονης μικροβιοκοινότητας με την εισαγωγή στο έδαφος ξένων μικροοργανισμών. Τα μειονεκτήματα αυτά ελαχιστοποιούνται με την χρήση τεχνητών ανθεκτικών εδαφών.

Η διαδικασία παραγωγής τέτοιων εδαφών περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

Παραγωγή μολύσματος ανταγωνιστών μυκήτων. Γίνεται με την ξεχωριστή καλλιέργειά τους σε βερμικουλίτη ή περλίτη ή πίτουρα. Επώζονται για 2-3 μήνες. Η υγρασία διατηρείται με την προσθήκη αποσταγμένου νερού.

Παραγωγή μίγματος εκκίνησης (M1). Αυτό γίνεται με την ανάμειξη 10% της καλλιέργειας του κάθε ανταγωνιστή και 90% φυσικού εδάφους τριπλά αποστειρωμένου. Αντί του φυσικού εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποστειρωμένη και χωνεμένη κοπριά. Το μίγμα αυτό διατηρείται για 5-6 μήνες σε συνθήκες δωματίου και ανακατεύεται επιμελώς. Με την προσθήκη νερού διατηρείται η υγρασία του σε σημείο υδατοικανότητας

Ανάμειξη ίσης ποσότητας των μιγμάτων εκκίνησης M1 κάθε μικροοργανισμού.

Παραγωγή του μίγματος M2 με την ανάμειξη 10% του M1 και 90% από το προηγούμενο τριπλά αποστειρωμένο έδαφος ή κοπριά. Το νέο αυτό μίγμα ανακατεύεται καλά και αφήνεται για επώαση 1-2 εβδομάδες.

Κατά τον ίδιο τρόπο παρασκευάζονται τα μίγματα M3 και M4 και αφήνονται για επώαση 2-3 και 3-4 εβδομάδες αντίστοιχα. Η υγρασία διατηρείται στο σημείο υδατοικανότητας με την προσθήκη νερού.

Ενσωμάτωση του τέταρτου μίγματος M4 στο έδαφος του οποίου οι ασθένειες πρόκειται να αντιμετωπιστούν. Το μίγμα αυτό χρησιμοποιείται στην ποσότητα 0,8-2Kg/m². Η ενσωμάτωση γίνεται σε βάθος 20εκ περίπου 15 μέρες πριν από την φύτευση. Μια εβδομάδα μετά την ενσωμάτωση ένα νέο ανακάτεμα και δισκοσβάρνισμα του εδάφους θα βοηθήσει πολύ στην ομοιογενή κατανομή του μίγματος.

Είναι αυτονόητο πως με το τεχνητό ανθεκτικό έδαφος μπορεί κανείς να αντιμετωπίσει ένα συγκεκριμένο ή περισσότερα παθογόνα αναμιγνύοντας τους κατάλληλους ανταγωνιστές.

Ανάλογα αποτελέσματα και μάλιστα πολύ ικανοποιητικά, έχουν διάφορες κομπόστες, που χρησιμοποιούνται στην πράξη ήδη στις Η.Π.Α, ως υποστρώματα καλλιέργειας γλαστρικών, τα οποία παράγονται από φλοιούς δέντρων, όπως τα πεύκα, οι βελανιδιές. Η αποτελεσματικότητα τους οφείλεται στην ύπαρξη μικροοργανισμών, γι' αυτό αν απολυμανθούν με χημικό τρόπο ή θερμότητα αχρηστεύονται. Στις Η.Π.Α. υπάρχουν ειδικευμένοι οίκοι που παίρνουν την πρώτη ύλη (φλοιό) από τις βιομηχανίες ξύλου και παρασκευάζουν αυτές τις κομπόστες, οι οποίες καταρχήν χρησιμοποιούνται από τους φυτωριούχους για την παραγωγή νεαρών φυτών, αλλά και για την αντιμετώπιση ασθενειών στις καλλιέργειες. Τα γνωστά υποστρώματα όμως που έχουν ως βάση την τύρφη, δε βοηθούν στην αντιμετώπιση κάποιων συγκεκριμένων ασθενειών, όπως οι κομπόστες αυτές.

7.2. ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.

Πολλά παθογόνα και πολλοί εχθροί των καλλιεργειών διαβιώνουν στο έδαφος, όπου πρέπει να αναζητηθούν και να καταπολεμηθούν. Υπάρχουν εδάφη τόσο 'μολυσμένα' από μύκητες, νηματώδεις, έντομα, σπόρους ζιζανίων κ.ά., ώστε η καλλιέργεια φυτών σ' αυτά είναι δύσκολη, αν όχι αδύνατη. Τέτοια εδάφη είναι συνήθως τα εδάφη σπορείων και θερμοκηπίων, όταν δεν γίνεται τακτικά δραστική απολύμανση του χώματος, ή το έδαφος αγρών με μονοκαλλιέργεια επί σειρά ετών.

Χημική καταπολέμηση με καπνογόνα εδάφους έγινε για πρώτη φορά το 1884 (για άλλους 1869), με διθειούχο άνθρακα (CS_2), για την καταπολέμηση της φυλλοξήρας στις ρίζες των αμπελιών στη Γαλλία από τον Thenard. Μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο ανακαλύπτεται η χλωροπικρίνη, ένα σκεύασμα πολύ αποτελεσματικό για όλους τους μικροοργανισμούς του εδάφους με μικρό βιολογικό κύκλο, όπως έντομα εδάφους, μύκητες, βακτήρια, νηματώδεις και σπόρους ζιζανίων. Η μεγάλη πτητικότητα, τοξικότητα, η δακρυγόνα δράση και το υψηλό κόστος περιόρισαν την χρήση της, σε φυτά μεγάλης προσόδου και για σοβαρές μόνο ασθένειες, για τις οποίες δεν υπήρχε άλλος τρόπος καταπολέμησης. Η χλωροπικρίνη χρησιμοποιήθηκε στην Καλιφόρνια της Αμερικής σε καλλιέργειες φράουλας για την καταπολέμηση του Βερτισιλλίου. Επίσης χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλη κλίμακα, σε θερμοκήπια, παρά τη φυτοτοξικότητα των ατμών της, πράγμα που κάνει δύσκολη τη χρησιμοποίησή της σε περίοδο που αναπτύσσονται άλλα φυτά, στο ίδιο θερμοκήπιο. Οι νηματοκτόνες ιδιότητες του D-D και Telone (καπνογόνα εδάφους), διαπιστώθηκαν το 1940. Αργότερα ανακαλύφθηκαν το E.D.B. (Διβρωμιούχο αιθυλένιο), και το D.B.C.P. (Διβρωμοχλωροπροπάνιο), Nemagon, Fumazon, που έχουν αποσυρθεί από την κυκλοφορία σαν επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. Την ίδια εποχή εμφανίζεται το βρωμιούχο μεθύλιο, ένα ισχυρό απολυμαντικό εδάφους, που σε συνδυασμό με την χλωροπικρίνη καταπολεμεί τους πιο δυσεξόντωτους μικροοργανισμούς, που φέρονται διαμέσου του εδάφους. Το 1950 και 1960 μια νέα ομάδα, νηματοκτόνων – εντομοκτόνων παράγεται, χωρίς πτητικές ιδιότητες και με διασυστηματική δράση, τα καρβαμιδικά και οργανοφωσφορικά με κοκκώδη ή γαλακτοματοποιησίμη μορφή.

Η απολύμανση του εδάφους με χημικά μέσα ολικής ενέργειας, γίνεται με την εισαγωγή στο έδαφος ουσιών υγρών ή στερεών που μπορούν να αεριοποιούνται (καπνιστικά) και συνεπώς να διαχέονται ομοιόμορφα με τα τριχοειδή στο εδαφικό στρώμα, στο οποίο αναπτύσσονται οι ρίζες των φυτών. Απαιτεί, αρκετά μεγάλα μεσοδιαστήματα ασφάλειας (για φύτευση ή σπορά) μεταξύ της εφαρμογής της απολύμανσης και της εγκατάστασης της νέας καλλιέργειας. Επίσης απαιτεί σωστή εκλογή του απολυμαντικού που θα χρησιμοποιηθεί σε σχέση με το παθογόνο, το οποίο ιδιαίτερα θέλουμε να καταπολεμήσουμε, με τον τύπο του εδάφους και με την εποχή εφαρμογής.

Τα χημικά απολυμαντικά εδάφους εφαρμόζονται στο έδαφος σε υγρή ή στερεά μορφή και αφού μετατραπούν σε αέρια, διαχέονται στους πόρους του εδάφους. Σκοπός της χημικής απολύμανσης του εδάφους είναι να περιοριστεί ο πληθυσμός των παθογόνων ή των νηματωδών, ώστε να μην επιδράσουν αρνητικά στην ανάπτυξη των φυτών και στην παραγωγή. Για να το πετύχουμε αυτό δεν είναι απαραίτητο να καταστραφεί όλος ο πληθυσμός των παθογόνων ή των νηματωδών να γίνει αποστείρωση του εδάφους αλλά αρκεί να μειωθεί σε επίπεδα που δεν προκαλούν ζημιές στην καλλιέργεια.

Η ολοκληρωτική καταστροφή προϋποθέτει μεγάλες δόσεις τις χημικής ουσίας, με όλα τα μειονεκτήματα που ακολουθούν, όπως καταστροφή και της ωφέλιμης χλωρίδας και πανίδας

του, εδάφους περισσότερα υπολείμματα στο προϊόν, περισσότερος χρόνος αναμονής οικονομική απώλεια και άλλα.

Τα θετικά σημεία των διάφορων φυτοφαρμάκων που εφαρμόζονται είναι το ότι δεν εμφανίζουν το βιολογικό κενό που δημιουργεί το βρωμιούχο μεθύλιο, εξοντώνοντας κάθε έμβια μορφή που υπάρχει στο έδαφος. Επίσης στα θετικά είναι η λιγότερο επικίνδυνη εφαρμογή τους και το χαμηλότερο κόστος. Τα αρνητικά σημεία είναι ότι κάθε απολυμαντικό καταπολεμά ένα συγκεκριμένο φάσμα εχθρών ή ασθενειών. Έτσι άλλα είναι προσανατολισμένα κυρίως στην καταπολέμηση νηματωδών, με δευτερεύουσα ή μηδενική δράση σε εδαφογενείς παθογόνους μύκητες και βακτήρια, άλλα καταπολεμούν κυρίως μύκητες ή ζιζάνια, με αντίστροφη αδυναμία καταπολέμησης εχθρών. Γενικά, τα χημικά καπνιστικά εδάφους έχουν μια πολύ ήπια δραστηριότητα στα φυτοπαθογόνα βακτήρια και τελείως μηδενική εναντίον των ιών που βρίσκονται στο έδαφος.

Απολυμαντικά εδάφους μπορούν να θεωρηθούν οι δραστικές ουσίες που έχουν μεγαλύτερο φάσμα δράσης από μία μόνο κατηγορία.

7.2.1. Οζον.

Χημικά απολυμαντικά με ευρύ φάσμα δράσης.

Το όζον χάρη στη μεγάλη του οξειδωτική ικανότητα αποκτά ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον στη Φυτοπροστασία. Το ενδιαφέρον αυτό γίνεται εντονότερο εξαιτίας και μιας σειράς άλλων πλεονεκτημάτων που επακολουθούν τη χρησιμοποίησή του. Πράγματι το όζον είναι φυσικό προϊόν, αποικοδομείται ταχύτατα και σε προϊόντα ακίνδυνα για το περιβάλλον. Η διάρκεια ημιζωής του είναι 30 περίπου λεπτά και το μοναδικό προϊόν αποικοδόμησης είναι το οξυγόνο. Είναι φτηνό, μη ενεργειοβόρο και παράγεται στον τόπο εφαρμογής, γεγονός που δεν απαιτεί μεταφορά και αποθήκευση. Είναι χαμηλής τοξικότητας για τον άνθρωπο και δεν παρουσιάζει καμία καρκινογόνο ή τερατογόνο δράση. Εφαρμοζόμενο στο έδαφος μειώνει το μολυσματικό δυναμικό πολλών φυτοπαθογόνων χωρίς να δημιουργήσει βιολογικό κενό, αφού πολλά βακτήρια, μύκητες του γένους *Trichoderma*, μη παθογόνοι νηματώδεις και εκτομυκόρριζες επηρεάζονται σε μικρό βαθμό ή ευνοούνται. Με την οξείδωση των μεγαλομοριακών οργανικών συμπλοκών σε απλούστερες και βιοαποικοδομήσιμες ενώσεις βελτιώνει τη γονιμότητα των εδαφών. Μειώνει την αλατότητα του εδάφους με την οξείδωση του μαγγανίου, του βρώμιου και του σιδήρου. Βοηθάει στην απελευθέρωση των ιόντων του ασβεστίου και χαλκού. Βελτώνει τη δομή και την οργάνωση της ριζόσφαιρας. Χαρακτηρίζεται από ακαριαία θανάτωση των φυτοπαθογόνων. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφογενών παθογόνων θανατώνεται μέσα σε 2 λεπτά. Μπορεί να ελέγξει πρωτόζωα, βακτήρια, ιούς, μύκητες, νηματώδεις και πολλούς ζωικούς εχθρούς. Στους μύκητες προκαλεί οξειδωτική αποδόμηση της κυτταρικής μεμβράνης. Ανάλογη είναι η δράση και στα βακτήρια στα οποία επιδρά και στον ενζυματικό μεταβολισμό. Στους ιούς τροποποιεί το καψίδιο και το RNA. Ελέγχει τα αγριόχορτα κατά την αναβλάστησή τους. Ήδη βρίσκει εφαρμογή ως υποκαπνιστικό στην αντιμετώπιση παθογόνων και ζωικών εχθρών των τροφίμων και αποθηκευμένων προϊόντων, σε μετασυλλεκτικούς χειρισμούς γεωργικών προϊόντων και στην αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών, ζιζανίων και νηματωδών στις καλλιέργειες τομάτας, μπρόκολου, ζαχαρότευτλων, γλυκοπατάτας, ροδακινιάς και δαμασκηνιάς.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά διανοίγουν μεγάλη προοπτική στη χρησιμοποίηση του όζοντος στην αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών. Η οζόνωση του εδάφους για τον έλεγχο των ζιζανίων, των ασθενειών και των ζωικών εχθρών των καλλιεργειών παρουσιάζει ιδιαίτερο πρακτικό ενδιαφέρον. Πρόκειται για μια μέθοδο φτηνή, απλή στην εφαρμογή της και φιλική προς το περιβάλλον, η οποία μπορεί να υποκαταστήσει το βρωμιούχο μεθύλιο. Τα αποτελέσματά της βελτιώνονται ακόμα περισσότερο αν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το CO₂ ή την ηλιοθέρμανση του εδάφους ή με βιολογικά σκευάσματα. Στην τελευταία περίπτωση ο συνδυασμός με διάφορα είδη του γένους *Trichoderma* με τα οποία παρατηρείται συνεργισμός ή άλλα που ελέγχουν τους νηματώδεις αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Το ενδιαφέρον είναι ακόμα μεγαλύτερο αν αναφερθεί πως στις ΗΠΑ έχουν καταλήξει, ύστερα από ενδελεχείς έρευνες, στη χρησιμοποίηση της μεθόδου αυτής και από την οικολογική γεωργία. Χρειάζεται όμως να γίνουν περισσότερες έρευνες ιδιαίτερα στη χώρα μας για την τελειοποίηση της μεθόδου στις ελληνικές συνθήκες. Ιδιαίτερα, πρέπει να προσεχθεί η ακριβής εκτίμηση της συγκέντρωσης του διαλυτοποιημένου όζοντος στο νερό άρδευσης και ο περιορισμός διαφυγής του αερίου όζοντος στην ατμόσφαιρα. Δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής πως το όζον στην τροπόσφαιρα αποτελεί επικίνδυνο ρύπο για τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς και τον άνθρωπο και το βασικό συντελεστή εκδήλωσης του φαινομένου της αιθαλομίχλης. Κι ακόμα η μη σωστή εφαρμογή του στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει τροφοπενία σιδήρου, τοξικότητα από χαλκό ή από το ίδιο στο ριζικό σύστημα των φυτών.

Τα συμπτώματα σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι παροδικά. Σε χαμηλές παρατηρούνται υγρά μάτια, βραχύτητα στην ανάσα και ερεθισμό στο λαιμό. Οι πονοκέφαλοι είναι συνηθισμένο. Αυτά τα συμπτώματα διαρκούν όσο η έκθεση στο όζον. Το όζον δεν συσχετίζεται με καρκινογενέσεις, τερατογενέσεις ή μεταλλάξεις.

Σε πείραμα που παρουσιάστηκε στο 12^ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο στην Καστοριά (12-15 Οκτ. 2004), παρουσιάστηκε από το Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών Χανίων πείραμα που υλοποιήθηκε σε πλαστικό μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο ντομάτας. Χρησιμοποιήθηκε το όζον σε μια ή δύο εφαρμογές μόνο του ή σε συνδυασμό με το βιολογικό σκεύασμα με βάση το *Trichoderma harzianum* strain T22 στη δόση 150g/m² του εμπορικού σκευάσματος Triatum-G. Η παραγωγή ανά φυτό αυξήθηκε σημαντικά σε όλους τους χειρισμούς σε σχέση με το μάρτυρα και κυμάνθηκε από 39,3-40,6%. Όσον αφορά στην ημερήσια ανάπτυξη των φυτών, τη μεγαλύτερη αύξηση παρουσίασαν τα φυτά των πειραματικών τεμαχίων στα οποία χρησιμοποιήθηκε όζον και έπειτα το βιολογικό σκεύασμα (12,3%). Από την εξέταση του ριζικού συστήματος προέκυψε ότι το μικρότερο ποσοστό προσβολής από τα παθογόνα *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* και *Pycnochaeta lycopersici* σημειώθηκε στους χειρισμούς διπλή εφαρμογή όζοντος και όζον με βιολογικό σκεύασμα (3,3%).

Στην Καλιφόρνια της Αμερικής, το 1998 έγινε ένα αξιολογικό πείραμα από την California Energy Commission και άλλων εταιρειών, δοκιμάστηκε η αποτελεσματικότητα έγχυσης όζοντος στο έδαφος για τον έλεγχο ανάπτυξης παθογόνων. Αυτό έγινε σε δέκα σοδειές εμπορικά σημαντικές σε μια ακτίνα από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Το όζον εγχύθηκε σε διαφορετικές ποσότητες. Τα αποτελέσματα από αυτές τις δοκιμές γενικά περιγράφουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης του όζον σαν απολυμαντικό όπου αυξάνει την σοδειά και μειώνει τα επιζήμια αποτελέσματα των παθογόνων. Σε κάθε δοκιμή υπήρξε αριθμητική βελτίωση στη σοδειά ή ανθρότητα στο φυτό αποτέλεσμα της χρήσης του όζοντος συγκρινόμενο με ανακριβή ελέγχους. Τα αποτελέσματα ήταν μεταβλητά όταν συγκρίθηκε το όζον με τα συμβατικά καπνιστικά.

Η οικονομική αποτελεσματικότητα της χρήσης του όζοντος είναι πιο δύσκολο να εξακριβωθεί από αυτή των συμβατικών γεωργικών καπνιστικών που πωλούνται στους καλλιεργητές. Στην περίπτωση της χρήσης του όζοντος οι δυο συνιστώσες του κόστους του όζον είναι το λειτουργικό κόστος που έχει ο εξοπλισμός συμπεριλαμβανομένης της εργασίας και της μεταφοράς γενικά και η πληρωμή με δόσεις του κεφαλαίου του εξοπλισμού που παράγει το όζον. Θα μπορούσαμε να πούμε η χρήση του όζον στο εξωτερικό είναι ίσως και πιο οικονομική από το βρωμιούχο μεθύλιο.

7.2.2. DMDS (dimethyl disulfide)

Είναι ένα μόριο που παρουσίασε τον Ιανουάριο του 2002 η γαλλική εταιρεία παραγωγής χημικών Atofina, μια από τις μεγαλύτερες παγκοσμίως στην παραγωγή βρωμιούχου μεθυλίου. Το DMDS διαθέτει ενδιαφέροντα φυσικοχημικά και τοξικολογικά χαρακτηριστικά, εξαιρετικά ενδιαφέροντα για τη χρήση του ως απολυμαντικό εδάφους. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα τόσο σε πειράματα εργαστηρίου όσο και σε δοκιμές στο ύπαιθρο σε καλλιέργειες κηπευτικών (τομάτα, αγγούρι, πιπεριά, μελιτζάνα, πεπόνι) ήταν θετικά τόσο ως προς την εκλεκτικότητά στις αναφερόμενες καλλιέργειες όσο και ως προς τη δράση του σε διάφορα παθογόνα και νηματώδεις.

Φυσικοχημικές ιδιότητες

Μορφή: κίτρινο υγρό, με δυνατή οσμή σκόρδου.

Πυκνότητα: 1,063 στους 20°C και σημείο βρασμού 109,6°C, παρόμοιο με το νερό.

Διαλυτότητα στο νερό: 2,5 gr/lit.

Πίεση ατμών: 38 hPa στους 25°C.

Κορεσμός ατμών: 144mg/lit στους 25°C.

Log Pow = 1,77 (εκτιμώμενη), πιθανότατα όχι βιοσυσσωρεύσιμο.

Flash Point = 16°C.

Τοξικολογικές ιδιότητες

Οξεία τοξικότητα:

Oral LD₅₀ (rat) = 290-500 mg/kg: επικίνδυνο αν καταποθεί.

Dermal LD₅₀ (rat) > 2 gr/kg: πρακτικά όχι επικίνδυνο.

Inhalation LC₅₀ (rat) = 805 ppm: επικίνδυνο με την εισπνοή.

Γενετικές μεταλλαγές: Αρνητικό

Τερατογένεση: Αρνητικό

Κύτταρο-τοξικότητα: Αρνητικό

Οίκο-τοξικολογικές ιδιότητες

Υπολειμματική διάρκεια (Persistence): Στο νερό < 10% μετά από 28 ημέρες.

Καταστροφή (Degradability): Στον αέρα ½ της ζωής του σε 0,8h.

Υδρόβια τοξικότητα (Aquatic Toxicity): EC₅₀ (daphnias) = 7mg/lit

Προσρόφηση στο έδαφος: logK_{oc} = 2.34, μέτρια

Νηματωδοκτόνες ιδιότητες:

Έρευνες εργαστηρίου: *Meloidogyne arenaria* σε φυτά ντομάτας: δόση 5% σε νερό, 98% θνησιμότητα στις λαρβές, 97% μείωση της εκκόλαψης των αυγών μετά από 17 ημέρες.

Έρευνες σε αγρούς: *Meloidogyne* σε ρίζες ντομάτας: δόση 27 kg DMDS = 1.64, Μάρτυρας (καμία επέμβαση) = 3.21, Βάση αναφοράς *Ethorprophos* (5 kg/στρ) = 2,29

Φυτοτοξικότητα

Δοκιμές σε γλάστρες: βασίζονται σε ορατά συμπτώματα και στον αριθμό προσβεβλημένων φύλλων: καμία φυτοτοξικότητα από 40-80 kg/στρ.

Έρευνες σε αγρούς: 15 kg/στρ σε μαρούλια: καμία φυτοτοξικότητα.

Θα πρέπει να σημειωθεί γενικά ότι το προς απολύμανση έδαφος δεν πρέπει να περιέχει υπολείμματα φυτών της προηγούμενης καλλιέργειας.

7.2.3. Ιωδιούχο μεθύλιο

Το ιωδιούχο μεθύλιο είναι χημικώς ανάλογο του βρωμιούχου μεθυλίου, αλλά με ικανότητα καταστροφής του όζοντος (ozone depletion potential, ODP) μικρότερη από 0,016. αυτό σημαίνει ότι η ODP του είναι κατά πολύ μικρότερη από 0,2, που είναι το όριο για την ένταξη μιας ουσίας στη κλάση 1 των επιβλαβών για το όζον ουσιών, και από την ODP του βρωμιούχου μεθυλίου (Albritton & Watson, 1992; Ohr et al., 1996).

Επίσης το ιωδιούχο μεθύλιο έχει πολύ μεγαλύτερο μοριακό βάρος (142) και ίσως απαιτεί υψηλότερη αναλογία. Επίσης το ιωδιούχο μεθύλιο είναι στη λίστα της Καλιφόρνιας ως καρκινογόνο. Έχει όμως ένα πλεονέκτημα έναντι του βρωμιούχου μεθυλίου, είναι υγρό σε κανονικές θερμοκρασίες και είναι ευκίνητο στο έδαφος λειτουργώντας σαν καπνιστικό.

Πειράματα εργαστηρίου του αγρού των Zhang κ.ά. (1997) έδειξαν ότι το ιωδιούχο μεθύλιο καταπολέμησε εξίσου καλά ή και καλύτερα από το βρωμιούχο μεθύλιο ένα ευρύ φάσμα ζιζανίων όπως τα *A. retroflexus*, *C. rotundus*, *P. Oleracea*, *Lolium multiflorum*, *A. Theophrasti*, *C. album*, *Brassica kaber* και *C. esculentus*. Αυτό ήταν εξίσου αποτελεσματικό με το βρωμιούχο μεθύλιο εναντίον του *A. retroflexus*, αλλά αποτελεσματικότερο εναντίον των ζιζανίων *C. rotundus*, *P. Oleracea*, *Lolium multiflorum*, *A. Theophrasti*, *C. album*, *Brassica kaber* και *C. esculentus*. Αντίθετα, καμία επέμβαση (δόση) του ιωδιούχου μεθυλίου δεν καταπολέμησε ικανοποιητικά το *S. nigrum*.

Σε άλλο πείραμα, συνδυασμός ιωδιούχου μεθυλίου με χλωροπικρίνη (50/50) σε σύγκριση με βρωμιούχο μεθύλιο με χλωροπικρίνη (50/50) για τον έλεγχο της βερτιτσιλίωσης σε φράουλες, το ιωδιούχο μεθύλιο λειτούργησε εξίσου καλά με το βρωμιούχο μεθύλιο.

Επομένως με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, το ιωδιούχο μεθύλιο μπορεί να θεωρηθεί ως ένα από τα πιθανότερα και καταλληλότερα υποκατάστατα του βρωμιούχου μεθυλίου. Αυτό οφείλεται στο ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απολυμαντικό εδάφους όπου και όπως εφαρμόζεται το βρωμιούχο μεθύλιο, έχει καλύτερη αποτελεσματικότητα εναντίον ευρέως φάσματος εντόμων, νηματωδών, εδαφογενών παθογόνων και ζιζανίων αλλά έχει και μικρότερη δυσμενή επίδραση στο όζον.

7.2.4. Χημικά με περιορισμένο φάσμα δράσης

Εδώ κατατάσσονται δραστικές ουσίες και σκευάσματα τα οποία καταστρέφουν ορισμένα μόνο παθογόνα του εδάφους και χρησιμοποιούνται όταν δεν υπάρχει πρόβλημα άλλων παθογόνων. Τέτοια είναι τα νηματωδοκτόνα και ορισμένα μυκητοκτόνα.

Τα νηματωδοκτόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα διακρίνονται σε υποκαπνιστικά, που είναι αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες και σε μη υποκαπνιστικά που είναι οργανοφωσφορικές ενώσεις.

7.3. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ.

7.3.1. Ηλιοαπολύμανση σε συνδυασμό με ασβεστούχος κυαναμίδη

Είναι μια μέθοδος συμβατή με το περιβάλλον και την προστασία του και στοχεύει στην επαναφορά του εξαντλημένου εδάφους στα φυσιολογικά του επίπεδα, αυξάνοντας την γονιμότητά του και την αντίστασή του στα παθογόνα.

Μια μέθοδος που εφαρμόζεται ήδη σε μεσογειακές περιοχές είναι η ανάμειξη λιπάσματος ασβεστούχου κυαναμίδης, με εμπορική ονομασία Perlka, οργανική ουσία (τεμαχισμένο άχυρο, κοπριά, κτλ) στο έδαφος και ειδικός βιοενεργοποιητής (ήπιο μέσο αναζωογόνησης του εδάφους- BIOTRON PLUS, είναι μικροβιακής προελεύσεως ενζυματικός μεταβολιστής εδάφους (βιολογικό προϊόν) ακολουθώντας μια έκθεση του εδάφους στον ήλιο. Τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο αυτή, δεν είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα με την απολύμανση επιτυγχάνουν και αναζωογόνηση – βελτίωση των εδαφών.

Η μέθοδος Perlka προσαρμοσμένη πλήρως στις ανάγκες υπαίθριων και θερμοκηπιακών καλλιεργειών περιέχει συμπυκνωμένα προϊόντα από καλλιέργειες ωφέλιμων μικροοργανισμών και ομάδες φυσικών ενζυματικών συστημάτων, προγραμματισμένων για την αποκατάσταση της ισορροπίας και της φυσιολογικής ζωής του εδάφους.

Βελτιώνει την δομή του εδάφους και εξασφαλίζει μια ισορροπία στον μεταβολισμό του, με την παραγωγή σταθερού χούμου. Τα συστατικά του βοηθούν στις ακόλουθες βιολογικές λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στο έδαφος, απαραίτητες ώστε να διατηρήσουμε ένα γόνιμο έδαφος που θα παράγει προϊόντα υψηλών αποδόσεων και ποιότητας.

Μετατροπή, αποδέσμευση και απόδοση στα καλλιεργούμενα φυτά βασικών θρεπτικών ουσιών.

Δραστηριοποίηση μικροοργανισμών ώστε να γίνει πρόσληψη αζώτου από τον αέρα.

Δραστηριοποίηση των μικροοργανισμών που αποικοδομούν χουμικά άλατα, οργανική ουσία και φώσφορο.

Η μέθοδος λειτουργεί αθροιστικά, δηλαδή η επαναλαμβανόμενη χρήση της δίνει καλύτερα αποτελέσματα, χρόνο με το χρόνο, επαναφέροντας το έδαφος στη φυσιολογική του κατάσταση.

Το κόστος απολύμανσης είναι σημαντικά χαμηλότερο.

Εφαρμογή

- εκρίζωση της προηγούμενης καλλιέργειας και απομάκρυνση των υπολειμμάτων
- φρεζάρισμα του εδάφους

- ομοιόμορφος διασκορπισμός 100-150 κιλά ασβεστούχου κυαναμίδης και 500 κιλά απολύμασμένης χωνεμένης κοπριάς ή άλλης οργανικής ουσίας όπως άχυρα ή ροκανίδια ανά στρέμμα.
- ενσωμάτωση τους στο έδαφος σε βάθος 15-20 εκ
- πότισμα με υδρονέφωση ή τεχνητή βροχή και άπλωμα του δικτύου στάγδην άρδευσης στο έδαφος
- κάλυψη του εδάφους με πλαστικά φύλλα από διαφανές πολυαιθυλένιο. Το πλαστικό πρέπει να εφάπτεται καλά στο έδαφος και να γίνει καλό παράχωμα στις άκρες
- αφού καλυφθεί το έδαφος με πλαστικό και κλείσει το θερμοκήπιο, έναρξη λειτουργίας της στάγδην άρδευσης. Το θερμοκήπιο για ένα διάστημα 2-4 εβδομάδων θα παραμείνει κλειστό, το δε έδαφος σε βάθος 20εκ πρέπει να παραμείνει καλυμμένο και με εμφανή υγρασία. Το πόσο και το πόσες φορές θα ποτιστεί θα εξαρτηθεί από τη σύσταση του.
- άνοιγμα του θερμοκηπίου, ξεσκέπασμα του εδάφους, ψεκασμός αυτού με το μέσο αναζωογόνησης και ενσωμάτωσή του
- φύτευση της καλλιέργειας

Η μέθοδος αυτή επιτυγχάνει:

- την αξιοποίηση της ηλιοθέρμανσης με τον καλύτερο τρόπο διευρύνοντας την αποτελεσματικότητα της και περιορίζοντας τον απαιτούμενο χρόνο εφαρμογής της.
- τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους
- την προσθήκη λιπαντικών μονάδων μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων με αποτέλεσμα τον περιορισμό της χημικής λίπανσης
- την αναζωογόνηση του εδάφους με την προσθήκη ειδικού βιοενεργοποιητή
- την αύξηση της αντίστασης των φυτών σε παθογόνα
- την εξάλειψη του βιολογικού κενού που εμφανίζεται με την χρήση βρωμιούχου μεθυλίου και την επαναφορά της βιολογικής ισορροπίας στο έδαφος
- την αποφυγή ρύπανσης του οικοσυστήματος

Η ασβεστούχος κυαναμίδη, χρησιμεύει σαν λίπασμα αζώτου, λίπασμα ασβεστίου και απολυμαντικό εδάφους.

Σαν αζωτούχο λίπασμα: η ασβεστούχος κυαναμίδη, απελευθερώνει το άζωτο σιγά και σταθερά, πράγμα που συμπίπτει με τις ανάγκες των καλλιεργειών σε άζωτο, που είναι

σχετικά μικρές στην αρχή και αυξάνονται αργότερα. Έτσι αποφεύγονται προβλήματα φυτοτοξικότητας και απώλειας αζώτου κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των καλλιεργειών. Συχνά η τμηματική χρησιμοποίηση λιπασμάτων δεν είναι αναγκαία.

Η ασβεστούχος κυαναμίδη, είναι ένα βραδείας απελευθέρωσης λίπασμα, που στο έδαφος μετατρέπεται βαθμιαία σε μορφές αζώτου, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά.

Η μετατροπή από αμμωνιακό άζωτο σε νιτρικό, που φυσιολογικά στις άλλες περιπτώσεις γίνεται γρήγορα, εδώ επιβραδύνεται. Έτσι, μειώνεται η απώλεια σε άζωτο, που προκαλείται από έκπλυση ή από διαφυγή στον αέρα – μόνιμο πρόβλημα για το νιτρικό άζωτο κάτω από υγρές συνθήκες. Αυτό κάνει την ασβεστούχο κυαναμίδη ένα ιδανικό λίπασμα, για αρδευόμενες καλλιέργειες.

Σαν ασβεστούχο λίπασμα: η ασβεστούχος κυαναμίδη, έχει 55% έως 60% CaO, που είναι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα από κάθε άλλο αζωτούχο λίπασμα στην αγορά. Και 19,8% N. Περισσότερο από το μισό του CaO, παρουσιάζεται κατά τη μετατροπή του στο έδαφος, σε ενεργό μορφή, με αποτέλεσμα να θεωρείται σαν ασβεστούχο λίπασμα μεγάλης αποτελεσματικότητας.

Έτσι, η οξέωση του εδάφους (μείωση του pH) παρεμποδίζεται, η δράση των μικροοργανισμών στο έδαφος διεγείρεται, η σύσταση του χώματος βελτιώνεται, η σκλήρυνση και το λάσπωμα του εδάφους παρεμποδίζεται.

Σαν απολυμαντικό εδάφους: κατά τη διάρκεια της μεταβολής της ασβεστούχου κυαναμίδης στο χώμα, απελευθερώνεται κυαναμίδη, σαν ενδιάμεση ένωση-ουσία με πολύ ενδιαφέρουσες ιδιότητες για το έδαφος και τα φυτά (διαθέτει ισχυρές ζιζανιοκτόνες, μυκητοκτόνες και εντομοκτόνες ιδιότητες).

Αργότερα, η κυαναμίδη μετατρέπεται σε άλλες μορφές αζώτου (ουρία, αμμωνία, νιτρικά άλατα), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά, χωρίς να παραμείνει κανένα ανεπιθύμητο κατάλοιπο στο χώμα ή στα φυτά.

Η ασβεστούχος κυαναμίδη είναι

Ζιζανιοκτόνο: η κυαναμίδη, είναι αποτελεσματική εναντίον των σπόρων των ζιζανίων, κατά το φύτεμα των, όπως εναντίον πλατυφύλλων και αργωστωδών ζιζανίων κατά την ανάπτυξή των.

Στη Δυτική Γερμανία, η ασβεστούχος κυαναμίδη, είναι εγκεκριμένη σαν ζιζανιοκτόνο, για σιτηρά, βοσκοτόπια, λαχανόκηπους και αμπελώνες. Στις ΗΠΑ είναι εγκεκριμένη εναντίον των σπόρων των ζιζανίων, σε καπνά, φυτώρια λαχανικών και κομπόστες.

Μυκητοκτόνο: στην Δυτική Γερμανία, η ασβεστούχος κυαναμίδη, είναι εγκεκριμένη για τον έλεγχο του παρασιτικού πλαγιάσματος των σιτηρών και του καρκίνου στα λάχανα. Στις ΗΠΑ είναι εγκεκριμένη για τον έλεγχο υγρών και ξηρών σήψεων σε φασόλια, σέλινο, αγγούρια, πατάτες, τομάτες και λάχανα.

Έχει αναφερθεί ότι, εκτός των προαναφερθέντων είναι αποτελεσματική σε μεγάλο αριθμό παθογόνων μυκήτων, π.χ. σήψη ριζών και κορμού του αραβόσιτου, τεύτλων κ.α.

Ωοκτόνο προνυμφοκτόνο, κοχλιοληματοκτόνο: Διάφορες ασθένειες και παράσιτα των βοσκοτόπων, που προσβάλλουν τα ζώα που βόσκουν, καταστρέφονται από την ασβεστούχο κυαναμίδη (χλαπάτσα, σκώληκες στομάχου, πνευμόνων κ.λπ.).

Σε πολλές περιπτώσεις, η προσβολή από αγριόχορτα, βλαβερά έντομα και μύκητες κρατείται κάτω από οικονομικό έλεγχο, όταν εφαρμόζεται η ασβεστούχος κυαναμίδη, έτσι ώστε δεν είναι απαραίτητη η ειδική καταπολέμησή τους.

Μέτρα ασφαλείας

Η ασβεστούχος κυαναμίδη, πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή και σύμφωνα με τις οδηγίες. Οι ευαίσθητες καλλιέργειες, δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με τη σκόνη της ασβεστούχου κυαναμίδης.

Η ασβεστούχος κυαναμίδη μπορεί να αναμειχθεί με όλους τους τύπους των λιπασμάτων, εκτός εκείνων που περιέχουν άζωτο της ομάδας του αμμωνίου (NH₄), υπερφωσφορικά και τριπλά υπερφωσφορικά.

Πριν, κατά τη διάρκεια και έπειτα από τη χρήση της ασβεστούχου κυαναμίδης, δεν πρέπει να καταναλωθούν καθόλου αλκοολούχα ποτά, από τον καλλιεργητή.

Κατά τη διάρκεια της ασβεστούχου κυαναμίδης παράγεται προοδευτικά ουρία που είναι συστατικό άμεσα απορροφούμενο από τα φυτά. Έτσι προβλήματα υπολειμμάτων δεν υπάρχουν ούτε στο έδαφος, ούτε στις καλλιέργειες και τα προϊόντα που παράγονται.

Το επίπεδο της αζωτούχου λίπανσης εξαρτάται πολύ από τις τοπικές συνθήκες (κλίμα, έδαφος, είδος φυτού, ένταση καλλιέργειας κ.λπ.). Απαραίτητη συνθήκη για καλά αποτελέσματα, είναι να διαμοιράζεται η ασβεστούχος κυαναμίδη σε υγρό έδαφος ή να ενσωματώνεται μέσα σ' αυτό. Μόνο σε συνθήκες με αυξημένη την εδαφική υγρασία, πραγματοποιείται ο σχηματισμός της κυαναμίδης, η οποία και προσδίδει στην ασβεστούχο κυαναμίδη, τις ζιζανιοκτόνους και μυκητοκτόνους ιδιότητες της.

Οι δοκιμές σε αγρούς στην Ιταλία έδειξαν ότι ο συνδυασμός έκθεσης στον ήλιο του εδάφους μαζί με την ανάμειξη ασβεστούχου κυαναμίδης και άχυρου καταπολεμά τα ζιζάνια πάνω από 80%.

Ελληνικές μελέτες από την Κρήτη καθώς από την εμπειρία των καλλιεργειών της Τουρκίας επιβεβαιώνουν ότι η περιγραφόμενη μέθοδος μπορεί να καταπολεμήσει αποτελεσματικά τις μυκητώδεις ασθένειες που προκαλούνται στο έδαφος καθώς και τα ζιζάνια στα θερμοκήπια της Μεσογείου.

7.3.2. Ηλιοαπολύμανση + θείο + θειοβάκιλλο + χιτίνη

Σε πειράματα που έγιναν από τους κυρίους Μπούρμπο και Βενέτη στο Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών φυτών στα Χανιά, δοκιμάστηκε η δυνατότητα αντιμετώπισης της σήψης του λαιμού και των ριζών της τομάτας του θερμοκηπίου, που οφείλεται στο μύκητα *Fusarium oxysporum f. sp. Radicis-lycopersici*, και προκαλεί τα τελευταία χρόνια σοβαρές ζημιές στα θερμοκήπια της Κρήτης, με τη βοήθεια της ηλιοθέρμανσης του εδάφους σε συνδυασμό με θείο με *Thiobacillus spp.* και χιτίνη. Τα αποτελέσματα δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από εκείνο με χρήση βρωμιούχου μεθυλίου.

7.3.3. Ηλιοαπολύμανση και χημικά

Σε ένα πείραμα τριών χρόνων στην Νότια Ιταλία, 4 ή 8 εβδομάδες ηλιοαπολύμανσης δεν αύξησε την παραγωγή μαρουλιού σε χωράφια μολυσμένα με *Meloidogyne incognita*. Στη μια περιοχή σε συνεργασία με fenamiphos αυξήθηκε η παραγωγή του μαρουλιού όπως έκανε το fenamiphos όταν εφαρμόστηκε στο τέλος των 8 εβδομάδων ηλιοαπολύμανσης ή σαν μοναδική εφαρμογή πριν το φύτεμα. Όλοι οι συνδυασμοί του fenamiphos και της ηλιοαπολύμανσης αύξησαν την απόδοση στην καλλιέργεια του πεπονιού, η οποία αυξήθηκε με την εφαρμογή του 1,3 διχλωροπροπένιου κατά τον Απρίλιο. Όλες οι εφαρμογές αισθητά εξαφάνισαν τον δείκτη του σχηματισμού όγκων στις δυο καλλιέργειες.

Στη μια περιοχή, δεδομένα από τις δυο καλλιέργειες, μαρούλι και καπνό, ήταν λανθασμένα και δεν έδωσαν καθαρή εικόνα στις αποδόσεις, ούτε στους δείκτες όγκων στις ρίζες. Όμως συσχετισμοί μεταξύ ηλιοαπολύμανσης ή εφαρμογής του fenamiphos, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό και οι αποδόσεις ή οι δείκτες όγκων στις ρίζες έδειξαν καθαρά ότι η ηλιοαπολύμανση μπορεί να είναι μια καλή πρακτική για τη διαχείριση των ριζοκόμβων νηματωδών.

Στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών στην Κύπρο έγιναν μια σειρά από πειράματα (N. Ιωάννου και Γ. Νεοφύτου) τα τελευταία χρόνια με σκοπό την αξιολόγηση της ηλιοαπολύμανσης, σε συνδυασμό με διάφορα χημικά, φυσικά και βιολογικά προϊόντα, για ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων στην τομάτα θερμοκηπίου. Όλα τα πειράματα έγιναν σε θερμοκήπια με σοβαρή φυτική μόλυνση του εδάφους από ριζοκόμβους νηματώδεις καθώς και φυτοπαθογόνους μύκητες. Δοκιμάστηκαν διάφορες τεχνικές βελτίωσης της ηλιοαπολύμανσης, από τις οποίες τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η χρήση πλαστικού χαμηλής διαπερατότητας για κάλυψη του εδάφους, καθώς και η διεξαγωγή της ηλιοαπολύμανσης μέσα σε εντελώς κλειστό θερμοκήπιο. Διάφορα υποκαπνιστικά εδάφους, όπως το διχλωροπροπένιο, το metham sodium και το dazomet αποδείχθηκαν πλήρως συμβατά με την ηλιοαπολύμανση, αυξάνοντας το φάσμα δράσης της και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητά της.

8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχουμε εισέλθει σε μια εποχή όπου η γεωργική πράξη οφείλει να λαμβάνει σοβαρά υπ' όψιν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις όλων των συντελεστών παραγωγής. Έχουμε γίνει μάρτυρες απαγόρευσης προϊόντων, παρά τις δυσκολίες αντικατάστασής τους, με μόνη αιτία την αβεβαιότητα στο κατά πόσον τα προϊόντα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια για το χρήστη, τον καταναλωτή και το περιβάλλον.

Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι αέριο που παράγεται φυσικά σε θαλάσσια περιβάλλοντα, κατά κύριο λόγο από θαλάσσια φύκια, ενώ υπάρχει σε χαμηλές συγκεντρώσεις και στην ατμόσφαιρα. Από τον άνθρωπο παράγεται προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σαν παρασιτοκτόνο ή από τη βιομηχανία. Κάποιες μικρές ποσότητες παράγονται και από τις εξατμίσεις αυτοκινήτων. Σύμφωνα με έρευνα που έγινε για λογαριασμό του προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον (UNEP), το 90-95% των εκπομπών του βρωμιούχου μεθυλίου στην ατμόσφαιρα πιθανά να προέρχεται από φυσικές πηγές, ενώ οι εκπομπές από τον άνθρωπο ενδέχεται να μην ξεπερνούν το περίπου 5-10% του συνόλου.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με επιστημονικές εργασίες στο Κολοράντο των Η.Π.Α., 60.000-70.000 Μ.Τ. (μετρικοί τόνοι) βρωμιούχου μεθυλίου, δηλαδή το 47% του συνολικού που ελκύεται στην ατμόσφαιρα, προέρχεται από άγνωστες φυσικές πηγές. Ενώ σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό, η γεωργία και οι συναφείς μ' αυτήν δραστηριότητες είναι υπεύθυνες για την έκλυση 27.000 Μ.Τ. βρωμιούχου μεθυλίου (δηλαδή το 17% του συνόλου), όταν οι ωκεανοί εκλύουν 56.000 Μ.Τ. και τα υπόλοιπα υδατικά συστήματα άλλους 11.000 Μ.Τ.

Το βρωμιούχο μεθύλιο που προέρχεται από την γεωργική δραστηριότητα καταλαμβάνει ολοένα και μικρότερο ποσοστό (δηλαδή το παραπάνω 17% συνεχώς μειώνεται) γιατί αποκαλύπτονται συνεχώς νέες φυσικές πηγές έκπλυσης του.

Πολλές χώρες του λεγόμενου 'αναπτυσσόμενου κόσμου' (Αλγερία, Μαρόκο, Τυνησία κα) δεν δεσμεύονται και θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούν το βρωμιούχο μεθύλιο, φέρνοντας τους αγρότες του ανεπτυγμένου κόσμου σε μειονεκτική θέση.

Ουδέποτε αποδείχθηκε με ακλόνητα επιχειρήματα ότι η χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου στη γεωργία συμβάλλει στην καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος. Αντίθετα πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι το βρώμιο και οι ενώσεις του, που παράγονται με φυσικό τρόπο στις θάλασσες, είναι περισσότερο υπεύθυνα για τη διεύρυνση της τρύπας του όζοντος.

Τα παραπάνω οδήγησαν πολλές θιγόμενες χώρες, όπως οι Η.Π.Α., Αυστραλία, Γαλλία, Ισπανία να ζητήσουν να παραταθεί η χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου τουλάχιστον σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Αυτό σημαίνει ότι κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και περιορισμούς, μπορεί να χρησιμοποιείται επικουρικά για να δίνει λύσεις που κάποια υποκατάστατα του αδυνατούν να λύσουν. Έχουμε συγκεκριμένες εφαρμογές στη χώρα μας, στο Ισραήλ, την Ισπανία και αλλού, όπου πολύ μικρή ποσότητα (20 kg/ στρέμμα) συνδυαζόμενη με ηλιοαπολύμανση και τα νέα αδιαπέρατα πλαστικά δίνουν αποτελέσματα.

Η μελέτη της συμπεριφοράς του βρωμιούχου μεθυλίου στα 9 χρόνια της στενής παρακολούθησης του απέδειξε ότι η δράση του στη διάσπαση του όζοντος έχει υπερεκτιμηθεί. Έτσι το 1992 την εκτιμούσαν στο 15%, το 1994 στο 13% και από το 1998

δέχονται ότι, εάν καταργηθεί το 2004 το βρωμιούχο μεθύλιο θα είναι υπεύθυνο μόνο κατά 1% για τη διάσπαση του όζοντος από το 1998 έως το 2050.

Τα νεώτερα επιστημονικά δεδομένα δείχνουν ότι η αναβολή της απαγόρευσης του βρωμιούχου μεθυλίου μέχρι και δυο δεκαετίες δεν είναι δυνατόν να έχει αρνητική επίδραση στο στρώμα του όζοντος. Αν και το βρωμιούχο μεθύλιο είναι μια φυσικά ουσία, πολύ επιστήμονες πιστεύουν ότι η επιπλέον ποσότητα που προστίθεται στην ατμόσφαιρα από τον άνθρωπο μπορεί να διαταράξει την ισορροπία στη στρατόσφαιρα όπου επιτρέπει να υπάρχει ζωή στον πλανήτη.

Οι εκπομπές συμβάλλουν στο λεπτό στρώμα της στιβάδας του όζοντος, επιτρέποντας αυξημένα ποσά ακτινοβολίας να φτάσουν στην επιφάνεια της γης με αρνητικά αποτελέσματα όχι μόνο για την ανθρώπινη υγεία (συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του δέρματος), και το περιβάλλον αλλά και τα γεωργικά προϊόντα.

Το 1991 η Ελλάδα κατανάλωνε περίπου 1000 τόνους βρωμιούχου μεθυλίου στις γεωργικές εφαρμογές και περίπου 100 τόνους για απολυμάνσεις χώρων και τροφίμων. Το 2002 χρησιμοποιήθηκαν 400 τόνοι στη γεωργία με τη μεγάλη κατανάλωση να εντοπίζεται στην Κρήτη. Ο περιορισμός αυτός έγινε από τους ίδιους τους παραγωγούς, επειδή το προϊόν ακρίβυνε σημαντικά και επειδή εφαρμόστηκαν εναλλακτικές λύσεις σε 3-4 χιλιάδες στρέμματα, κυρίως στην Κρήτη. Ο σημαντικός όμως περιορισμός προήλθε από την ελαττωμένη ποσότητα που χρησιμοποίησαν ανά στρέμμα, κυρίως στην Ιεράπετρα, γιατί απολύμαναν κατά λωρίδες (το 50% της επιφάνειας), δηλαδή με δόσεις 35-45 κλά ανά στρέμμα, αντί 70-80 που χρησιμοποιούσαν παλαιότερα. Επίσης, άρχισαν να εφαρμόζουν ειδικά μη περατά στο βρωμιούχο μεθύλιο πλαστικά (V.I.F) με τα οποία επιτυγχάνονται αποτελέσματα με μικρότερες δόσεις και δίνουν τη δυνατότητα περαιτέρω περιορισμού της κατανάλωσής του.

Από κάποιες εναλλακτικές μεθόδους απολύμανσης του εδάφους δεν μπορούμε να περιμένουμε σοβαρά αποτελέσματα. Για παράδειγμα η απολύμανση με ατμό είναι εξαιρετικά δαπανηρή, δημιουργεί σοβαρότατα προβλήματα στο έδαφος και πολύ μεγάλη επιβάρυνση στην ατμόσφαιρα από τις καύσεις που θα χρειαστούν για να παραχθεί ατμός. Το 1,3 διχλωροπροπένιο και η χλωροπικρίνη που προτείνονται έχουν περιορισμένο φάσμα δράσης, είναι εξαιρετικά τοξικά και η χρήση τους στο θερμοκήπιο είναι πολύ επικίνδυνη. Παρ' όλα αυτά, το πρώτο χρησιμοποιείται ήδη σε πάνω από 1500 στρέμματα στην Ιεράπετρα.

Πρέπει να έχουμε υπόψη ότι ο παραγωγός προτιμούσε το βρωμιούχο μεθύλιο, που είναι εξαιρετικά ακριβό και επικίνδυνο, για δυο βασικούς λόγους, που δεν μπορεί να εξασφαλίσει καμία άλλη μέθοδος. Ο πρώτος είναι ότι το βρωμιούχο μεθύλιο δίνει ικανοποιητικές λύσεις και υπό οριακές συνθήκες εφαρμογής (π.χ. έλλειψη νερού, πλημμυρή κατεργασία του εδάφους κ.τ.λ.). Ο δεύτερος και σοβαρότερος λόγος είναι ότι αποτελεί τη μοναδική γρήγορη λύση. Έτσι αν κάποιος αποφάσιζε να ξεριζώσει, να απολυμάνει και να φυτέψει μια άλλη καλλιέργεια, το μόνο απολυμαντικό που μπορούσε να χρησιμοποιήσει είναι το βρωμιούχο μεθύλιο και γνωρίζουμε όλοι πολύ καλά ότι στο θερμοκήπιο, με τόσο μεγάλη επένδυση και αναμενόμενη πρόσοδο, δεν μπορεί να χάνεται ούτε μια μέρα από τον ωφέλιμο του χρόνο, ιδιαίτερα όταν οι καλλιέργειες γίνονται υπό οριακές συνθήκες (πρώιμα κηπευτικά).

Τώρα που οι σύγχρονες διατροφικές τάσεις δρομολογούν επέκταση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, είναι λογικό οι Έλληνες καλλιεργητές να βρεθούν εκτός παιχνιδιού. Οι Αμερικάνοι ξεκαθάρισαν (το ανακοίνωσαν και στο συνέδριο της Σεβίλλης, 2002) ότι δεν πρόκειται να επιβάλουν τους περιορισμούς στο βρωμιούχο μεθύλιο, γιατί δεν δέχονται οι

καλλιεργητές τους να βρεθούν σε μειονεκτική θέση έναντι των γειτόνων τους μεξικανών, στους οποίους επίσης υπάρχει δεκαετής περίοδος χάριτος.

Ο κ. Δημήτρης Βασιλάκης σημειώνει ότι το αντιφατικό στην όλη ιστορία είναι ότι το βρωμιούχο μεθύλιο δεν πρόκειται τελικά να μειωθεί, γιατί με τον αφανισμό των θερμοκηπίων στην Ε.Ε η ζήτηση κηπευτικών θα συντελέσει στην αύξηση των θερμοκηπίων στη Β. Αφρική, με αντίστοιχη αύξηση της κατανάλωσης του βρωμιούχου μεθυλίου εκεί. Πολλές εταιρείες έχουν αντιληφθεί αυτή την εξέλιξη και επενδύουν στο Μαρόκο, την Τυνησία και αλλού, για κατασκευή θερμοκηπίων.

Έτσι οι Έλληνες παραγωγοί, χωρίς τη δυνατότητα να απολυμαίνουν το έδαφος όποτε είναι απαραίτητο, θα πάνουν να παράγουν με ανταγωνιστικούς όρους. Στις Μοίρες, το Τυμπάκι, την Ιεράπετρα, την Άρβη, τη Σκάλα Λακωνίας και αλλού ο κλήρος είναι μικρός και άγονος και μόνο με την ένταση της προσωπικής εργασίας, της πείρας και της τεχνικής που αποκτήθηκε μετά από χρόνια σκληρής δουλειάς οι καλλιεργητές θερμοκηπίων στέκουν όρθιοι. Σ' αυτές ακριβώς τις περιοχές, δεν υπάρχουν ρεαλιστικές εναλλακτικές λύσεις για απόκτηση γεωργικού εισοδήματος, η αναπόφευκτη συρρίκνωση του οποίου θα έχει σοβαρότατες κοινωνικές και πληθυσμιακές συνέπειες στις περιοχές που θίγονται.

Το ελληνικό κράτος φαίνεται παγιδευμένο σ' ένα λαβύρινθο πολιτικών σκοπιμοτήτων, διακρατικών συναλλαγών, προσωπικών φιλοδοξιών και ανταγωνισμού των διαφόρων Διευθύνσεων στις Βρυξέλλες.

Ο γεωπόνος-φυτοπαθολόγος κ. Β. Μπούρμπος απαντώντας στις παραπάνω απόψεις του κ. Δ. Βασιλάκη υποστηρίζει ότι η αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών σε μια εντατική καλλιέργεια, όπως είναι η θερμοκηπιακή, αποτελεί βασική γεωργική βελτίωση. Όλοι οι θερμοκηπιούχοι γνωρίζουν πως ένα παθογενές έδαφος δεν μπορεί να εγγυηθεί την απόληψη μιας οικονομικά συμφέρουσας παραγωγής. Με κανέναν όμως τρόπο δεν μπορεί κανείς να διασυνδέσει το μέλλον των ελληνικών θερμοκηπίων με την παρουσία ενός και μόνου βιοκτόνου στο γεωργικό γίγνεσθαι της χώρας μας. Πολύ περισσότερο με το εν λόγω απολυμαντικό ευρέως φάσματος, του οποίου οι δυσμενείς επιπτώσεις στο εδαφοοικοσύστημα, στο περιβάλλον, στην ποιότητα των προϊόντων και στον άνθρωπο είναι ερευνητικά διαπιστωμένες.

Είναι γνωστό πως στις μέρες μας η επιστήμη και η τεχνολογία διαθέτει πολλά μέσα και τεχνικές για την αντιμετώπιση των εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων. Αρκεί να γίνουν γνωστά στους θερμοκηπιούχους. Βασική όμως προϋπόθεση είναι η γνώση της παθογόνου πανίδας και χλωρίδας του εδάφους, που θα επιτρέψει την εκλεκτική παρέμβαση. Στη συμβατική για παράδειγμα καλλιέργεια υπάρχουν και άλλα απολυμαντικά και μάλιστα πιο ήπια από το βρωμιούχο μεθύλιο. Ακόμα, αν είναι γνωστό το ή τα παθογόνα, η χημική παρέμβαση μπορεί να γίνει με συγκεκριμένες και μη ευρέως φάσματος δραστικές ουσίες. Ένας καλός συνδυασμός των καλλιεργητικών, φυσικών, βιολογικών και χημικών μεθόδων περιορίζει το μολυσματικό δυναμικό του εδάφους, χωρίς σημαντική διατάραξη του οικοσυστήματος.

Η αποσπασματική διασύνδεση της τύχης των ελληνικών θερμοκηπίων, κατά συνέπεια, με ένα και μόνο απολυμαντικό και χωρίς καμία αναφορά στις άλλες δυνατές λύσεις, κινδυνεύει να χαρακτηριστεί μεροληπτική.

Πολλοί αγρότες, στην Αυστραλία, την Ευρώπη και τις ΗΠΑ εκφράζουν την ανησυχία τους. Ανησυχούν γιατί οι φιλικές προς το στρώμα του όζοντος εναλλακτικές λύσεις για ορισμένες καλλιέργειες είναι πολυέξοδες, δυσεύρετες και ακατάλληλες.

Ο ατμός σε κηπευτικά προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας όπως λουλούδια, έχει καλό αποτέλεσμα αλλά σε μερικές χώρες είναι δαπανηρό.

Ο βιοκαπνισμός και η έκθεση στον ήλιο συν τα χημικά ανταποκρίνεται καλά κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες στις καλλιέργειες τομάτας, πεπονιών και φράουλας. Η καλλιέργεια φράουλας εκτός εδάφους είναι ανταγωνιστική στην Κίνα όπου υπάρχουν τοπικά υποστρώματα.

Η ηλιοαπολύμανση θα μπορούσε να αποτελέσει μια από τις πιθανές εναλλακτικές προς το βρωμιούχο μεθύλιο μεθόδους στις λαχανοκομικές καλλιέργειες ορισμένων περιοχών της Ελλάδας. Όμως η μειωμένη αποτελεσματικότητα της μεθόδου και το γεγονός της μη χρησιμοποίησης του εδάφους για χρονικό διάστημα τουλάχιστον δύο μηνών θα πρέπει να συνυπολογιστούν πριν την εφαρμογή της.

Η χρησιμοποίηση καπνιστικών ολικής δράσης επιτρέπει να αποφεύγονται μερικές από τις δυσάρεστες συνέπειες της απολύμανσης με ατμό, όπως η διαλυτοποίηση του μαγγανίου και η συσσώρευση οργανικών φυτοτοξικών ουσιών, καθώς και η συσσώρευση αμμωνίας.

Το dazomet μπορεί να αποτελέσει μία από τις εναλλακτικές του βρωμιούχου μεθυλίου μεθόδους στην παραγωγή λαχανοκομικών προϊόντων. Θα πρέπει όμως πριν γενικευθεί και επεκταθεί η χρήση του να ληφθούν σοβαρά υπόψη ότι απαιτούνται μεγάλες ποσότητες σκευάσματος κατά την εφαρμογή. Η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται σημαντικά από την άρδευση μετά την εφαρμογή ενώ έχει μειωμένη αποτελεσματικότητα εναντίον των ζιζανίων *Solanum* και *Cyperus*. Επίσης εγκυμονεί κίνδυνο ρύπανσης των υπογείων νερών εξαιτίας της εύκολης έκπλησης του στο έδαφος και έχει μικρή υπολειμματική δράση εναντίον των ζιζανίων, εξαιτίας της μικρής υπολειμματικής του δράσης στο έδαφος.

Πολλοί παραγωγοί είναι απογοητευμένοι από τη μη σταθερή αποτελεσματικότητα του metham sodium εναντίον των εντόμων, νηματωδών, εδαφογενών παθογόνων και ζιζανίων. Αυτό, σύμφωνα με τα δημοσιευμένα ερευνητικά δεδομένα, είναι αποτέλεσμα της ανομοιόμορφης κατανομής του στο έδαφος. Η λύση του προβλήματος αυτού καθιστά αναγκαία τη διεξαγωγή έρευνας, με σκοπό την ανάπτυξη νέων τεχνικών υψηλής ακριβείας και ομοιομορφίας κατά την εφαρμογή, οι οποίες θα αυξήσουν την αποτελεσματικότητα αλλά κυρίως θα βελτιώσουν την αξιοπιστία του μετά από κάθε εφαρμογή (σταθερή αποτελεσματικότητα). Οι Nolting και Becker (1994) αναφέρουν ότι η αποτελεσματικότητα του metham sodium εναντίον των εντόμων, νηματωδών, εδαφογενών παθογόνων και ζιζανίων θα μπορούσε να αυξηθεί με ορισμένες χαμηλού κόστους μετατροπές στο σύστημα καλλιέργειας. Ειδικότερα, αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν η εφαρμογή του γίνει με στάγδην άρδευση, με αύξηση του αριθμού σταλάκτων, μείωση του πλάτους των σαμαριών φύτευσης και μεταφύτευση των φυτών πλησίον των σταλάκτων.

Το metham sodium είναι το μόνο απολυμαντικό εδάφους που μπορεί να εφαρμοστεί δια μέσου του αρδευτικού συστήματος, επειδή είναι υδατοδιαλυτό και έχει χαμηλή πτητικότητα. Αν και έχει υψηλή τοξικότητα στους υδρόβιους οργανισμούς είναι λιγότερο επικίνδυνο στο περιβάλλον και στον άνθρωπο από ότι το βρωμιούχο μεθύλιο. Επομένως, το metham sodium είναι ασφαλέστερο και ευκολότερο στη χρήση από ότι το βρωμιούχο μεθύλιο. Αν και το κόστος χρήσης του είναι χαμηλότερο από εκείνο του βρωμιούχου μεθυλίου, εντούτοις το κόστος της φυτοπροστασίας με metham sodium είναι υψηλότερο, επειδή χρήζει εφαρμογής και συμπληρωματικών μέτρων λόγω της αδυναμίας του να αντιμετωπίζει όλα τα προβλήματα φυτοπροστασίας. Πριν από τη χρήση πρέπει να ληφθούν υπόψη: 1) απαιτούνται μεγάλες

ποσότητες σκευάσματος κατά την εφαρμογή, 2) η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται σημαντικά από την άρδευση μετά την εφαρμογή, 3) έχει μειωμένη αποτελεσματικότητα εναντίον των ζιζανίων *Solanum sp* και *Cyperus sp*, 4) εγκομονεί κίνδυνο ρύπανσης των υπογείων νερών εξαιτίας της εύκολης έκπλησης του στο έδαφος, 5) έχει μικρή υπολειμματική δράση εναντίον των ζιζανίων, εξαιτίας της μικρής υπολειμματικής του διάρκειας στο έδαφος. Στην περίπτωση των ζιζανίων, η επιτυχής αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου με τις διαθέσιμες σήμερα μεθόδους φαίνεται δύσκολη. Επομένως, η απαγόρευση του θα δημιουργήσει σοβαρό κενό και τα ζιζάνια που δεν απασχολούν σήμερα τους καλλιεργητές θερμοκηπιακών καλλιεργειών θα γίνουν ίσως ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα γιατί δεν υπάρχουν εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα.

Η δραστική μείωση της χρήσεως του βρωμιούχου μεθυλίου δεν πρόκειται να αποβεί σε βάρος της παραγωγής κηπευτικών. Απ' εναντίας θα βοηθήσει στην αλλαγή νοοτροπίας ως προς την αντιμετώπιση των διαφόρων προβλημάτων που αφορούν στην προστασία των καλλιεργειών. Εναλλακτικές λύσεις υπάρχουν τόσο για την αντιμετώπιση νηματωδών, όσο και ασθενειών εδάφους στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Στις μέρες μας η αντιμετώπιση των ασθενειών εδάφους βασίζεται κυρίως στη χρησιμοποίηση της χημικής μεθόδου. Τα βιοκτόνα ευρέως ή περιορισμένου φάσματος, που περιλαμβάνονται στα προγράμματα απολύμανσης του εδάφους, καταστρέφουν αδιάκριτα τόσο την παθογόνο όσο και την σαπρόφυτη και ανταγωνιστική εδαφομικροχλωρίδα. Είναι διαπιστωμένο, πως στην περίπτωση των ασθενειών εδάφους, η χημική μέθοδος δεν δίνει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Τα συνιστώμενα συνθετικά παρασιτοκτόνα κατά κανόνα δεν έχουν αποπλαστική ή συμπλαστική κίνηση. Πολλά προσροφούνται από την οργανική ουσία και τα κολλοειδή του εδάφους. Αλλά υπόκεινται σε χημική ή βιολογική διάσπαση και δεν φτάνουν ποτέ στο επιθυμητό για προστασία βάθος (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1992).

Δυστυχώς η εξουδετέρωση των μειονεκτημάτων αυτών μας εισάγει στο φαύλο κύκλο της κατάχρησης των απολυμαντικών εδάφους με όλες τις δυσμενείς για το συγκεκριμένο εδαφοοικοσύστημα επιπτώσεις. Έχουν παρατηρηθεί αρνητικά οικολογικά φαινόμενα όπως κόπωση, και η αλάτωση του εδάφους, το βιολογικό κενό, η παρουσία ανθεκτικών ή ανεκτικών στελεχών μυκήτων στα μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται ως απολυμαντικά, η φυτοτοξικότητα και η τοξικότητα στη μικρο και μακροπανίδα και στον άνθρωπο (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1989).

Οι χρησιμοποιούμενες ως απολυμαντικά εδάφους χημικές ουσίες δεν έχουν δώσει μέχρι σήμερα απόλυτα ικανοποιητικά αποτελέσματα. Δεν διεισδύουν σε βάθος, καταστρέφουν ορισμένα μόνο φυτοπαράσιτα και πολλές φορές καταστρέφουν ορισμένα μόνο φυτοπαράσιτα και πολλές φορές καταστρέφουν και ωφέλιμα στη γεωργία είδη μικροοργανισμών.

Θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι πλέον δεν υπάρχει υλικό ή μέθοδος που να εγγυάται την απόλυτη λύση στο πρόβλημα της απολύμανσης του εδάφους. Δεν υπάρχουν πλέον λύσεις – πανάκεια για όλες τις περιπτώσεις. Είναι πολύ σημαντικό όμως να γνωρίζουμε ότι ο συνδυασμό δύο ή περισσότερων λύσεων ταυτόχρονα, προσφέρει αποτελέσματα ισοδύναμα ή και καλύτερα από το βρωμιούχο μεθύλιο και μάλιστα πιο φιλικά στο περιβάλλον, το χρήστη και τον καταναλωτή.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε το 1998 από το ΑΠΘ και τους Ιωάννη Γιαννάκο και τον Δημήτρη Καρπουζά για τους νηματώδεις το συμπέρασμα ήταν ότι τα αποτελέσματα που δίνει το βρωμιούχο μεθύλιο κανένα απολυμαντικό δεν μπορεί να τα δώσει παρά μόνο συνδυασμός αυτών.

Προτάσεις

Ο Πρόεδρος και Διευθύνων Σύμβουλος της ΚΥΡΒΑΣ ΑΕ προτείνει ως λύση αφού το μέτρο δεν αναστέλλεται να ζητήσουμε έγκριση για 250 με 300 Μ.Τ βρωμιούχου μεθυλίου για επιτακτικές εφαρμογές στη γεωργία μας. Θα πρέπει επίσης να επιβάλουμε τα μη διαπερατά πλαστικά και να απαγορευτεί η χρήση των απλών πλαστικών στο βρωμιούχο μεθύλιο. Με τον τρόπο αυτό, από 400 Μ.Τ που είχαμε εκπομπές στην ατμόσφαιρα από την χώρα μας το 1991 (1000Μ.Τ. × 0,40 ο συντελεστής εκπομπής στο κοινό πολυαιθυλένιο που χρησιμοποιούσαμε) θα φτάσουμε στους 5-6 Μ.Τ εκπομπές με χρήση μόνο των ειδικών μη διαπερατών στο βρωμιούχο μεθύλιο πλαστικών που έχουν συντελεστή εκπομπής 0,02 (250-300×0,02=5-6 Μ.Τ.)

Ορισμένοι ερευνητές στο συνέδριο της Σεβίλλης (Ισπανία, 5-8 Μαρτίου 2002), πρότειναν ότι το βρωμιούχο μεθύλιο θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε περιορισμένη κλίμακα μετά την απαγόρευση του, αλλά μόνο για παραγωγή μητρικών φυτών απαλλαγμένων από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Γενικά θα πρέπει να πούμε πριν τοποθετηθούμε ότι αν στο έδαφος υπάρχει ένα συγκεκριμένο παθογόνο δεν είναι ανάγκη να γίνει με ευρέως φάσματος απολυμαντικά. Αρκεί η χρήση ενός εκλεκτικού φυτοφαρμάκου. Γιατί η εφαρμογή ενός βιοκτόνου προκαλεί βαθιές μεταβολές στους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες του εδαφοοικοσυστήματος.

Στην πράξη η χημική απολύμανση καταστρέφοντας την παρασιτική και μη μικροχλωρίδα και μικροπανίδα δημιουργεί βιολογικό κενό. Αμέσως μετά την εφαρμογή της απολύμανσης παρατηρείται κατακόρυφη μείωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών. Επιζούν μόνο μερικά βακτήρια ή μύκητες, ανάλογα με το απολυμαντικό, που ανέπτυξαν ανεκτικότητα. Σε μεγάλο αριθμό μειώνεται και ο αριθμός νηματωδών. Αργότερα όμως παρατηρείται γρήγορη αύξηση αυτών, αν τυχόν επαναμολυνθεί το έδαφος. Η αύξηση αυτή αποδίδεται στην εξόντωση των φυσικών εχθρών και ανταγωνιστών και στην ύπαρξη πολλής διαθέσιμης τροφής.

Αναγνωρίζουμε βέβαια ότι η απολύμανση του εδάφους με ευρέως φάσματος απολυμαντικά είναι 'δίκικοπο μαχαίρι'. Αν δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα αποφυγής αναμολύνσεων, κινδυνεύει η καλλιέργεια να υποστεί σοβαρές ζημιές. Επιπλέον μερικά από τα απολυμαντικά δεν είναι αποτελεσματικά για όλους τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Βασικός παράγοντας της μειωμένης ανάπτυξης των φυτών είναι η καταστροφή των μυκορριζών. Οι μύκητες αυτοί όχι μόνο διευκολύνουν την πρόσληψη από τα φυτά του φωσφόρου αλλά επιπλέον αποτελούν βιολογική ασπίδα των ριζών απέναντι στα διάφορα παθογόνα.

Από τις χημικές μεθόδους απολύμανσης το όζον είναι το πιο προσιτό από όλες της παραμέτρους. Τα περισσότερα χημικά σκευάσματα έχουν σημαντικά ρίσκα για την υγεία και την ασφάλεια του ανθρώπου ή περιβαλλοντικές εμμονές ή τοξικά προβλήματα που σχετίζονται με την χρήση τους. Για παράδειγμα, το Telone και το Varam κατηγορούνται για μόλυνση στην ατμόσφαιρα (ανακοίνωση από έρευνα στην Καλιφόρνια -Proposition 65 list). Άλλα καπνιστικά είτε έχουν δυνατή μυρωδιά κατά τη χρήση τους που εμποδίζουν την εφαρμογή κοντά σε κατοικημένες περιοχές ή έχουν αρκετά φυτοτοξικά προβλήματα αν η χημική αποικοδόμηση στο έδαφος δεν συμβεί στην καθορισμένη χρονική περίοδο πριν το φύτεμα. Άλλες εναλλακτικές έχουν δημιουργηθεί σε γενικές βάσεις και έχουν εμπόδια να ξεπεράσουν. Αυτές περιλαμβάνουν την αποστείρωση με ατμό (μεγάλες απαιτήσεις νερού), ηλιοαπολύμανση με πλαστικό (χρόνος που απαιτείται και μόλυνση από τη χρήση πλαστικού).

Σε αντίθεση με το όζον είναι εύκολη η εφαρμογή με περιορισμένες αποδεσμεύσεις στην ατμόσφαιρα. Κάθε τέτοια αποδέσμευση είναι τόσο μικρή σε σύγκριση με το σύνολο του επιπέδου του όζον σε ένα μικρό περιβάλλον και έχει ημιζωή 12 ώρες ή λιγότερο στην ατμόσφαιρα και αποσυνθέτεται σε απλό διατομικό οξυγόνο όπως το διασπώμενο προϊόν. Η τεχνολογία μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί με την υπάρχουσα παραδοσιακή γεωργία, δεν απαιτεί ιδιαίτερο μεταφορικό μέσο, αποθήκευση, χειρισμό ή εκκένωση περιττών τοξικών υπολειμμάτων.

Η αποτελεσματικότητά της ηλιοαπολύμανσης γενικά υστερεί σημαντικά έναντι εκείνης του βρωμιούχου μεθυλίου αλλά υπάρχουν σαν αντιστάθμισμα ορισμένες ευεργετικές επιδράσεις στη γονιμότητα του εδάφους. Είναι χαρακτηριστικό το παράδειγμα της Κουντούρας (νοτιοδυτικά παράλια του ν. Χανίων) όπου απολυμαίνονται 1.100 από τα 1.200 στρέμματα της περιοχής. Σήμερα η μέθοδος αυτή έχει τύχει ιδιαίτερης προσοχής και μελετάτε εντατικά σε πολλές χώρες. Τα αποτελέσματα σε πολλές περιπτώσεις είναι πολύ ικανοποιητικά και μετά τον ατμό θεωρείται η πιο αποτελεσματική μη χημική μέθοδος για απολύμανση του εδάφους και από τις πιο σπουδαίες μεθόδους βιολογικής καταπολέμησης των ασθενειών.

Η κυβέρνηση Bush κέρδισε τον Νοέμβριο του 2006 διεθνή έγκριση για να χρησιμοποιούν οι αμερικανοί αγρότες κυρίως σε γεωργικές πολιτείες, όπως η Καλιφόρνια και η Φλόριντα, χιλιάδες τόνους, του βρωμιούχου μεθυλίου, που δυνητικά καταστρέφει το όζον, χωρίς ουσιαστικά οι Η.Π.Α. να αναγκαστούν να μειώσουν τα μεγάλα εφεδρικά αποθέματα βρωμιούχου μεθυλίου που αποκαλύφθηκαν πρόσφατα.

Σε μια συνάντηση στο Νέο Δελχί, οι εταίροι στη σύμβαση ενέκριναν τη χρήση πάνω από 5,900 τόνων για αυτές τις ανάγκες το 2008, είτε ο Michael Williams, εκπρόσωπος για το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, που αποσκοπεί στην απόσυρση ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος.

Τα εφεδρικά αποθέματα των ΗΠΑ ξεπερνούν για πολύ αυτό το ποσό, αλλά τα κράτη αποφάσισαν ότι οι Αμερικανοί μπορούν να καλύψουν τη ζήτηση μέσα από την παραγωγή 5.000 επιπλέον τόνων νέου βρωμιούχου μεθυλίου. Τα εφεδρικά αποθέματα θα μπορούσαν τότε να μειωθούν για να ανταποκριθούν στην υπόλοιπη συμφωνημένη χρήση.

Ο καταμερισμός είναι μια μείωση από το αίτημα της κυβέρνησης των Η.Π.Α. για σχεδόν 7,100 τόνους, και απεικονίζει τη φθίνουσα τάση στην ετήσια μείωση και χρήση βρωμιούχου μεθυλίου.

Η απόφαση πάρθηκε παρά τις αντιρρήσεις των Ευρωπαϊκών κρατών και παρά τις υποδείξεις της τεχνικής επιτροπής της ίδιας της συμφωνίας. Αυτή η ομάδα είχε παροτρύνει μια πιο ουσιαστική μείωση στο αίτημα των ΗΠΑ με τη δικαιολογία ότι άλλες χώρες έχουν αποδείξει ότι εναλλακτικά χημικά και μέθοδοι μπορούν να αντικαταστήσουν επιτυχώς το βρωμιούχο μεθύλιο. Οι Ευρωπαίοι εκπρόσωποι εξέφρασαν τις ανησυχίες τους για τα εφεδρικά αποθέματα των ΗΠΑ, που σύμφωνα με μετρήσεις της κυβέρνησης θα αγγίξουν τους 11,000 τόνους στο τέλος του έτους.

Πριν τη συνάντηση αυτή, ο Σουηδός εκπρόσωπος Husamuddin Ahmadzai είπε σε μια τηλεφωνική συνέντευξη ότι ο ρυθμός μείωσης του βρωμιούχου μεθυλίου στις ΗΠΑ "σίγουρα υποσκάλπτει το πνεύμα του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ και δίνει ένα κακό παράδειγμα για τις άλλες χώρες"

Αξιωματούχοι του State Department και της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (Υ.Π.Π. – E.P.A.) δεν απάντησαν σε φωνητικά μηνύματα και σε μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου από δημοσιογραφικούς φορείς, όπως από το Associated Press, που τους ζητούσαν να σχολιάσουν το γεγονός.

Ο Jay Vroom, πρόεδρος της ένωσης παρασιτοκτόνων CropLife America, είπε ότι η πράξη στο Νέο Δελχί αντανάκλουσε τον κατάλληλο συμβιβασμό και υπογραμμίζει την ανάγκη για βρωμιούχο μεθύλιο στις διαφοροποιημένες καλλιέργειες των ΗΠΑ. "Με κανένα τρόπο δεν υπάρχει σήμερα ένα προϊόν που να αντικαθιστά το βρωμιούχο μεθύλιο σε όλες τις κρίσιμες χρήσεις που αυτό έχει," είπε. «Οι συνεχείς εξαιρέσεις χρειάζονται, ενώ συνεχίζεται και η έρευνα σε εναλλακτικά παρασιτοκτόνα», είπε προσθέτοντας και συνέχισε "Δεν φτάσαμε ακόμα εκεί, και ο Αμερικανός αγρότης χρειάζεται να έχει αυτά τα εργαλεία ώστε να συνεχίσουμε να έχουμε βιώσιμες εξαγωγές".

Η απόφαση προκάλεσε ισχυρή κριτική από περιβαλλοντικούς συνηγούς που παρακολουθούσαν τη συνεδρίαση. "Είναι πάρα πολύ απογοητευτικό ότι την ίδια στιγμή που οι Η.Π.Α. επιβεβαίωσαν την ύπαρξη τεράστιων αποθεμάτων βρωμιούχου μεθυλίου, συνεχίζουν να μάχονται με νύχια και με δόντια ώστε να έχουν ειδική μεταχείριση σε παγκόσμιο επίπεδο και να χρησιμοποιούν ένα αέριο που θα αυξήσει τις περιπτώσεις του καρκίνου του δέρματος και θα προκαλέσει πολλές άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις", είπε ο Sascha Von Bismarck της Υπηρεσίας Περιβαλλοντικών Ερευνών (Environmental Investigation Agency).

"Η θέση των ΗΠΑ είναι ότι διαχειριζόμαστε κατάλληλα τα στρατηγικά αποθέματα", είπε αυτή την εβδομάδα η Drusilla Hufford, διευθυντής του Τμήματος Προστασίας της Στρατόσφαιρας της Υπηρεσίας Περιβαλλοντικών Ερευνών. "Τα μειώνουμε κάθε χρόνο". Η Hufford είπε ότι οι ΗΠΑ έχουν ξοδέψει 150 εκατομμύρια \$ σε εναλλακτικά παρασιτοκτόνα. "Υπάρχουν πολλά πράγματα που συμβαίνουν, αλλά για να συνεχιστεί η πρόοδος ώστε να μην υπάρξει σοκ στην προσφορά ή ξαφνικές, αναπάντεχες μεταβολές στην αγορά, βρήκαμε στο παρελθόν ότι είναι χρήσιμο και βοηθά στο σκοπό της προστασίας του όζοντος να έχουμε αυτό το απόθεμα" είπε.

Ο γεωπόνος Γιώργος Γενειατάκης, από την Ιεράπετρα Κρήτης, εκφράζει την άποψη – απορία τι μας μένει αφού υπάρχουν τόσα ερωτηματικά γύρω από τα υπάρχοντα απολυμαντικά εδάφους, από το να γίνει χρήση απαγορευμένων εντομοκτόνων εδάφους ή να έχουμε λαθραία εισαγωγή βρωμιούχου μεθυλίου.

Ο ίδιος αποκαλύπτει σε ανοιχτή επιστολή προς το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης ότι το 2006 ενώ υπήρξε ελληνικό αίτημα για 113.081 τόνους βρωμιούχου μεθύλιο δεν προωθήθηκε από τον κ. Σταύρο Δήμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Όμως το 2007 ζητήθηκε αναδρομική έγκριση για χρήση στο 2006!!!

Με βάση τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης από τους 1655 τόνους βρωμιούχου μεθυλίου που υπήρχαν εγκρίσεις για το 2006 διατέθηκαν οι 1129. Έτσι η Ισπανία από τους 550 εγκεκριμένους τόνους της έχει χρησιμοποιήσει τους 403 περίπου ενώ η Ιταλία από τους 915 τους 640.

Στην Ελλάδα από την εγκεκριμένη ποσότητα των 47.431 κιλών έχουμε απορροφήσει 2240 κιλά για απεντομώσεις ενώ δεν δόθηκε το δικαίωμα να απορροφήσουμε ούτε ένα κιλό στις απολυμάνσεις θερμοκηπίων.

Το έτος (1991), η Ελλάδα καταναλώνει στη Γεωργία (απολυμάνσεις εδαφών), 1000 περίπου τόνους (βρωμιούχο μεθύλιο 98% χλωροπικρίνη 2%) και περίπου 100 τόνους, για απολυμάνσεις αποθηκών και τροφίμων, (χωρίς χλωροπικρίνη). Το πρωτόκολλο του MONDREAL περιόριζε αυτή την κατανάλωση, σε 400 τόνους το 2001 που έγινε χωρίς προβλήματα, γιατί εν τω μεταξύ μπήκε το κόντορ και άλλα απολυμαντικά στην αγορά και οι παραγωγοί χρησιμοποίησαν μικρότερες ποσότητες, λόγω της περιορισμένης απολύμανσης αφ ενός, (η αλιτάνα ήταν εφεύρεση Γεραπετρίτικη) και των V.I.F. των αδιαπέραστων πλαστικών, που μείωσαν τις δόσεις. Η κατανάλωση μειώθηκε δραστικά και λόγω της αύξησης της τιμής του, που το καθιστούσε απαγορευτικό, για μια ανταγωνιστική καλλιέργεια. Το 2004, έπρεπε με βάση το πρωτόκολλο του MONTREAL, να το μειώσουμε σαν χώρα στους 250 τόνους, αλλά έγιναν εισαγωγές εμφανώς ή όχι, περίπου 400 τόνοι, όσο και τα προηγούμενα χρόνια. Έτσι το 2005, υπήρχε διαθέσιμο στοκ σ' όλη την Ελλάδα, 50-100 τόνοι μόνο σε μεγάλες φιάλες, γιατί από το τέλος του 2003, απαγορεύτηκε η κυκλοφορία του σε κουτάκια (μικρές συσκευασίες), προϋπόθεση, για να μας δώσουν οι Ευρωπαίοι εξαίρεση στη χρήση του. Παρά την απαγόρευση , με διάφορα τεχνάσματα κυκλοφόρησαν κουτάκια και το 2004, ενώ δόθηκε στη χώρα μας εξαίρεση για το 2005 , 118 τόνοι βρωμιούχο για Γεωργική χρήση, που το υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, έκαμε την κατανομή του τέλος του 2005 και χρησιμοποιήθηκε πέρυσι το περισσότερο. Ας σημειωθεί ότι η πρόταση προέγκρισης, ήταν για 186 τόνους, σε δύο καλλιέργειες, 156 στην τομάτα και 30 στο αγγούρι και εγκρίθηκαν μόνο 118 και μόνο γι αυτές τις δύο καλλιέργειες και τα γαρύφαλλα. Με τον περιορισμό της έγκρισης (118 από 186), οι Ευρωπαίοι μας τιμώρησαν για τις παρασπονδίες μας. (παράνομα κουτάκια κ.λ.π.). Παράλληλα από το Σεπτέμβρη του 2003, με το 109619 του υπουργείου Γεωργίας, ενημερωνόμαστε για τις αιτήσεις για Critical uses στο Βρωμιούχο και τα σχετικά έντυπα αιτήσεων που είναι ολόκληρες μελέτες, υποβάλλονται από τρεις επιχειρήσεις στην Ιεράπετρα και ελάχιστες σ' όλη την Ελλάδα και αφορούν την εξαίρεση για τα έτη 2006 και 2007.

Οι επιτακτικές εφαρμογές του βρωμιούχου και ο περιορισμός των παραγομένων ποσοτήτων, έφερε τις τιμές του στα ύψη και ο παραγωγός ενώ το έχει ανάγκη, το αποφεύγει για λόγους οικονομικούς. Πρέπει να βάλουμε όμως και την παράμετρο των γεωπόνων που ασχολούνται με την εμπορία γεωργικών εφαρμογών που αφού δεν έχουν συνεργεία βρωμιούχου, αφού δεν έχουν κουτάκια κ.λ.π. στρέφουν τους παραγωγούς σε άλλα σκευάσματα και ιδιαίτερα στο VAPAM και οι παραγωγοί κάνουν απολυμάνσεις στα τυφλά, χωρίς να ξέρουν γιατί ,ή χρησιμοποιούν φάρμακα πολλαπλάσια, από ότι χρειάζονται. Το Σεπτέμβρη του 2003, δίνεται η άδεια κυκλοφορίας 4 ετών στην χλωροπικρίνη (TRIPICRIN), που είναι επίσης ένα απολυμαντικό ευρέως φάσματος, με έγκριση σε όλες σχεδόν τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, εναντίον νηματωδών , μυκήτων εδάφους και ζιζανίων. Η εταιρεία διανομής του, προχωρεί και φέρνει 6 μονάδες πιλοτικής εφαρμογής του σκευάσματος, σε συνδυασμό με 1,3 Διχλωροπροπένιο (κόντορ), και δύο από τις μονάδες αυτές έρχονται στην Ιεράπετρα και κάνουν δοκιμαστικές εφαρμογές, που έχουν θεαματικά αποτελέσματα. Το 2005 ετοιμάζονται άλλες δύο μονάδες για την Ιεράπετρα και το αξιοσημείωτο είναι, ότι συνάδελφοι που τον προηγούμενο χρόνο κορόιδευαν όσους εφαρμόζαν χλωροπικρίνη, έφτιαξαν συνεργεία εφαρμογής της.

Μια άλλη λύση -εξίσου σημαντική- που βλέπουμε να διαφαίνεται βάση των νέων δεδομένων είναι η εξάπλωση του φυσικού αερίου. Είναι οικονομικότερο από το πετρέλαιο και αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία όπως στην απολύμανση με ατμό.

Εξετάζοντας όλα τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις για όλες τις χρήσεις του βρωμιούχου μεθυλίου, αλλά υπάρχουν αρκετά εργαλεία για τον έλεγχο

των εχθρών όπου όταν χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό, μπορούν να καταφέρουν πολλά από όσα έκανε το βρωμιούχο μεθύλιο.

Ο συνδυασμός, λοιπόν , από χημικά και μη-χημικά υλικά και μεθόδους είναι ο πιο αποτελεσματικός. Διαφορετικά μια δεύτερη πρόταση είναι να αντιμετωπίσουμε κατά περίπτωση, χρησιμοποιώντας μικρότερου φάσματος σκευάσματα αλλά πιο αποτελεσματικά για συγκεκριμένο εχθρό.

Τι κι αν κερδίσουμε του κόσμου όλα τα πλούτη, χάσουμε όμως τον κόσμο όλο!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δημόπουλος, Β., Φυτοπροστασία ανθοκηπευτικών. Καλαμάτα, 1995
2. Ηλιόπουλος, Α., Στοιχεία βιολογικής γεωργίας, βιοκαλλιέργειες. Καλαμάτα, 1993
3. Ozone gas as a soil fumigant., California Energy Commission Consultant Report. <http://www.energy.ca.gov/reports/2002> November, 2002
4. Giannakou I., Karpouzas D., Evaluation of chemical and integrated strategies as alternatives to methyl bromide the control of root-knot nematodes in Greece., Aristotle University of Thessalonica, Department of Agriculture, 2003
5. <http://www.epa.gov/ozone/mbr/qa.html>, environmental protection agency, Unites States, 2004
6. Βασιλάκης Δ., Βρωμιούχο μεθύλιο: απόψεις για τη χρήση του στα θερμοκήπια και την προοπτική απαγόρευσης του μετά το 2010. Ελληνικά θερμοκήπια χωρίς σωστή απολύμανση εδάφους δεν έχουν μέλλον., περιοδικό Φαρμαconsulting, τόμος 1, εκδ. γεωργική τεχνολογία, Σελ 92-94, 1997
7. Κύρου Ν., Φυτοпараσιτικοί νηματώδεις. εκδ αγρότυπος α. ε, Αθήνα, 2004
8. Ταμπούκου Ά., Γεωργικά φάρμακα: υπό εξέταση η χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου. περιοδικό γεωργική τεχνολογία ,σελ 87-91, Νοέμβριος 1994
9. Μαλαθράκης Ν.Ε., Χημική απολύμανση του εδάφους. Δελτίο φυτοπαθολογικής εταιρείας Νο2., Κρήτη
10. Γενειατάκης Γ., <http://www.104fm.gr/content/view/2673/42/lang/> Ανοιχτή επιστολή για το βρωμιούχο μεθύλιο., Μάιος, 2007
11. Βασιλακάκη Χ.Β., Χατζησταύρου Κ.Σ., Βεζιρτζόγλου Ρ.Μ., Χρονικό διάστημα μεταξύ απολυμάνσεως και σποράς των καπνοσπορειών., Εθνικός Οργανισμός Καπνού Καπνολογικό Ινστιτούτο Ελλάδος., Διεύθυνση Φυτοπαθολογίας, Τμήμα φυτοπαθολογίας Δράμα., 4^ο πανελλήνιο φυτοπαθολογικό συνέδριο, Αθήνα, 1987
12. Χρυσόχοου Α., Βεζιρτζόγλου Ρ., Οδηγός καλλιέργειας καπνού: ανατολικά –virginiaburley αρρώστιες καπνού., Δράμα, 1996
13. Ελευθεροχωρινός Η., Συμπεράσματα και προτάσεις από το συνέδριο «εναλλακτικές μέθοδοι του βρωμιούχου μεθυλίου» Σεβίλλη (Ισπανία) 5-8 Μαρτίου 2002 περιοδικό γεωργία – κτηνοτροφία τεύχος 6, 2002
14. Γενειατάκης Γ., Αλληλογραφία... με αφορμή ένα συνέδριο για το βρωμιούχο μεθύλιο. περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία 6, 2002 Ιούνιος-Αύγουστος, σελ 26-28
15. Η μέθοδος perlka για την απολύμανση αναζωογόνηση βελτίωση των εδαφών. Χελλαφάρμ α.ε., δ/ση πωλήσεων – marketing – υποστήριξης., Γεωργία – Κτηνοτροφία. τεύχος 6/1999 εκδ αγρότυπος
16. Άρθρα από διαδίκτυο:
 - Εναλλακτικές λύσεις του βρωμιούχου μεθυλίου για το πρόβλημα της επαναφύτευσης οπωροφόρων δέντρων. S.L. Hafez Κέντρο έρευνας και εφαρμογών της Parma, Idaho, USA
 - Διαχείριση των ριζοκόμβων νηματωδών με συνδυασμό ηλιοαπολύμανσης. F. Lamberti
 - Χρήση μειγμάτων φυσικών προϊόντων για την αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου: τρόπος δράσης και δραστηριότητα σαν φυτοφάρμακα ευρέως φάσματος. S. Tuzun, O. Yegen, Auburn University, Alabama, USA and Akdeniz University, Antalya, Turkey
 - Εναλλακτικές λύσεις για την χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου για την αντιμετώπιση των φυτονηματωδών σε θερμοκήπια. Greco N., Bari, Ιταλία
 - Δημιουργία σταθερών εναλλακτικών λύσεων στο βρωμιούχο μεθύλιο για την καταπολέμηση των παθογόνων ουσιών που φέρει το χώμα σε ντομάτες θερμοκηπίου σε μια αναπτυσσόμενη χώρα: Μαρόκο. M.Besri, Morocco

- Αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου σε καλλιέργειες λαχανικών στην Ιταλία. Πανεπιστήμιο Τορίνο, Ιταλία
- Υπάρχουσα κατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου στην Ισπανία. J.M. Bolivar, INIA
- Χημικές και μη χημικές ουσίες ως εναλλακτικές λύσεις εκτός από την χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου στην περιοχή της Βαλέντσια. Πολυτεχνικό Πανεπιστήμιο της Μαδρίτης
- Εναλλακτικές λύσεις για το βρωμιούχο μεθύλιο στην καλλιέργεια γλυκιάς πιπεριάς υπό πλαστική κάλυψη στην νότια – ανατολική Ισπανία. Lacasa A., Guirao M., Ros C.,
- Η έκθεση στον ήλιο μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στο βρωμιούχο μεθύλιο στους αγρούς για καλλιέργειες μαρουλιού στο Roussillon. Martin C., Γαλλία
- Χρήση μειγμάτων φυσικών προϊόντων για την αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου. S. Tuzun, O. Yegen, Auburn University, Alabama, USA and Akdeniz University, Antalya, Turkey
- Παρούσα κατάσταση σχετικά με τις εναλλακτικές του βρωμιούχου μεθυλίου στη Γαλλία. P. Ducom, Εθνικό Εργαστήριο Προστασίας Φυτών
- Εναλλακτικές μέθοδοι αντί της χρήσης της υπό απαγόρευσης χημικής ουσίας του βρωμιούχου μεθυλίου στον καπνό. Χρυσόχου Α., Δράμα
- Δυνατότητα αντιμετώπιση της σήψης του λαιμού και των ριζών της τομάτας με τη χρησιμοποίηση της ηλιοθέρμανσης του εδάφους σε συνδυασμό με θείο και θειοβάκιλλο και χιτίνη. Μπούρμπος Β.Α., Βενέτης Κ., Ελλάδα
- Εναλλακτικές του βρωμιούχου μεθυλίου μέθοδοι αντιμετώπισης των μυκητολογικών ασθενειών στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες αγγουριάς στην Ελλάδα. Βακαλουνάκης Δ.Ι., ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Κρήτη
- Προβλήματα και στρατηγικές στα θερμοκήπια της Κρήτης. Παπαδημητράκης Μ., Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Ηρακλείου
- Προβλήματα και στρατηγικές στα θερμοκήπια της Πελοποννήσου. Παρασκευόπουλος Α., Δ/ση Γεωργίας & Κτην/φίας Τριφυλίας, Τμήμα Φυτοπροστασίας
- Προβλήματα και στρατηγικές στα θερμοκήπια της Μακεδονίας. Γαζής Ε., Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης Θεσσαλονίκης
- Προβλήματα – υφιστάμενη κατάσταση στην ήπειρο σχετικά με την χρήση βρωμιούχου μεθυλίου-προοπτικές εναλλακτικών μεθόδων. Παπαχρήστου Κ., Τμήμα Φυτοπροστασίας Πρεβέζης
- Η αντιμετώπιση των εδαφογενών εχθρών και ασθενειών των θερμοκηπιακών καλλιεργειών στο ν. Λάρισα. Γιατρόπουλος Κ., Γλιάτης Α., Λάρισα
- Εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης αντιμετώπιση αδρομυκώσεων και ανδροβακτηριώσεων σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Αντωνίου Π., Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Εναλλακτικές προς το βρωμιούχο μεθύλιο μέθοδοι για την αντιμετώπιση των ζιζανίων στα θερμοκήπια και στα σπορεία. Ελευθεροχωρινός Η.Γ., Γιαννοπολίτης Κ.Ν.
- Ηλιοαπολύμανση του εδάφους σαν μέθοδος αντιμετώπισης ζιζανίων στα κηπευτικά. Πασπάτης Ε.Α., Οικονόμου Γ., Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτου, τμήμα Ζιζανιολογίας
- Εναλλακτικές του βρωμιούχου μεθυλίου λύσεις για τις καλλιέργειες των πρώιμων κηπευτικών. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Μεσσηνίας, Διεύθυνση Γεωργίας και Κτηνοτροφίας Τριφυλίας
- Χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου σε αποθηκευμένα προϊόντα: προβλήματα και προοπτικές. Σταμόπουλος Δ.Κ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

- Απόσπασμα της παρουσίασης UNIDO για το βρωμιούχο μεθύλιο., A. Sabater de Sabates, Αυστρία
 - Απολύμανση του εδάφους με βρωμιούχο μεθύλιο: πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Μαλαθράκης Ν.Ε., Τει Ηρακλείου Κρήτης
 - Το καθεστώς του βρωμιούχου μεθυλίου στην ευρωπαϊκή κοινότητα., Dr Tom Batchelor, Ms Dortha Ohm, Βέλγιο
 - Κανονισμοί για τη χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου. Η μελλοντική πολιτική. Χριστοδούλου Δ., Μόνιμος αντιπρόσωπος της Ελλάδας στην ΕΕ, Βρυξέλλες
 - Βιοαπολύμανση: μια εναλλακτική μέθοδος για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων. Παπλωματάς, Ε.Ι., Ελένα, Κ., Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Αθήνα
 - Το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Μαραγκός Δ., Πρόεδρος του Σ.Ε.Χ.Β.
 - Στρατοσφαιρικό όζον: παρούσα γνώμη και προοπτική. Ζερεφός Χ.Σ., Δ/ντης του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας και του Παγκόσμιου Κέντρου Χαρτογράφησης Όζοντος του ΟΗΕ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη
 - Οι ριζοκόμβοι νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* σε θερμοκήπια της κεντρικής Μακεδονίας : Υπάρχουσα κατάσταση αντιμετώπισης τους, επίδραση των μεθόδων καταπολέμησης στη πυκνότητα του πληθυσμού. Προφήτου – Αθανασιάδου Δ., Γιαννάκου Ι., & Σιδηρόπουλος Α.,. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1999
 - Ριζοκόμβοι νηματώδεις (*Meloidogyne*) σε υπό κάλυψη καλλιέργειες στην Ελλάδα: Χρησιμοποιούμενες μέθοδοι καταπολέμησης και η αποτελεσματικότητά τους στους νηματώδους πληθυσμούς. Προφήτου – Αθανασιάδου Δ., Γιαννάκου Ι., & Σιδηρόπουλος Α.,. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1999
17. Τζαβέλλα-Κλωνάρη Κ., <http://www.dimitra2000.gr/hellas/kapnos.htm> Αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων σε σπορεία καπνού και τομάτας με εναλλακτικές προς το βρωμιούχο μεθύλιο., Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας, Θεσσαλονίκη, 1999
18. Κυκρίλης Μ., Απολύμανση εδάφους θερμοκηπίων, προσέγγιση και σχολιασμός των εξελίξεων., Κρήτη, περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία., τεύχος 5/2003
19. Τζάμος Σ., Αντωνίου Π., Παρασκευόπουλος Α., Η ηλιοαπολύμανση μόνη ή σε συνδυασμό με απολυμαντικά εδάφους στην αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων, μείωση της διάρκειας εφαρμογής της με αδιαπέρατα πλαστικά φύλλα.. περιοδικό Γεωργία – κτηνοτροφία, τεύχος 4/2001
20. Εναλλακτικές λύσεις από τη Χελλαφάρμ., περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 6/2002, ΑΕ
21. Προστασία κηπευτικών από νηματώδεις και παθογόνα εδάφους., φυλλάδιο Χελλαφάρμ
22. <http://www.kamini.gr/greek/apolymansi.htm> Απολύμανση εδάφους με ατιμό
23. Η απολύμανση του εδάφους στα θερμοκήπια., περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία., σελ: 9-15 τεύχος 6/2000
24. Ασβεστούχος κυαναμίδη, φυλλάδιο Χελλαφάρμ
25. Temik, φυλλάδιο Bayer
26. Tricigrin, φυλλάδιο Άλφα Γεωργικά Εφόδια
27. Απολύμανση του εδάφους., περιοδικό: Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία. τεύχος 32^Α, σελ 33-37, 1986
28. Υπουργική Απόφαση: Χορήγηση οριστικής έγκρισης κυκλοφορίας στο φυτοπροστατευτικό προϊόν (νηματοδοκτόνο) D-D Top 90 EC.,(Αριθμός Πρωτοκόλλου: 96221)
29. <http://www.farmachem.gr/products.asp?prid=72> Bilton 32.7 AS
30. Υπουργική Απόφαση: Χορήγηση οριστικής έγκρισης κυκλοφορίας στο φυτοπροστατευτικό προϊόν (νηματοδοκτόνο – εντομοκτόνο) RUGBY 200 CS.,(Αριθμός Πρωτοκόλλου 96220)

31. Φωτιάδης Κ., Καράμπελας Γ., Μαυρωτάς Κ., Το υποκαπνιστικό CONDOR ως εναλλακτική πρόταση στην αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου., εκδ. Ζεϋς ΑΕ
32. Μπούρμπος Ε., Μπαρμποπούλου Ε., Εναλλακτικές μέθοδοι για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών., Ινστιτούτο ελιάς & υποτροπικών φυτών Χανίων. περιοδικό ΕΘΙΑΓΕ τεύχος Ιαν-Μαρτ 2005
33. Αναστασιάδης Β., Το νηματωδοκτόνο Cadusafos και μερικές ιδιότητες του σε ετήσιες καλλιέργειες., Zeneca Hellas S.A
34. Μονάδες απολύμανσης εδάφους θερμοκηπίων στην Ελλάδα από την Άλφα Γεωργικά Εφόδια ΑΕΒΕ., περιοδικό: Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 6, Ιούνιος-Αύγουστος, 2004
35. <http://www.telephos.eos.gr/anvope/anapt/bio215c.htm> Βιοκαλλιέργεια κηπευτικών: οικολογική καλλιέργεια σε θερμοκήπιο
36. Vasilakakis Ch. B., Hadzistavros C.S., & Vezirtjoglou R.M., Disinfestation of seedbed soil/manure in tobacco seedbed preparation. Drama, 1985
37. Βασιλακάκη Χ.Β., Χατζησταύρου Κ.Σ., Βεζιρτζόγλου Ρ.Μ., Η απολύμανση του εδάφους/κοπριάς στα καπνοσπορεία. 7^η συνάντηση φυτοιατρικής και φυτοφαρμακευτικής των παραμεσογειακών χωρών, Χανιά, Κρήτης., 1984
38. Eddy David., Finding a good replacement. <http://www.findarticles.com/p/articles/mi>, 2005
39. Bendixen Warren., Methyl bromide loss costly for strawberries, Western Farm Press., Jan 2001
40. Πρακτικά από το παγκόσμιο συνέδριο «alternatives to methyl bromide for the southern European countries» 7-10 Δεκεμβρίου 1999, Ηράκλειο, Κρήτη
41. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2037/2000 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29^{ης} Ιουνίου 2000 για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων
42. <http://www.minagric.gr/greek/6.6.9.shtml> Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης
43. <http://www.esyf.gr/newsite/pl.php?id=17> Ελληνικός σύνδεσμος φυτοπροστασίας
44. <http://www.auth.gr/agro/ft/erevna.html> Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
45. http://www.agrotypos.gr/arthra/arthro_06_2000.asp Εκδόσεις Αγρότυπος
46. Report of the thirteenth meeting of the parties to the Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. Σρι Λάνκα, Οκτώβριος 2001