

**Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**



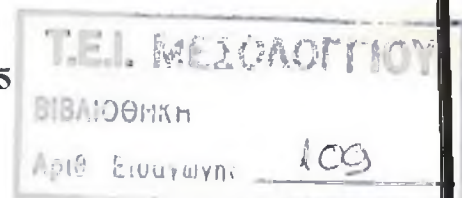
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΠΑΝΤΕΛΗΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ**

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2005



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	ΣΕΛ 3
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	
ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ.....	ΣΕΛ 7
1.1 ΝΗΜΑΤΟΚΤΟΝΟ CADUSAFOS.....	ΣΕΛ 7
1.2 DICHLOROPROPENE (CONDOR).....	ΣΕΛ 11
1.3 DOZOMET.....	ΣΕΛ 14
1.4 ΜΕΤΗΜ SODIUM.....	ΣΕΛ 15
1.5 ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΚΥΑΝΑΜΙΔΗ (ΜΕΘΟΔΟΣ PERLKA).....	ΣΕΛ17
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	
ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ.....	ΣΕΛ 26
2.1 ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	ΣΕΛ26
2.2 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΑΤΜΟ.....	ΣΕΛ36
2.3 ΒΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΔΑΦΟΓΕΝΩΝ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ.....	ΣΕΛ45
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	
ΧΡΗΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΑΝ ΜΙΑ ΜΗ ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ.....	ΣΕΛ 47
3.1 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΑΙ ΥΒΡΙΔΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΟΥΣ ΕΧΘΡΟΥΣ.....	ΣΕΛ 50
3.2 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΑΙ ΥΒΡΙΔΙΑ ΚΟΛΟΚΥΝΘΟΕΙΔΩΝ ΜΕ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΟΥΣ ΕΧΘΡΟΥΣ.....	ΣΕΛ 52
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u>	
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ ΣΕ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....	ΣΕΛ 55
4.1 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΠΝΙΣΤΙΚΩΝ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΩΝ.....	ΣΕΛ 55
4.2 ΦΩΣΦΙΝΗ.....	ΣΕΛ62
4.3 ΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ (ΕΤΟ, oxirame).....	ΣΕΛ 71
4.4 ΥΔΡΟΚΥΑΝΙΟ.....	ΣΕΛ 72
4.5 ΑΛΛΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΟΥΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....	ΣΕΛ73
<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ</u>	ΣΕΛ 77
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	ΣΕΛ79

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το βρωμιούχο μεθύλιο ως απολυμαντικό εδάφους και οι λόγοι που επέβαλλαν την αντικατάστασή του

Το βρωμιούχο μεθύλιο χρησιμοποιείται από τις αρχές τις δεκαετίας του 60 (στη χώρα μας του 70), σαν ένα ευρέως φάσματος υποκαπνιστικό εδάφους, κυρίως στα θερμοκήπια αλλά και σε υπαίθριες καλλιέργειες και σπορεία (κυρίως καπνού). Θεωρείται δίκαια το καλύτερο στην κατηγορία του, γιατί παρουσιάζει υψηλή πτητικότητα και επομένως διαχέεται εύκολα και φθάνει στα σημεία που τα άλλα υποκαπνιστικά αδυνατούν να φτάσουν. Λόγω της μεγάλης του πτητικότητας διαφεύγει πολύ γρήγορα από το έδαφος, μειώνοντας σημαντικά το χρόνο μεταξύ εφαρμογής και φύτευσης. Πρακτικά, ο χρόνος αυτός το καλοκαίρι μπορεί να είναι 48 ώρες για τα κοινά πλαστικά, επιτρέποντας ταχεία εγκατάσταση των καλλιεργούμενων φυτών, ιδιαίτερα στις καλλιέργειες υπό κάλυψη.

Έχει επίσης υψηλή τοξικότητα σε όλους σχεδόν τους οργανισμούς και είναι αποτελεσματικό στα ζιζάνια, τους μύκητες, τους νηματώδεις και τα έντομα εδάφους. Είναι επίσης πολύ τοξικό και επομένως επικίνδυνο για τον άνθρωπο και τα θερμόαιμα και γι' αυτό επιτρέπεται η εφαρμογή του μόνο σε μη κατοικημένους χώρους και μόνο από εξειδικευμένα άτομα (συνεργεία), οι μεγάλες του συσκευασίες ή από παραγωγούς με εμπειρία και γνώση οι μικρές του συσκευασίες.

Το χρησιμοποιούμενο στη γεωργία βρωμιούχο μεθύλιο περιέχει τουλάχιστον 2% χλωροπικρίνη που είναι επίσης απολυμαντικό εδάφους, αλλά εδώ χρησιμοποιείται για να προειδοποιεί τον άνθρωπο που βρίσκεται σε ατμόσφαιρα βρωμιούχου μεθυλίου ότι διατρέχει κίνδυνο.

Το ίδιο το βρωμιούχο μεθύλιο είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο, δεν εκρήγνυται και δεν καίγεται, αλλά καταστρέφει τους βλεννογόνους και απορροφάται από το δέρμα προκαλώντας εγκαύματα και φλύκταινες. Ας σημειωθεί ότι σε περίπτωση εγκαυμάτων από βρωμιούχο μεθύλιο δεν πρέπει να επεμβαίνουμε με αλοιφές και ό,τι άλλο κλείνει του πόρους του δέρματος, γιατί στην ουσία επιδεινώνουμε το πρόβλημα. Τα πολλά δάκρυα και οι έντονες αντιδράσεις του αναπνευστικού μας συστήματος όταν βρεθούμε σε ατμόσφαιρα που περιέχει βρωμιούχο μεθύλιο οφείλονται αποκλειστικά στη χλωροπικρίνη, που ενεργεί σαν καλή προειδοποίηση για τον κίνδυνο που διατρέχουμε.

Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι οργανικό αλογόνο υψηλής τοξικότητας και στη φυσική του κατάσταση είναι αέριο. Στις εμπορικές του συσκευασίες είναι υγροποιημένο αέριο και οι μεγάλες του συσκευασίες (φιάλες) περιέχουν άζωτο υπό πίεση, το οποίο εξαναγκάζει το βρωμιούχο μεθύλιο να βγει όταν ανοίξει η στρόφιγκα, ξεκινώντας από την βάση της φιάλης η οποία πρέπει να τοποθετείται όρθια. Εφαρμόζεται φυσικά, μόνο σε εδάφη καλά σκεπασμένα με πλαστικό, το οποίο και διαπερνά από τους πόρους του, διαχεόμενο στην ατμόσφαιρα (περίπου το 50% στα συνηθισμένα πλαστικά), ενώ η διαφυγή του προς την ατμόσφαιρα έχει σχεδόν ολοκληρωθεί στις 48 ώρες από την εφαρμογή του το καλοκαίρι στα κοινά πλαστικά. Στα ειδικά πλαστικά όπως το ORGAFIUM, η ταχύτητα διαφυγής του είναι πολύ μικρότερη και γι' αυτό μπορούμε να ελαττώσουμε τις δόσεις επιτυγχάνοντας τα ίδια αποτελέσματα. Δηλαδή, με τα κοινά πλαστικά διαφεύγει αυτούσιο στην ατμόσφαιρα –χωρίς να επηρεάζει στην ουσία το έδαφος– το 50% του βρωμιούχου που χρησιμοποιούμε, ζημιώνοντας τη στιβάδα του όζοντος, ενώ το υπόλοιπο διασπάται στο έδαφος σε CH_3 , που φεύγει στην ατμόσφαιρα και Br που παραμένει στο έδαφος δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα.

Από το βρωμιούχο μεθύλιο που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος το 80% χρησιμοποιείται στις απολυμάνσεις εδαφών και το 20% στις απεντομώσεις κτιρίων και αποθηκευμένων προϊόντων. Όμως, αυτό το βρωμιούχο μεθύλιο κυκλοφορεί σε μεγάλες συσκευασίες και δεν περιέχει χλωροπικρίνη, δηλαδή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια για απολυμάνσεις εδαφών. Από το βρωμιούχο που χρησιμοποιείται στις απεντομώσεις υπολογίζεται ότι το 80% διαφεύγει αυτούσιο στην ατμόσφαιρα καταστρέφοντας τη στιβάδα του όζοντος.

Πρέπει όμως να συνειδητοποιήσουμε ότι το βρωμιούχο μεθύλιο παράγεται στη φύση σε μεγάλες ποσότητες από τα θαλάσσια φύκια και άλλα υδρόβια φυτά και διαφεύγει αυτούσιο στην ατμόσφαιρα. Υπολογίζεται ότι τα $\frac{3}{4}$ της συνολικής ποσότητας βρωμιούχου μεθυλίου που εκλύεται στην ατμόσφαιρα παράγονται στις θάλασσες, στις λίμνες και στα ποτάμια του πλανήτη μας και δεν μπορούμε να μειώσουμε τις ποσότητες που παράγονται και διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα με αυτό τον τρόπο.

Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι αναμφίβολα το καλύτερο απολυμαντικό εδάφους ευρέως φάσματος. Για τις παραμεσόγειες χώρες της Ευρώπης, στις οποίες οι παραγωγοί ασχολούνται με την καλλιέργεια των κηπευτικών, η κατάργηση του θα δημιουργήσει αναμφίβολα πολλά προβλήματα.

Αλλά και η εφαρμογή του δημιουργεί ορισμένα προβλήματα: Καταστρέφει τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους (μύκητες, ριζοβακτήρια, μυκόρριζες κ.α.), νεκρωνοντάς το σχεδόν και δημιουργώντας βιολογικό κενό στο οποίο οι κίνδυνοι προσβολών από επιβλαβείς μικροοργανισμούς είναι πιο αυξημένοι.

Τα υπολείμματα Br δημιουργούν τοξικότητες σε ευαίσθητα φυτά (όπως το γαρίφαλο), ενώ η συγκέντρωση Br στα εδάδιμα μέρη (καρπούς) κάποιων φυτών όπως η αγγουριά, έχει δημιουργήσει στο παρελθόν κάποια προβλήματα στις εξαγωγές μας.

Όπως προαναφέρθηκε, το βρωμιούχο μεθύλιο ευθύνεται για την καταστροφή του όζοντος, που απορροφά ένα μεγάλο μέρος της επικίνδυνης υπεριώδους ακτινοβολίας. Σχεδιάστηκε η λήψη μέτρων για την προστασία της στιβάδας του όζοντος από όλους τους παράγοντες που το καταστρέφουν. Έτσι, η τροποποίηση του πρωτοκόλου της Κοπεγχάγης, το 1992, πρόσθεσε το βρωμιούχο μεθύλιο στις υπό κατάργηση ουσίες και στο Μόντρεαλ το 1997 οριστικοποιήθηκε το πρόγραμμα εξάλειψης της ένωσης.

Σήμερα το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ έχει επικυρωθεί από τις περισσότερες χώρες του κόσμου. Τα προγράμματα εξάλειψης για τις άλλες ουσίες που καταστρέφουν το όζον έχουν σχεδόν ολοκληρωθεί, ενώ για το βρωμιούχο μεθύλιο αποφασίστηκε η μείωση των ποσοτήτων που χρησιμοποιείται κατά 25% μέχρι το 1999, επιπλέον μείωση του κατά 50% το 2001 και η εξάλειψη του μέχρι το 2005 εκτός από εφαρμογές που θα επιτρέπονται για είδη-καραντίνας, για τις αναπτυγμένες χώρες στις οποίες κατατάσσεται η χώρα μας. Σε περίπτωση καραντίνας για τον περιορισμό της διαφυγής του στην ατμόσφαιρα και την επίτευξη μείωσης της δόσης εφαρμογής έχουν αναπτυχθεί τεχνικές και μέσα που μπορεί να επιτευχθεί με:

- Τη συμπληρωματική άρδευση που αυξάνει την αποδομότη του στο έδαφος
- Την έγχυση του προϊόντος σε μεγαλύτερο βάθος
- Τη χρησιμοποίηση μικρής διαπερατότητας πλαστικών κάλυψης (VIF, Orngafum, τριστρωματικό πλαστικό με TiO_2)
- Τη χρησιμοποίηση νέων προϊόντων με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χλωροπικρίνη
- Την προσθήκη οργανικής ουσίας
- Την εφαρμογή απολύμανσης στην ωφέλιμη ζώνη καλλιέργειας
- Το συνδυασμό με την τεχνική της ηλιοθέρμανσης (ηλιοαπολύμανση) του εδάφους, ο οποίος μπορεί να περιορίσει μέχρι και 75% τη δόση εφαρμογής του βρωμιούχου μεθυλίου

Για τις αναπτυσσόμενες χώρες προβλέπεται δεκαετής περίοδος χάριτος και έχει δημιουργηθεί ένα πολυμερές ταμείο που χρηματοδοτεί το πρόσθετο κόστος περιορισμού των επικίνδυνων για το όζον ουσιών. Το ταμείο αυτό διέθεσε 903 εκατομμύρια δολάρια για το σκοπό αυτό.

Στη συνέχεια της εργασίας παρουσιάζονται τις χημικές και φυσικές εναλλακτικές μέθοδοι αντικατάστασης του βρωμιούχου μεθυλίου.

1. ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ

Τα χημικά απολυμαντικά που διατίθενται για την αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου είναι τα κάτωθι:

- Το ισοθειοκυανικό μεθύλιο (metham sodium, basamid, dazomet, κ.λ.) μόνο του ή σε συνδυασμό με χλωροπικρίνη σε διάφορες αναλογίες ή με τετραθειοκαβαμιδικό νάτριο ή με αμμωνιακό άζωτο.
- Το 1.3 dichloropropane μόνο του ή σε συνδυασμό με ισοθειοκυανικές ενώσεις ή χλωροπικρίνη ή το ζιζανιοκτόνο sproprylbuty (ethyl) carbamate (perbulate).
- Το βρωμιούχο προπαργύλιο (C_3H_3Br ή $PrBr$)
- Το ιωδιούχο μεθύλιο
- Το ιωδιομεθάνιο (TM-425) μόνο του ή σε συνδυασμό με χλωροπικρίνη.
- Το 2-furfuraldehyde (Furfurale).
- Το fosthiazate μαζί με χλωροπικρίνη και metham sodium.
- Τα ένζυμα αναστολείς της ανάπτυξης των παθογόνων και των ζιζανίων σε ανόργανη μορφή και ιδιαίτερα το αζίδιο του καλίου (KN_3).
- Το φθοριούχο θείο (SO_2F_2 -Vikane TM).
- Το ιδιοπροπάνιο.
- Το ιδιοβουτάνιο και άλλα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά το Cadusafos, 1.3 dichloropropane, Dazomet, Metham sodium και η ασβεστούχος κυαναμίδη.

1.1 Νηματοκτόνο CADUSAFOS

Για την καταπολέμηση των νηματωδών χρησιμοποιούνται τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα όπως το cadusafos που είναι κοκκώδες και υγρό και δρα δι' επαφής, το ethorophos όπου δρα δι' επαφής, το fenamiphos είναι κοκκώδες και υγρό και έχει διασυστηματικές ιδιότητες και το fosthiazate. Επίσης, χρησιμοποιούνται τα καρδαβιμικά εντομοκτόνα όπως το carbofuran που είναι κοκκώδες και υγρό διασυστηματικό και δρα δι' επαφής και στομάχου, το oxamyl και το aldicarb. Τα οποία παρουσιάζουν τις ίδιες ιδιότητες με το carbofuran. Στη συνέχεια αναλύεται το νηματοκτόνο cadusafos, το οποίο χρησιμοποιείται ευρύτατα στη γεωργική πρακτική.

Στο πρόγραμμα για την βελτίωση των ιδιοτήτων του προϊόντος και την προστασία του χρήστη κατά την εφαρμογή, η κατασκευάστρια εταιρία δημιούργησε την μορφή σε μικροκάψουλες με περιεκτικότητα 200γρ./λ (200CS) η οποία δοκιμάζεται σε πειράματα αγρού με σκοπό την έγκριση της σύντομα σε πολλές χώρες στις οποίες περιλαμβάνονται και αυτές της Νότιας Ευρώπης.

Στην Ελλάδα το Cadusafos 10 G και το Gadusafos 100 ME/EW έχει έγκριση στην πατάτα και τον καπνό. Σημειώνουμε επίσης και εγκρίσεις σε μερικές άλλες χώρες. Επιθυμούμε να τονίσουμε ότι στο άρθρο αυτό γίνεται μια περιγραφή του προϊόντος και των ιδιοτήτων του από την Ελληνική και τη διεθνή εμπειρία.

ΧΩΡΕΣ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
Γαλλία	Μπανάνα
Ισπανία	Μπανάνα, Πατάτα, Καπνός, Ντομάτα (υπαίθρια και θερμοκηπίου)
Ισραήλ	Μπανάνες, καλλωπιστικά, αρωματικά φυτά, κηπευτικά (υπαίθρια και Θερμοκηπίου).
Κύπρος	Μπανάνες, Εσπεριδοειδή, πατάτες, κηπευτικά υπαίθρια και θερμοκηπίου (ντομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, αγγούρι, κολοκύθι, καρπούζι και πεπόνι).
Δμ.Ν.Αφρικής	Μπανάνες, Εσπεριδοειδή άλλες τροπικές καλλιέργειες, πατάτες και Καπνό.

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

Το φάσμα δράσης του Cadusafos είναι ευρύ. Καταπολεμά όλους τους νηματώδεις και ιδίως τα πιο επιβλαβή και διαδεδομένα στην περιοχή μας γένη *Meloidogyne* (κομβονηματώδεις) και *Globodera* (κυστογόνοι νηματώδεις). Μελέτες στο γένος *Globodera* απέδειξαν ότι διαθέτει και ωοκτόνο δράση.

Εκτός από τους νηματώδεις το Cadusafos καταπολεμά έντομα εδάφους όπως *Agrotis*, *Agriotes*, *Melolontha* και *Gryllotaipa*. Η δράση του κατά των σιδηροσκύληκων είναι τόσο αποτελεσματική που σε μερικές περιοχές χρησιμοποιείται στην πατάτα για την προστασία της από αυτόν τον εχθρό. Η δράση του Cadusafos είναι δι' επαφής αλλά και από στόματος όταν οι νηματώδεις έρχονται σε επαφή με τα εξωτερικά κύτταρα της ρίζας.

Σε αντίθεση με πολλά άλλα νηματοκτόνα το Cadusaphos 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 συνιστάται η τμηματική εφαρμογή: η μισή δόση στην εγκατάσταση της καλλιέργειας και η άλλη μισή μετά από περίπου 2 μήνες. Η εφαρμογή του Cadusaphos πρέπει να γίνεται στην αρχή της καλλιέργειας για τις ετήσιες καλλιέργειες. Ένα από τα πλέον σημαντικά χαρακτηριστικά του νηματοκτόνου Cadusaphos είναι ότι δεν έχει σε πολλά φυτά διασυστηματική δράση, δεν μεταφέρεται δηλαδή από τις ρίζες στο υπέργειο μέρος του φυτού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία καταπολέμησης εχθρών φυλλώματος από εφαρμογές στο έδαφος. Έχει όμως το πλεονέκτημα της έλλειψης υπολειμμάτων για τον καταναλωτή τα οποία αναπόφευκτα συγκεντρώνονται στο υπέργειο τμήμα πολλών φυτών καθώς και στους κονδύλους της πατάτας. Χάρη σε αυτή την ιδιότητα το Cadusaphos μπορεί να χρησιμοποιηθεί κοντά ή και κατά την συγκομιδή αν χρειαστεί. Για παράδειγμα αναφέρεται ότι το διάστημα μεταξύ εφαρμογής και συγκομιδής/κατανάλωσης σε δυο αντιπροσωπευτικά φυτά, την ντομάτα και την μπανάνα είναι τρεις ημέρες.

Τρόπος εφαρμογής

Για τον καλύτερο τρόπο εφαρμογής του Cadusaphos και την δυνατότητα προσαρμογής της χρήσης του σε διαφορετικές καλλιεργητικές μεθόδους, διατίθεται στο εμπόριο σε υγρή (100 ME/EW) και κοκκώδη μορφή (10 G).

Εφαρμογή του Cadusaphos 100 ME σε ετήσιες καλλιέργειες.

Το προϊόν εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους στην δόση των 4-5lt/στρέμμα αναμειγμένο σε 20 lt νερό και ενσωματώνεται μηχανικά σε βάθος 25-30 cm ή με ένα καλό πότισμα καταιονισμού με χαμηλά μπεκ (τεχνητή βροχή). Στην περίπτωση της μηχανικής ενσωμάτωσης ακολουθεί αμέσως σπορά ή μεταφύτευση ενώ όταν γίνεται πότισμα, ή σπορά η μεταφύτευση, γίνονται αμέσως μόλις το επιτρέψει η υγρασία του εδάφους.

Η εφαρμογή μπορεί να γίνει και με το σύστημα στάγδην άρδευσης που είναι και ο πλέον διαδεδομένος τρόπος. Στην περίπτωση αυτή μετά την εγκατάσταση της φυτείας γίνεται το πρώτο πότισμα και ακολουθεί η εφαρμογή του προϊόντος. Ακολουθεί πότισμα για να μπορέσει το Cadusaphos να επεκταθεί ακόμη περισσότερο γύρω από την περιοχή της ρίζας. Ακολουθούν κανονικά άλλα ποτίσματα.

Εφαρμογή του Cadusafos 10 G σε ετήσιες καλλιέργειες.

Γίνεται ομοιόμορφη διασπορά των κόκκων στο έδαφος και ακολουθεί ενσωμάτωση στα 25-30cm, εκεί δηλαδή που θα αναπτυχθεί το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος των φυτών. Συνιστάται στην συνέχεια ένα καλό πότισμα για την μεταφορά της δραστικής ουσίας από τους κόκκους στα μεταξύ των κόκκων διαστήματα του εδάφους. Μόλις η υγρασία το επιτρέψει, δηλ 4-5 μέρες αργότερα, γίνεται η μεταφύτευση ή η σπορά. Ακολουθούν ποτίσματα και άλλες καλλιεργητικές εργασίες που συνήθως δέχονται οι καλλιέργειες. Σημειώνεται σε αυτό το σημείο πως για την καλύτερη προστασία των φυτών συνιστάται η χρήση του Cadusafos στην αρχή της καλλιέργειας όταν το ριζικό σύστημα είναι νέο, τρυφερό και ευάλωτο στη προσβολή των νηματωδών ή των εντόμων του εδάφους. Επίσης να μην γίνεται η εφαρμογή του Cadusafos σε φυτά που υφίστανται υδατική ή άλλης μορφής καταπόνηση.

Σε μέσα ή βαριά αργιλώδη εδάφη συνιστάται μια εφαρμογή στην αρχή της καλλιέργειας. Στην περίπτωση όμως που το έδαφος είναι ελαφρώς μηχανικής σύστασης ή πολύ αμμώδες προτείνεται η μισή δόση π.χ. 30 lt ή kg να εφαρμοσθούν στην αρχή της καλλιέργειας και η υπόλοιπη δόση 2-2,5 μήνες αργότερα.

Σε δενδρώδεις καλλιέργειες (μπανάνες, εσπεριδοειδή κλπ) συνιστάται η εφαρμογή να γίνεται δυο φορές τον χρόνο-τόσο στον ψεκάσμό του υγρού σκευάσματος όσο και στην χρήση (εφαρμογή) του κοκκώδους-επειδή δε είναι αδύνατη η μηχανική ενσωμάτωση θα πρέπει να ακολουθεί πότισμα με καταιονισμό με χαμηλά μπέκ.

Τοξικότητα

Στον ακόλουθο πίνακα 1 δίνονται οι τιμές το LD₅₀ από δέρματος και στόματος για τις τρεις μορφές του Cadusafos.

ΜΟΡΦΗ	LD ₅₀ Στόματος mg/χγ βάρους ζώου	LD ₅₀ Δέρματος mg/χγ βάρους ζώου
Κοκκώδες	A: 679 Θ: 391	A: 155 Θ: 143
Υγρό σκευάσμα	A/Θ : 371	A/Θ : 970
Μικροκάψουλες	M > 2000 F: 1079	A/Θ > 2000

Παρατηρείται στον πίνακα ότι η τοξικότητα από στόματος όσο και από δέρματος της νέας υπό ανάπτυξη μορφής (200CS) σε μικροκάψουλες είναι πολύ μικρότερη από τις

άλλες δύο μορφές σκευάσματος που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά. 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 αποδείχθηκε περισσότερο τοξική. Παρ'όλο που η μορφή σε μικροκάψουλες (200CS) είναι λιγότερο τοξική από τις άλλες μορφές πρέπει να τονιστεί ότι χρειάζεται προσοχή κατά την χρήση του Cadusafos.

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.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι το Cadusafos:

1. Είναι ένα οργανοφωσφορικό νηματοδοκτόνο και εντομοκτόνο εδάφους. Καταπολεμά τις προνύμφες και τα αυγά των νηματωδών (*Globodera* spp). Δρα δια επαφής και στομάχου.
2. Έχει ευρύ φάσμα δράσης κατά των κυριότερων γενών των νηματωδών (*Globodera* spp, *Meloidogyne* spp) και εντόμων εδάφους, όπως τα Καραφατμέ (*Agrotis*), σιδεροσκούληκα (*Agriotes*), Ασπροσκούλικα (*Melolontha*) και κρεμυδοφάγο (*Gryllotalpa gryllotalpa*)
3. Η βιολογική δράση του διαρκεί 4-5 μήνες.
4. Δεν είναι διασυστηματικό και έχει μικρή περίοδο αναμονής μεταξύ εφαρμογής και κατανάλωσης.
5. Έχει μέτρια τοξικότητα ιδίως στη μορφή σε μικροκάψουλες (200CS), αλλά χρειάζεται προσοχή κατά την χρήση του.
6. Διασπάται, δεν συσσωρεύεται και δεν μολύνει το περιβάλλον.
7. Δεν είναι φυτοτοξικό.

1.2 1.3 dichloropropene (Condor)

Το 1.3 dichloropropene είναι υποκαπνιστικό νηματοκτόνο του οποίου η περιεκτικότητα είναι 91% β/β ή 112% β/ο. Καταπολεμά όλους τους φυτοпараσιτικούς νηματώδεις : *Meloidogyne* (κομβωνηματώδης), *Globodera* (κυστονηματώδης πατάτας), *Heterodera*, *Pratylenchus* (γένος που προκαλεί νεκρώσεις ριζών στα φυτά-ξενιστές του) κ.α. Επίσης καταπολεμά τα *Symphylla*

(ιουλους), και διάφορα έντομα ή παράσιτα εδάφους. Έμμεσα και άμεσα περιορίζει σημαντικά πολλές ασθένειες ριζών που οφείλονται σε μύκητες ή βακτήρια όπως σήψεις λαιμού-ριζών, φουζαριώσεις και βακτηριώσεις. Δρα ανασταλτικά στη βλάστηση διαφόρων σπόρων ζιζανίων (έχουν αναφερθεί τα *Elymus repens* (έλυμος), *Avena fatua*, *Apera spica venti*, *Polygonum* (πολυκόμπι) spp, *Veronica* (βερόνικα) spp, κ.α).

Έχει έγκριση σε κηπευτικές καλλιέργειες όπως καρότο, ντομάτα, αγγούρι, πιπεριά, μελιτζάνα, πεπόνι, καρπούζι, στην πατάτα και σε δενδρώδεις καλλιέργειες (πριν την εγκατάσταση). Η δοσολογία είναι 10-20 lit/στρ (η μεγάλη δόση αφορά σοβαρή προσβολή. Οι μεγάλες δόσεις συνηστώνται για βαρεία εδάφη ενώ οι χαμηλές είναι κατάλληλες για αμμώδη). Ο χρονος εφαρμογής του σκευάσματος είναι 3-4 εβδομάδες πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Τρόπος εφαρμογής

Από εδάφους εφαρμόζεται 3-4 εβδομάδες πριν τη φύτευση /μεταφύτευση με το σύστημα στάγδην άρδευσης . Το Condor εφαρμόζεται οποιαδήποτε εποχή του έτους, αρκεί η θερμοκρασία εδάφους να είναι πάνω από 5 °C μέχρι και 27 °C.

Στάδια εφαρμογής 1.3 dichloroprepene (Condor) :

- Όργωμα σε βάθος 20-25cm και φρεζάρισμα ώστε το χώμα να είναι ψιλοχωματισμένο και χωρίς φυτικά υπολείμματα. Πότισμα του εδάφους με το σύστημα στάγδην άρδευσης για 2-3 ώρες ώστε να έρθει στο ρώγο του (1-2 ημέρες πριν την εφαρμογή).
- Πότισμα του εδάφους μέχρις ότου το νερό εισχωρήσει σε βάθος 10cm.
- Εφαρμογή του CONDOR με ακριβές δοσομετρικό μηχάνημα με απευθείας έγχυση στον κεντρικό σωλήνα του δικτύου άρδευσης, με στόχο το σκεύασμα να εισχωρήσει στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους (10 cm). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα δοσομετρικά μηχανήματα Dosatron, Venturi, Saniflow κ.α. ή ακόμη και ο λιπασματοδιανομέας, αρκεί να εξασφαλισθεί ότι θα επιτευχθεί ομοιόμορφη κάλυψη του εδάφους.
- Εν συνεχεία πότισμα του εδάφους με νερό ώστε το σκεύασμα να εισχωρήσει βαθύτερα στο έδαφος, μέχρι βάθους 40cm. Το συνολικό βάθος υγρασίας και από τα τρία στάδια άρδευσης πρέπει να καλύπτει το ριζικό σύστημα του φυτού.

Στο έδαφος δεν γίνεται καμία καλλιεργητική παρέμβαση για 3-4 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Καλό θα ήταν να έχουν ανοιχθεί τα αυλάκια ή λάκκοι φύτευσης πριν την εφαρμογή του Condor, σε περίπτωση όμως που είναι απαραίτητο να γίνει φρεζάρισμα πρέπει να γίνει επιφανειακά και κατά μήκος των γραμμών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι:

- Κατά την εφαρμογή μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά από χαλκό, ατσάλι, πολυπροπυλένιο, πολυαιθυλένιο, νάιλον, τεφλόν. Να μην χρησιμοποιούνται υλικά από αλουμίνιο, ψευδάργυρο, τσίγκο, PVC, γιατί το dichloroprepene είναι διαβρωτικό σε αυτά.

Όταν το δοχείο αδειάσει, πρέπει να τοποθετηθεί ανάποδα σε ανοιχτό χώρο για μια εβδομάδα για να εξαεριστεί το φάρμακο.

Πίνακας 2 Πλεονεκτήματα εφαρμογής Dichloroprepene σε σχέση με τα κοκκώδη νηματοκτόνα

dichloroprepene	Κοκκώδη νηματοκτόνα
Εφαρμόζεται και δρα σε βάθη από 5-35 cm.	Εφαρμόζονται και δρουν σε βάθος από 5-10cm
Ο τρόπος εφαρμογής του διαχέει το προϊόν σε όλη την έκταση λόγω των ατμών.	Χρειάζονται πολύ καλή διασπορά στο έδαφος και σκοτώνουν τους νηματώδεις εκεί που υπάρχει η δραστική ουσία.
	Χρειάζονται εδαφική υγρασία στο έδαφος για να δράσουν. Η ξηρασία ή το πολύ υγρό έδαφος περιορίζουν τη δράση τους.
Δεν είναι διασυστηματικό.	Ορισμένα είναι διασυστηματικά.
Δεν αφήνει υπολείμματα στην καλλιέργεια.	Πιθανή ύπαρξη/παρουσία υπολειμάτων
Καταπολέμηση νηματωδών για περισσότερο από ένα χρόνο.	?
Δευτερεύουσες και έμμεσες δράσεις σε μύκητες , έντομα εδάφους και ζιζάνια.	Καμία δράση.

Τοξικότητα

Τοξικό για τον άνθρωπο, τα ψάρια, τους υδρόβιους οργανισμούς, βλαβερό για τα πουλιά με τιμή LD₅₀:170 mg/kg από στόματος. Δεν είναι φυτοτοξικό αν χρησιμοποιηθεί 3-4 εβδομάδες πριν τη σπορά ή τη μεταφύτευση της καλλιέργειας. Να μην χρησιμοποιείται σε πολύ βαριά, αργιλλώδη εδάφη. Το έδαφος δεν πρέπει να έχει οσμή από το φάρμακο όταν πρόκειται να σπαρεί ή να φυτευτεί η καλλιέργεια.

1.3 DAZOMET

Το dazomet είναι καπνογόνο εδάφους, λόγω της ιδιότητας του να αποδοκομείται και να εκλύει ισοθειοκυανικό μεθύλιο (αέριο). Ανήκει χημικά στις θειαδιαζίνες. Είναι δηλητήριο αναπνευστικών ενζύμων. Καταπολεμά νηματώδεις, βλαστώντες σπόρους ζιζανίων και μύκητες εδάφους όπως π.χ. *Fusarium*, *Pythium*, *Verticillium* και *Colletotrichum*, όταν ενσωματώνεται στο έδαφος σε δόση 40-60 kg /στρέμμα δρώντος συστατικού. Σε αυτή τη δόση είναι αποτελεσματικό και εναντίων των μυριαπόδων, των εντόμων του εδάφους και των σιδηροσκούληκων. Είναι πολύ φυτοτοξικό και έδαφος στο οποίο εφαρμόστηκε dazomet δεν πρέπει να φυτευθεί μέχρις ότου απομακρυνθούν και τα τελευταία υπολείμματα ισοθειοκυανούχου μεθύλιου, γεγονός που απαιτεί χρονικό διάστημα 8-24 ημερών. Τούτο διαπιστώνεται με βιοδοκιμή χρησιμοποιώντας σπέρματα καρδάμου. Το dazomet χρησιμοποιείται (διατίθεται) και σε κοκκώδη μορφή. Κατά την εφαρμογή θα πρέπει η θερμοκρασία του εδάφους να είναι τουλάχιστον 7°C σε βάθος 15 cm . Το κοκκώδες σκεύασμα ενσωματώνεται ομοιόμορφα σε βάθος 20-22 cm και στη συνέχεια η επιφάνεια του εδάφους «σφραγίζεται» με πολυαιθυλένιο ή με πότισμα ή συμπίεση, με βαρύ συμπίεστη εδάφους, ώστε η επιφάνεια του εδάφους να δημιουργήσει κρούστα.

Σε καθαρή μορφή είναι κρυσταλλικό σώμα, άχρωμο, με σ.τ. 104-105 °C (αποσυντίθεται ταυτόχρονα) και τ.α. 370 μPa στους 20 C. Διαλύεται στο νερό σε αναλογία 3 g/l. Το dazomet είναι σχετικά σταθερή ένωση, αλλά αποδομείται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 35 °C. Στο έδαφος δίδει στην αρχή μεθύλιο (μεθυλαμινομέθυλο) διθειοκαρβαμικό οξύ που διασπάται και δίδει ισοθειοκυανούχο μεθύλιο.

Τοξικότητα

Έχει αξιολογημένη τοξικότητα.

Ανήκει στην III κατηγορία τοξικών ουσιών.

Η Οξεία τοξικότητα από στόματος στους επίμυες είναι LD₅₀: 640 mg /kg.

Περιορισμοί

Πρέπει αμέσως να ενσωματώνεται στο έδαφος το οποίο, στη συνέχεια ποτίζεται ή συμπίεζεται ώστε να δημιουργηθεί κρούστα.

Απαγορεύεται η καλλιέργεια του έδαφος πριν απομακρυνθούν και τα τελευταία υπολείμματα του ισοθειοκυανούχου μεθυλίου (βιοδοκιμή με σπέρματα καρδάμου), αφού παρέλθει διάστημα 4-8 εβδομάδων.

1.4. METHAM SODIUM

Είναι μυκητοκτόνο, νηματοδοκτόνο, και ζιζανιοκτόνο εδάφους και δρα με το εκλυόμενο κατά την αποδόμησή του ισοθειοκυανούχο μεθυλίο (αέριο απολυμαντικό). Είναι πολύ φυτοτοξικό και η εγκατάσταση των καλλιεργειών σε απολυμασμένο έδαφος, πρέπει να γίνεται μετά την τέλεια απομάκρυνση και των τελευταίων υπολειμμάτων του (βιοδοκιμή με σπόρους καρδάμου). Με κανονικές συνθήκες εδαφικής υγρασίας αυτό επιτυγχάνεται μετά 14 ημέρες. Σε καθαρή μορφή το metham sodium σχηματίζει άχρωμους κρυστάλλους. Είναι πολύ υδατοδιαλυτό (722 g/lit). Είναι σταθερό σε πυκνά υδατοδιαλύματα, αλλά ασταθές σε αραιά διαλύματα. Η αποδόμησή του διευκολύνεται από το έδαφος, τα βαριά μέταλλα και τα οξέα. Τα υδατικά του διαλύματα διαβρώνουν τον μπρούτζο, τον χαλκό και τον ψευδάργυρο. Χρησιμοποιείται σαν απολυμαντικό εδάφους πριν την εγκατάσταση των καλλιεργειών, για την καταπολέμηση: μυκήτων εδάφους (*Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Sclerotinia* spp, *Fusarium* spp, *Verticillium* spp, *Rhizoctonia* spp). Είναι επίσης αποτελεσματικό εναντίων νηματωδών ενώ δεν εκδηλώνει δράση στους κυστονηματώδεις του γένους *Heterodera*. Οι δόσεις εφαρμογής κυμαίνονται για κανονικά εδάφη 1.5 λίτρα σε 10 λίτρα νερό για 10 m² εδάφους, για βαριά και υγρά εδάφη 2.5 λίτρα σκευάσματος σε δέκα λίτρα νερό για 10 m² εδάφη και για πολύ βαριά και συνεκτικά εδάφη 3 λίτρα σε 10 λίτρα νερό για 10 m² εδάφους. Επίσης χρησιμοποιείται για καταπολέμηση ζιζανίων όπως νεραγριάδα, λουβουδιά, γλυστρίδα, σετάρια, αγριοτομάτα (στύφος), βέλιουρας κ.λ.π σε δόσεις εφαρμογής 0.8 λίτρα σκευάσματος σε 10 λίτρα νερό για 10 m² εδάφους.

Τρόπος εφαρμογής

1. Απολύμανση εδάφους

Το έδαφος που θα απολυμανθεί πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο και να υπάρχει αρκετή εδαφική υγρασία (να βρίσκεται στο ρώγο του) και η θερμοκρασία του σε βάθος 10 cm πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 10 και 30 °C. Η εφαρμογή γίνεται έτσι ώστε η συνιστώμενη ποσότητα METHAM SODIUM να κατανεμηθεί ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του αγρού. Αμέσως μετά, συνιστάται ελαφρύ πότισμα με τεχνική βροχή ώστε να δημιουργηθεί επιφανειακή κρούστα και να περιορίζεται η διαφυγή αερίων από το έδαφος. Αν δεν υπάρχει τέτοια δυνατότητα συνιστάται πότισμα με 10 – 15 λίτρα νερό ανά m² εδάφους για τα σπορεία και 25-40 λίτρα για τις υπόλοιπες περιπτώσεις ώστε το METHAM SODIUM να εισχωρήσει στο βάθος που πρέπει για εκδηλώσει αποτελεσματικά τη δράση του. Εάν μετά την εφαρμογή του σκευάσματος επικρατήσει ξηρασία, πρέπει να γίνουν ελαφρά ποτίσματα τις επόμενες ημέρες.

Οκτώ ημέρες μετά την εφαρμογή του σκευάσματος, πρέπει να γίνει ένα επιφανειακό φρεζάρισμα για να αεριστεί το χώμα χωρίς όμως να ανακατευθεί με μη απολυμασμένο χώμα (να αποφευχθεί αναστροφή του εδάφους που μπορεί να φέρει στην επιφάνεια μολύσματα φυτοπαθογόνων μυκήτων και βακτηρίων καθώς και νηματώδεις από τα βαθύτερα εδαφικά στρώματα).

2. Απολύμανση μιγμάτων χώματος (κομπόστα)

Απλώνεται το μίγμα του χώματος (κομπόστα) σε προετοιμασμένο χώρο σε στρώμα πάχους 10 cm και ποτίζεται με το σκεύασμα με τη συνιστώμενη δόση και αμέσως μετά με 10-15 λίτρα νερό για κάθε τετραγωνικό μέτρο. Η ίδια εργασία συνεχίζεται με το επόμενο στρώμα της κομπόστας. Μετά 10-12 ημέρες από την εφαρμογή πραγματοποιείται ανάμιξη των διαφόρων στρωμάτων της κομπόστας, επαναλαμβάνοντας κάθε 2-3 ημέρες και συνολικά για 3-4 φορές ώστε να απελευθερωθούν οι ατμοί του ισοθειοκυανικού μεθυλίου. Η απολυμασμένη κομπόστα μπορεί να χρησιμοποιηθεί 3 εβδομάδες μετά την εφαρμογή του σκευάσματος.

Παρατηρήσεις- περιορισμοί κατά τη χρήση

Η σπορά ή η φύτευση των καλλιεργειών μπορεί να γίνει:

- A. 15 ημέρες μετά την εφαρμογή σε εδάφη ελαφρά ή μέσης σύστασης.
- B. 20 ημέρες μετά την εφαρμογή σε εδάφη βαριά, υγρά και συνεκτικά

Γ. 30 ημέρες μετά την εφαρμογή αν κατά την εφαρμογή του και μετά από αυτή επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα ανωτέρω χρονικά όρια απαιτούνται για να απαλλαγεί το έδαφος από τους παραγόμενους ατμούς.

- Στον καπνό να χρησιμοποιείται η μικρή δόση για κάθε τύπο εδάφους και να γίνεται κάλυψη με πλαστικό αμέσως μετά την εφαρμογή.
- Να μην χρησιμοποιείται το σκεύασμα όταν η θερμοκρασία είναι πάνω από 32 °C.
- Να μη χρησιμοποιείται σε απόσταση μικρότερη των 3 μέτρων από άλλες καλλιέργειες.

Φυτοτοξικότητα

Το σκεύασμα δεν είναι φυτοτοξικό στις καλλιέργειες εφόσον εφαρμόζεται στις δόσεις και με τους τρόπους που συνιστάται. Επίσης το σκεύασμα δεν συνδυάζεται με άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Εφαρμόζεται μόνο του.

1.5 Ασβεστούχος κυαναμίδη (μέθοδος PERLKA)

Η ασβεστούχος κυαναμίδη (μέθοδος PERLKA) είναι προσαρμοσμένη πλήρως στις ανάγκες υπαίθριων και θερμοκηπιακών καλλιεργειών, περιλαμβάνει τη συνδυασμένη χρήση της ηλιοθέρμανσης και του ειδικού λιπάσματος PERLKA (ασβεστούχος κυαναμίδη) και ήπιων μέσων αναζωογόνησης του εδάφους (του βιοενεργητή BIOTRON PLUS).

Στοχεύει και επιτυγχάνει:

- Την αξιοποίηση της ηλιοθέρμανσης με τον καλύτερο τρόπο, διευρύνοντας την αποτελεσματικότητά της και περιορίζοντας τον απαιτούμενο χρόνο διάρκειας της.
- Τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους.
- Την προσθήκη λιπαντικών μονάδων μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων και άρα τον περιορισμό της αυτοτελούς χημικής λίπανσης.
- Την αναζωογόνηση του εδάφους με την προσθήκη ειδικού βιοενεργοποιητή.
- Την αύξηση αντίδρασης των φυτών στα παθογόνα
- Την εξάλειψη του βιολογικού κενού (αποστείρωση) που εμφανίζεται με τη χρήση βρωμιούχου μεθυλίου και την επαναφορά της βιολογικής ισορροπίας του εδάφους.

- Την αποφυγή ρύπανσης του οικοσυστήματος (π.χ. βρωμίωση εδαφών).

Η μέθοδος PERLKA, τονίζεται, ότι δεν ακολουθεί την παλαιά αντίληψη περί φυτοπροστασίας, η οποία ήθελε με τη χρήση καθολικών βιοκτόνων να «στειώσει» το έδαφος, εξοντώνοντας όχι μόνο τα παθογόνα, αλλά και όλη τη βιοκοινότητα του εδάφους, η οποία περιλαμβάνει πλήθος ωφέλιμων – ανταγωνιστικών των παθογόνων μικροοργανισμών (πρόκληση βιολογικού κενού στο έδαφος).

Το γόνιμο και υγιές έδαφος είναι ένας ζωντανός οργανισμός. Η διατάραξη της ισορροπίας του επιφέρει αντιδράσεις με αποτέλεσμα την υπέρσχυση των παθογόνων έναντι των ωφελίμων μικροοργανισμών. Η δημιουργία «βιολογικού κενού», επιτρέπει τον απρόσκοπτο πολλαπλασιασμό των παθογόνων και την ταχύτατη επαναμόλυνση έστω και απολυμασμένων εδαφών. Αποτέλεσμα, η εμφάνιση και επέκταση προσβολών, που αποκτούν σοβαρή οικονομική σημασία.

Η ασβεστούχος κυαναμίδη (μέθοδος PERLKA) βασίζεται στην αντίληψη περί «ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας». Αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης των εδαφών και όχι μια μορφή απόλυτης στείρωσής τους. Έτσι, επιτυγχάνει και το απαιτούμενο οικονομικό αποτέλεσμα που είναι συνδυασμός:

- Ικανοποιητικής ποσοτικά και ποιοτικά παραγωγής
- Διατήρησης της αξίας του συντελεστού παραγωγής «έδαφος».
- Χαμηλότερου κόστους συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους.

Τα αποτελέσματα της ασβεστούχου κυαναμίδης είναι αθροιστικά. Η επαναλαμβανόμενη δηλαδή χρήση της, επιφέρει χρόνο με το χρόνο καλύτερα αποτελέσματα και επαναφέρει το έδαφος στη φυσιολογική του κατάσταση.

Εκατοντάδες εφαρμογές της μεθόδου στη χώρα μας τα προηγούμενα χρόνια, σε πολλές περιοχές και ποικιλία καλλιεργειών, έχουν επιβεβαιώσει την αποτελεσματικότητα και αθροιστικότητα της μεθόδου.

Μερικά χαρακτηριστικά του PERLKA (ασβεστούχος κυαναμίδη)

Η ασβεστούχος κυαναμίδη είναι κοκκώδες αζωτούχο λίπασμα (CaCN_2) που αποτελεί τον δραστικό του παράγοντα. Η ασβεστούχος κυαναμίδη περιέχει 19.8 % N και 50 % CaO και παρέχει το N στην καλλιέργεια σταδιακά. Συνεπώς, η ποσότητα του N που είναι διαθέσιμη στα φυτά δεν ελαττώνεται άμεσα μετά την εφαρμογή, αλλά παραμένει περισσότερο χρόνο στο έδαφος καλύπτοντας τις ανάγκες τους.

Επιπλέον, ο κίνδυνος ρύπανσης των υπόγειων υδάτων, όπως και των φυτών με νιτρικά μειώνεται στο ελάχιστο.

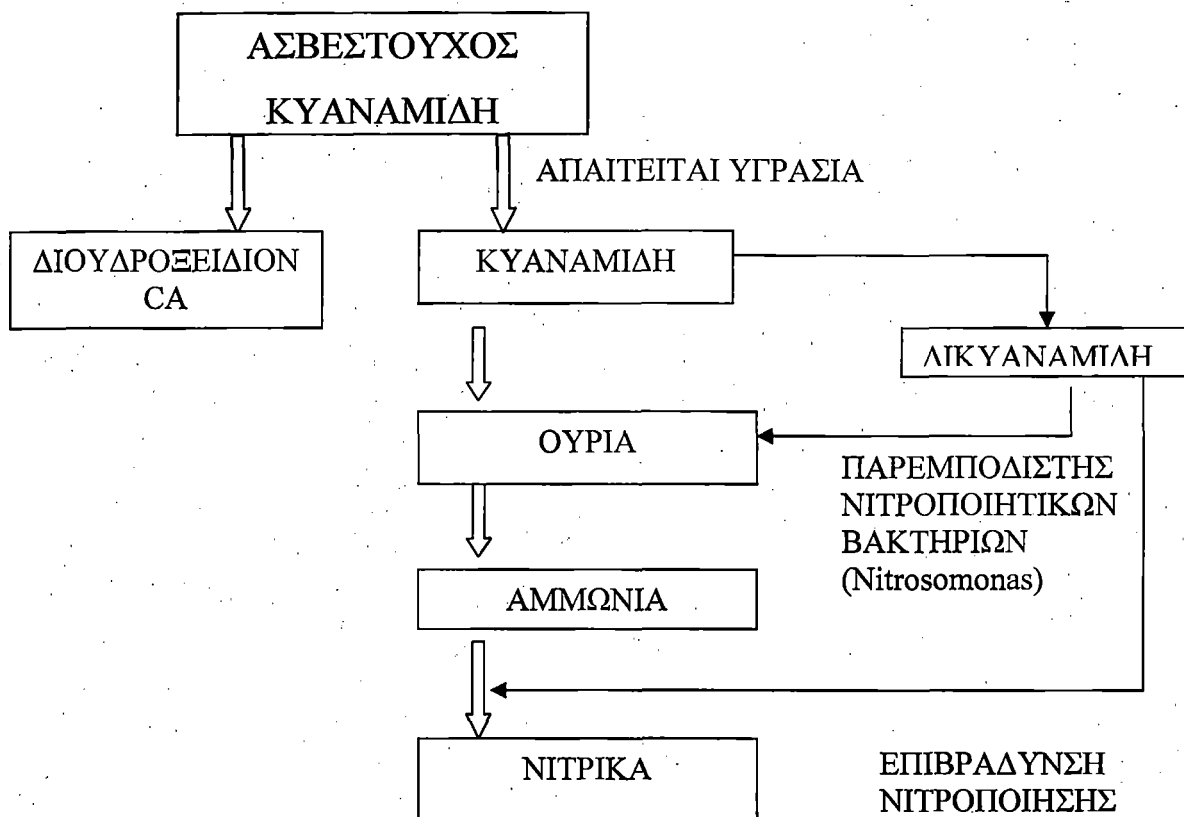
Η μέθοδος PERLKA παρέχει παρασιτοκτόνα πλεονεκτήματα, δραστηριοποιεί τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους, αυξάνει τη γονιμότητα των εδαφών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν επιταχυντής της κομποστοποίησης. Κατά τη διάρκεια της διάσπασης του σκευάσματος παράγεται προοδευτικά ουρία, συστατικό άμεσα απορροφούμενο από τα φυτά. Έτσι, δεν υφίστανται προβλήματα υπολειμμάτων ούτε στο έδαφος, ούτε στις καλλιέργειες και κατ' επέκταση στα προϊόντα που παράγονται.

Λιπαντικές ιδιότητες του PERLKA (ασβεστούχος κυαναμίδη)

Το PERLKA διάμεσου της διαδικασίας προσφέρει άζωτο σε πλήρως αφομοιώσιμη από τα φυτά μορφή. Επιπλέον, ο μεταβολίτης δικυαδαμίδη παρεμποδίζει τη νιτροποίηση της αμμωνίας. Έτσι το PERLKA είναι μιας χαμηλής αποδέσμευσης και μακράς διάρκειας πηγή αζώτου για όλα τα καλλιεργούμενα φυτά.

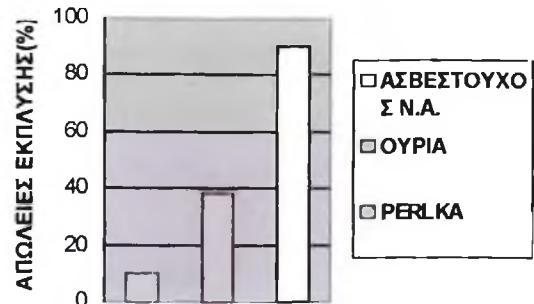
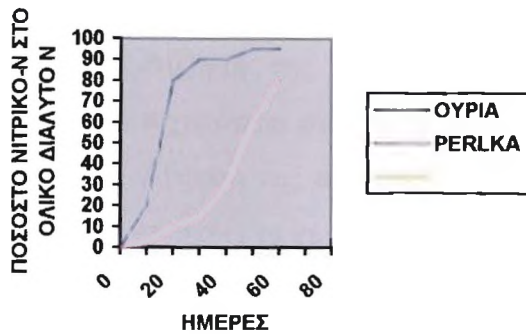
Η παροχή του αζώτου εξαρτάται από τη φυσική απαίτηση των φυτών σε άζωτο, σε συνδυασμό με την ανάπτυξή τους. Έτσι η ανεπιθύμητη βλαστική ανάπτυξη αποφεύγεται.

Από πειραματικά δεδομένα, που δείχνουν τη νιτροποίηση του PERLKA σε σχέση με την ουρία, φαίνεται καθαρά, ότι το PERLKA μετατρέπεται με πολύ μικρότερο βαθμό απ' ό,τι η ουρία.



Έτσι το αμμωνιακό άζωτο παραμένει στο έδαφος για μεγαλύτερο χρόνο και η εκπλυση του μειώνεται θεαματικά. Επιπλέον έχει αποδειχθεί ότι τα φυλλώδη λαχανικά που λιπαίνονται με PERLKA, περιέχουν μικρότερες ποσότητες ανεπιθύμητων νιτρικών, γεγονός που καταλήγει στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.

Το PERLKA περιέχει CaO σε ποσοστό περίπου 50%. Το μεγαλύτερο μέρος του ασβεστίου είναι συνδεδεμένο με την κυαναμίδη και το υπόλοιπο παραμένει ως CaO. Όταν έρθει σε επαφή με το νερό, το ασβέστιο αυτό μετατρέπεται σε Ca(OH)₂. Οι φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους βελτιώνονται και αυξάνεται η γονιμότητα του. Πολλά προβλήματα που εμφανίζονται από τροφopenία ασβεστίου μπορούν να περιοριστούν με τη χρήση του.



ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΟΥΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΥ ΚΥΑΝΑΜΙΔΗΣ

ΕΚΠΛΥΣΗ Ν ΑΠΟ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ Ν

Μυκητοκτόνα αποτελέσματα του συνδυασμού της τεχνικής ηλιοθέρμανσης και της PERLKA

Ο συνδυασμός της ηλιοθέρμανσης και της ασβεστούχου κυαναμίδης επιδρά επί πολλών μυκήτων. Μπορεί να παρεμποδίσει την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών με 3 τρόπους:

- Άμεσα αποτελέσματα στους μύκητες του εδάφους:
 1. Παρεμπόδιση της βλάστησης των διαχειμαζόντων σπορίων (π.χ. *Plasmodiophora brassicae*, *Sclerotinia*)
 2. Παρεμπόδιση της αύξησης των μυκηλίων (π.χ. *Phytophthora*, *Pythium*).
 3. Παρεμπόδιση σποριογένεσης (π.χ. *Claviceps purpurea*).
- Έμμεσα αποτελέσματα στους μύκητες του εδάφους:
 1. Προώθηση των ανταγωνιστικών μικροοργανισμών (π.χ. *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* κ.α).
 2. Αύξηση της αποσύνθεσης των υπολειμμάτων της φυτείας (το οποίο αποτελεί για υπόστρωμα για τήρηση και αναπαραγωγή παθογόνων).
 3. Αύξηση του εδαφικού pH (αντιμετώπιση του *Plasmodiophora brassicae*).
 4. Βελτίωση της δομής του εδάφους που περιορίζει την εμφάνιση της τήξης των φυταριών και της σηψιρριζίας.

<i>Taraxacum off.</i>	Αγριοραδίκι	<i>Chrysanthemum spp.</i>	Αγριομαργαρίτσα
<i>Myosotis arvensis</i>	Μυοσότις	<i>Plantago spp.</i>	Πεντάνευρο
<i>Apera spica venti</i>	Ανεμόρχοτο	<i>Matricaria spp</i>	Χαμομήλη

Αποτελέσματα της μεθόδου PERLKA (ασβεστούχος κυαναμίδη) κατά εντόμων -νηματωδών

Η ασβεστούχος κυαναμίδη διακρίνεται για την άριστη δράση της σε διάφορα έντομα, όπως είδη *Contarinia* (φυτοφάγα δίπτερα), προνύμφες των *Tipula paludosa*, *Tipula czizeki*, ειδών *Agriotes* (σιδηροσκούληκων), μυρμήγκια, προνύμφες των *Cerphuw pygmeous*, *Melonontha vulgaris*. Αξιοσημείωτη είναι και η δράση της κατά σαλιγκαριών (π.χ. *Agrolimax agrestis*). Σε ότι αφορά τους νηματώδεις, σε περιπτώσεις ιστορικού υψηλών προσβολών συστήνεται η χρήση ειδικών νηματωδοκτόνων. Η επαναλαμβανόμενη χρήση της μεθόδου μπορεί να περιορίσει αρκετά είδη νηματωδών, ιδίως σε περιπτώσεις όπου το βάθος του εδάφους είναι σχετικά μικρό (περιορισμός από στρώμα ασβεστόλιθου, σχιστόλιθου κ.λ.π.)

Προσθήκη οργανικής ουσίας

Η μέθοδος PERLKA (ασβεστούχος κυαναμίδη) προτείνει και τον εμπλουτισμό του εδάφους με 200-500 κιλά καλά χωνεμένης κοπριάς (πουλερικών, αιγοπροβάτων ή άχρων, ροκανίδια κ.λ.π.). Με την προσθήκη αυτής της οργανικής ουσίας επιτυγχάνεται ταυτόχρονα με την απολύμανση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, καθώς είναι γνωστό και αποδεδειγμένο ότι η προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος:

- Συντελεί στη δημιουργία και διατήρηση της δομής του εδάφους.
- Αυξάνει τον αερισμό του εδάφους σαν αποτέλεσμα της βελτίωσης της δομής (δηλαδή βελτιώνεται το πορώδες και η κατανομή πόρων από άποψη μεγέθους).
- Μειώνει την πλαστικότητα και συνεκτικότητα του εδάφους.
- Επηρεάζει τις θερμικές ιδιότητες του εδάφους. Έτσι δημιουργεί συνθήκες γρήγορης θέρμανσης που σε συνδυασμό με την αυξημένη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας εξασφαλίζουν αύξηση της εδαφικής θερμοκρασίας.
- Αυξάνει την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους.

- Συμβάλλει στη βελτίωση της γονιμότητας με τα θρεπτικά στοιχεία που παρέχει κατά τη διάσπασή της.
- Ευνοείται η ύπαρξη μικροοργανισμών στο έδαφος, οι οποίοι επηρεάζουν ποικιλοτρόπως τις ιδιότητες του εδάφους.
- Αυξάνει την υδατοικανότητα του εδάφους .

Από τα παραπάνω αλλά και από πολλά ακόμη φαίνεται πόσο τεράστιας και ζωτικής σημασίας είναι ένα έδαφος θερμοκήπιου να εφοδιάζεται επαρκώς με οργανική ουσία.

Ένα έδαφος θερμοκήπιου θεωρείται επαρκώς εφοδιασμένο όταν περιέχει τουλάχιστον 6-8% οργανική ουσία.

Η μέθοδος PERLKA (ασβεστούχος κυαναμίδη) με το συνεχή και διαχρονικό εφοδιασμό-εμπλουτισμό του εδάφους με 200-500 κιλά καλά χωνεμένης κοπριάς, εξασφαλίζει τη μέγιστη παραγωγικότητα και τη διατήρηση, αλλά και την αύξηση της γονιμότητάς των εδαφών.

Περιγραφή εφαρμογής της ασβεστούχου κυαναμίδης (PERLKA)

Τα βήματα εφαρμογής της μεθόδου είναι τα ακόλουθα:

- Εκρίζωση της προηγούμενης καλλιέργειας και απομάκρυνση των υπολειμμάτων της
- Φρεζάρισμα του εδάφους
- Ομοιόμορφος διασκορπισμός 100-150 kgr PERLKA και 500 kgr απολυμασμένης χωνεμένης κοπριάς ή οποιασδήποτε άλλης οργανικής ουσίας (άχυρα, ροκανίδια κ.λ.π.) ανά στρέμμα. Η ποσότητα της οργανικής ουσίας δεν υπόκειται σε περιορισμό, μπορεί να φτάσει και τα 1000 kgr/στρ.
- Ενσωμάτωσή τους στο έδαφος, σε βάθος 15-20 cm.
- Πότισμα με υδρονέφωση (εφόσον υπάρχει) ή τεχνητή βροχή και άπλωμα του δικτύου στάγδην άρδευσης στο έδαφος.
- Κάλυψη με πλαστικό φύλλο, από διαφανές πολυαιθυλένιο. Η κάλυψη πρέπει να γίνεται με επιμέλεια, ώστε το πλαστικό φύλλο να εφάπτεται με την επιφάνεια του εδάφους. Επίσης, να γίνεται καλό παράχωμα στις άκρες του πλαστικού.
- Αφού καλυφθεί το έδαφος με το 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 20 cm. πρέπει να

παραμένει καλυμμένο και με εμφανή υγρασία. Το πόσο και πόσες φορές θα ποτιστεί, εξαρτάται από τη σύσταση του (αμμώδες-αργιλλώδες).

- Άνοιγμα του θερμοκηπίου, ξεσκεπάσμα του εδάφους, ψεκασμός όλης της επιφάνειας με BIOTRON PLUS στη δόση 0,5-1 lt/στρ. και ενσωμάτωσή του.
- Φύτευση της καλλιέργειας. Εφόσον στο θερμοκήπιο υπάρχει ιστορικό προσβολών από νηματώδες, συνίσταται χρήση νηματοδοκτών συσκευασμάτων.

2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ

2.1 Ηλιοαπολύμανση του εδάφους

Όταν ήταν ακόμη γνωστή η φύση των παθογόνων και οι γνώσεις γύρω από τη θερμότητα ελάχιστες, οι αρχαίοι Ινδοί εξέθεταν τα φυτικά υπολείμματα στην ηλιακή ακτινοβολία. Ο Groshevoy χρησιμοποίησε πρώτος τον όρο «ηλιακή ενέργεια» για την απολύμανση του εδάφους. Διαπίστωσε ότι εκθέτοντας το έδαφος στην ηλιακή ακτινοβολία τούτο θερμαίνεται με αποτέλεσμα την καταπολέμηση του μύκητα *Thielaviopsis basicola* (παθογόνο αίτιο της μαύρης σήψης του ριζικού συστήματος του καπνού). Κατά την εφαρμογή της μεθόδου της ηλιοαπολυμάνσεως, το έδαφος καλύπτεται με διαφανές φύλλο πλαστικού επί ένα τουλάχιστον μήνα κατά την περίοδο των υψηλών θερμοκρασιών. Κατ' αυτό τον τρόπο, η ηλιακή θερμότητα εγκλωβίζεται με τη μορφή υγρής θερμότητας, η οποία συμβάλλει ουσιαστικά στην καταπολέμηση εδαφογενών φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών. Η απολύμανση αυτή, που όπως θα εκθέσουμε αργότερα είναι μια μορφή παστεριώσεως, έχει την ικανότητα να αντιμετωπίσει ευρέως φάσματος παθογόνους μικροοργανισμούς, με διαφορετικό όμως κατά περίπτωση ποσοστό επιτυχίας.

Βασικός σκοπός της ηλιοαπολυμάνσεως είναι η άνοδος της θερμοκρασίας του εδάφους σε επίπεδα θερμοκρασίας 36-50 °C, στο βάθος των 10-30 cm, όπου και απαντούν τα περισσότερα μολύσματα των παθογόνων μικροοργανισμών του εδάφους.

Παρόλο που η βασική δράση της ηλιοαπολυμάνσεως είναι η θερμική, το εντυπωσιακό αποτέλεσμά της οφείλεται στις συνθήκες που δημιουργούνται στο έδαφος και οι οποίες ευνοούν αυξημένη βιολογική δραστηριότητα.

Η ηλιοαπολύμανση ως μέθοδο απολυμάνσεως του εδάφους

Κύριος σκοπός της απολυμάνσεως του εδάφους είναι η αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων συνήθως πριν την εγκατάσταση της φυτείας. Παρά ταύτα, η καταστροφή επιβλαβών παραγόντων, οι οποίοι συσσωρεύονται στο έδαφος κατά τη διάρκεια συνεχούς καλλιέργειας, είναι ένας ακόμη σκοπός ο οποίος θα μπορούσε ταυτόχρονα να επιτευχθεί.

Η ηλιοαπολύμανση αποτελεί εναλλακτική μέθοδο απολυμάνσεως του εδάφους, η οποία βασίζεται στον εγκλωβισμό της ηλιακής θερμότητας με τη χρήση διάφανων ή έγχρωμων (πράσινα ή μαύρα) φύλλων πολυαιθυλενίου. Σκοπός της μεθόδου είναι η

καταστροφή, η μείωση του αριθμού των μολυσμάτων ως και η εξασθένηση των διαχειμαζουσών μορφών-κατασκευών των φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών, που επιβιώνουν στο έδαφος ή στα φυτικά υπολείμματα κ.λ.π. Επισημαίνεται ότι η επιτυχής εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης δεν απαιτεί πολύ υψηλές θερμοκρασίες όπως συμβαίνει με άλλες μεθόδους, ενώ η διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας από την πηγή στο χώρο της θερμάνσεως είναι άμεση. Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι οι ανεπιθύμητες επιδράσεις που παρατηρούνται με τη θέρμανση με τον ατμό, όπως η αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε μαγγάνιο ως και ο κίνδυνος απολύμανσης του εδάφους λόγω δημιουργίας βιολογικού κενού, δεν έχουν μέχρι σήμερα αναφερθεί για την περίπτωση της ηλιοαπολυμάνσεως. Δεν πρέπει όμως να αποκλείεται η πιθανότητα διαταραχών στη βιολογική ισορροπία του οικοσυστήματος των φυτών με την εφαρμογή της ηλιοαπολυμάνσεως, διότι η μέθοδος μπορεί να καταλήξει σε επιδράσεις που ακόμη δεν έχουν διαπιστωθεί διερευνηθεί.

Πλαστικά φύλλα ως μέσο εφαρμογής της μεθόδου

Ως προς το είδος του πολυαιθυλενίου (PE) που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της μεθόδου, το διαφανές πολυαιθυλένιο είναι εκείνο που έχει επικρατήσει. Είναι γνωστόν ότι το πολυαιθυλένιο είναι ένα από τα κύρια πλαστικά, που χρησιμοποιούνται στη γεωργία και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά εμπορικά το 1939. Υπάρχουν επίσης και άλλα είδη πλαστικών όπως το χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), τα πολυστειρένια, τα πολυπροπυλένια και το ακετυβινυλαιθυλένιο (EVA). Το χαμηλό κόστος, η εξαιρετική χημική του σταθερότητα, η έλλειψη οσμής και τοξικότητας, η χαμηλή υδατοπερατότητα και η υψηλή διαπερατότητα στην ακτινοβολία είναι ορισμένα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, στα οποία οφείλει την εκτεταμένη διάδοση και χρήση του. Έχει επιπροσθέτως την ικανότητα να περιορίζει την αντανάκλαση της θερμότητας και την απώλεια του νερού από το έδαφος λόγω εξατμίσεως στην ατμόσφαιρα. Ως αποτέλεσμα του σχηματισμού υδρατμών στο εσωτερικό του πλαστικού είναι η μείωση της διαφυγής της υψηλού μήκους κύματος ακτινοβολίας προς τα έξω και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται καλύτερη θέρμανση του εδάφους. Η πλειονότητα των πλαστικών φύλλων προέρχεται από συνθετικά μακρομοριακά υλικά που βασίζονται σε πολυμερή με προσθήκη άλλων πρόσθετων χημικών ουσιών. Η προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία είναι πολύ δυσχερής αλλά και απαραίτητη για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου στον αγρό. Κατά την τελευταία δεκαετία χρησιμοποιείται ένας νέος σταθεροποιητής κατά της υπεριώδους ακτινοβολίας γνωστός ως αμινικός παρεμποδιστής που

ενσωματώνεται στο πολυαιθυλένιο σε ποσοστό 1-2%. Ένα από τα φυσικά χαρακτηριστικά των διαφανών υλικών είναι η υψηλή "μετάδοση" της ηλιακής και της γήινης, θερμικής ακτινοβολίας. Τόσο το γυαλί όσο και το πλαστικό έχουν την ίδια διαπερατότητα στο θερμικό, μικρό μήκος της υπέρυθρης (IR) ακτινοβολίας μεταξύ 780-2500 nm. Το ιδεώδες πλαστικό υλικό θα πρέπει να είναι διαπερατό στην ηλιακή ακτινοβολία (280-2500 nm), αλλά πλήρως αδιαφανές στη γήινη, θερμική ακτινοβολία (5000-35000 nm). Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα η αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους κατά τη διάρκεια της καλύψεως στη χώρα μας είναι περίπου 10-12 °C υψηλότερη σε σύγκριση με τη θερμοκρασία του ακάλυπτου εδάφους-μάρτυρα. Ανάλογες είναι οι διαφοροποιήσεις στο ύψος της θερμοκρασίας που έχουν αναφερθεί και από άλλους ερευνητές. Η παραλλαγή της καλύψεως του εδάφους σε κλειστό θερμοκήπιο, έχει εφαρμοστεί επιτυχώς στην Ιταλία, αλλά υιοθετείται και σε άλλες χώρες του κόσμου όπως και στη χώρα μας.

Βασικές αρχές της ηλιοαπολυμάνσεως

Η ηλιοαπολύμανση είναι πλέον μία πρακτικά εφαρμοζόμενη μέθοδος στη Φυτοπροστασία για την αντιμετώπιση παθογόνων μυκήτων, βακτηρίων όπως και για καταπολέμηση ζιζανίων και νηματωδών.

Οι φυσικές, χημικές, βιολογικές και τεχνολογικές αρχές της ηλιοαπολυμάνσεως μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

1. Με την ηλιοαπολύμανση το έδαφος θερμαίνεται κατά επαναλαμβανόμενους ημερησίους κύκλους. Οι ανώτερες τιμές θερμοκρασίας του εδάφους μειώνονται αυξανόμενου του βάθους. Γενικώς, οι υψηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται κατά τη διάρκεια των απογευματινών ωρών της ημέρας και διατηρούνται για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα απ' ότι οι υψηλές θερμοκρασίες στο ακάλυπτο έδαφος-μάρτυρα.
2. Η επιμελημένη προετοιμασία του εδάφους είναι απαραίτητη για την απόκτηση κατά το δυνατόν επίπεδης επιφάνειας προ της εφαρμογής πολυαιθυλενίου για την καλύτερη επαφή του με το έδαφος. Μετά από την απομάκρυνση του πλαστικού φύλλου, το έδαφος θα πρέπει να διαταραχθεί όσο το δυνατόν λιγότερο, προς αποφυγή επαναμολύνσεων από γειτονικές, μη απολυμανθείσες περιοχές.
3. Πέραν του εμπειρικού καθορισμού της περιόδου καλύψεως κατά το θέρος, η καλύτερη περίοδος για την κάλυψη του εδάφους, όταν δεν επικρατούν ιδιαίτερα ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, μπορεί να υπολογιστεί πειραματικά σε

συνδυασμό με πειραματικά δεδομένα προηγούμενων ετών καθώς και πρότυπα προβλέψεως, συνδεδεμένα με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, που διευκολύνουν αυτό το σκοπό.

4. Η υπερεπάρκεια εδαφικής υγρασίας είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολύμανσης για την αύξηση της θερμικής ευαισθησίας των φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών. Η εδαφική υγρασία βοηθά την επαγωγή της θερμότητας στο έδαφος και αυξάνει τη βιολογική δράση της κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολυμάνσεως. Το έδαφος μπορεί να υγρανθεί με μια πλήρη άρδευση (εφαρμογή ποσότητας 30-40 L/m²) 1-2 ημέρες πριν από την κάλυψη με το πλαστικό.
5. Το έδαφος καλύπτεται με λεπτό φύλλο διαφανούς πολυαιθυλενίου ή άλλο πλαστικό υλικό. Η κάλυψη πρέπει να είναι ερμητική με τη διάνοιξη περιμετρικού αυλακιού μέσα στο οποίο τοποθετείται το πλαστικό φύλλο και σταθεροποιείται περιφερειακά με την επίχωση χώματος. Η επίδραση της καλύψεως στη διατήρηση της εδαφικής θερμοκρασίας καθορίζεται από το ισοζύγιο ενεργείας του εδάφους. Η εξίσωση του ισοζυγίου της ενεργείας περιλαμβάνει όρους που περιγράφουν ανταλλαγές ενεργείας στο έδαφος και μεταξύ εδάφους, καλύψεως και του περιβάλλοντος αέρα. Αδιαπέραστα πλαστικά φύλλα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν γι' αυτό το σκοπό, δίνοντας καλύτερα συνήθως αποτελέσματα αλλά και δυνατότητες συνδυασμού με άλλες μεθόδους απολυμάνσεως του εδάφους. Η κάλυψη γίνεται με τα χέρια ή με τη χρήση κατάλληλων μηχανών, όπως αυτών οι οποίες επιτυγχάνουν συνεχή κάλυψη, με πλευρική ενσωμάτωση του πλαστικού στο έδαφος και παράλληλη συγκόλληση των εφαπτόμενων στα άκρα πλαστικών φύλλων. Πλέον συνήθης είναι η χρήση διαφανούς πολυαιθυλενίου πάχους 25-30 μm, που συνδυάζει το χαμηλό κόστος με καλύτερη περατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Επειδή όμως είναι ευαίσθητο σε μηχανικές ζημιές, συνιστάται η χρήση παχύτερου φύλλου 50-100 μm όπως και η ενσωμάτωση 1-2% σταθεροποιητού κατά των υπεριωδών ακτινών. Η διάρκεια καλύψεως είναι 4-6 εβδομάδες για να επιτευχθεί ικανοποιητική απολύμανση και στα βαθύτερα ακόμη στρώματα του εδάφους. Η παράταση της διάρκειας ηλιοαπολυμάνσεως συμβάλλει στην αντιμετώπιση των ευαίσθητων παθογόνων σε μεγαλύτερα βάθη του εδάφους,

ή στην αντιμετώπιση παθογόνων, τα οποία είναι λιγότερο ευαίσθητα στην αναπτυσσόμενη θερμότητα.

6. Η μακροχρόνια δράση της μεθόδου στην αντιμετώπιση των παθογόνων και στην αύξηση της παραγωγής αποτελεί μια άλλη χαρακτηριστική ιδιότητα της ηλιοαπολύμανσης. Η αποτελεσματική καταπολέμηση πολλών φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών επεκτείνεται στη δεύτερη ή ακόμη και στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο που θα ακολουθήσει την ηλιοαπολύμανση. Πέραν της αντιμετώπισης των ασθενειών μετά από την εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης, παρατηρείται συχνά αυξημένος ρυθμός ανάπτυξης των φυτών σε σύγκριση με τα μη ηλιοαπολυμανθέντα εδάφη. Τούτο μπορεί να αποδοθεί στην απελευθέρωση ιόντων ή ριζών θρεπτικών συστατικών ως και προϊόντων αποσυνθέσεως ύλης στο έδαφος.
7. Τέλος, η ηλιοαπολύμανση προκαλεί χημικές, φυσικές και βιολογικές αλλαγές στο έδαφος οι οποίες επηρεάζουν θετικώς την ανάπτυξη του φυτού.

Φάσμα δράσεως της μεθόδου

Η κύρια χρήση της ηλιοαπολυμάνσεως αφορά στην καταπολέμηση εδαφογενών παθογόνων. Ο αριθμός των επιβλαβών μικροοργανισμών του εδάφους που καταπολεμούνται με την ηλιοαπολύμανση είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Συγκεκριμένα αναφέρονται μύκητες που δεν αντιμετωπίζονται με την εφαρμογή της μεθόδου όπως ο μύκητας *Macrophomina phaseolina*, άλλοι που καταπολεμούνται δυσχερώς, όπως ο *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* και τέλος πολλοί που καταπολεμούνται ευχερώς. Διάφορες ερευνητικές εργασίες έχουν σαφώς καταδείξει ότι η ηλιοαπολύμανση μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί και σε ήδη εγκαταστημένες φυτείες (δενδρώδεις και πολυετείς καλλιέργειες) για την αντιμετώπιση σημαντικών εδαφογενών παθογόνων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της εφαρμογής της ηλιοαπολυμάνσεως σε ήδη εγκατεστημένες φυτείες φιστικής σοβαρά προσβεβλημένες απ το μύκητα *Verticillium dahliae* στην Καλιφόρνια. Επισημαίνεται ότι η εφαρμογή της μεθόδου υπό μορφή συνεχούς καλύψεως του εδάφους δεν προκάλεσε ανεπιθύμητες επιδράσεις στο ριζικό σύστημα των δένδρων. Θεωρείται ότι η υγρή θερμότητα που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολυμάνσεως πιθανόν να συμβάλει στη μείωση των πληθυσμών του μύκητα *V. dahliae* σε εδαφικά βάθη όπου οι θερμοκρασίες δεν προσεγγίζουν ποτέ θανατηφόρα επίπεδα. Παρά ταύτα όμως υπάρχουν ελάχιστα δεδομένα για να υποστηρίξουν αυτή την άποψη. Επιπροσθέτως, δεδομένα έδειξαν ότι ατομική εφαρμογή της ηλιοαπολυμάνσεως σε

εγκατεστημένους ελαιώνες συμβάλει στον περιορισμό ή στην παρεμπόδιση εκδήλωσης νέων συμπτωμάτων σε δένδρα προσβεβλημένα από τη βερτισιλλίωση επί μια τριετία. Έχει επίσης αναφερθεί, ότι η εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης σε ήδη εγκατεστημένες φυτείες ήταν αποτελεσματική στην αντιμετώπιση του μύκητα *Rosellinia necatrix* σε μηλεώνες.

Με την εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης αντιμετωπίζονται πέραν των παθογόνων, και προσβολές από νηματώδεις, καθώς και πολλά ζιζάνια. Τα φυτοπαθογόνα, οι νηματώδεις και τα ζιζάνια που αντιμετωπίζονται με την εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα .

Πίνακας 3. Φάσμα δράσεως της ηλιοαπολύμανσης

A. παθογόνα και ζιζάνια που αντιμετωπίζονται με τη ηλιοαπολύμανση

Μύκητες

Phytophthora cinnamoni
Plasmodiophora brassicae
Pythium ultimum, *Pythium spp*
Pyrenochaeta lycopersici, *P. terrestris*
Didymella lycopersici
Verticillium albo-atrum
Verticillium dahliae
Fusarium oxysporum f.sp. *vasinfectum*
Fusarium oxysporum f.sp. *fragariae*
Fusarium oxysporum f.sp. *lycoersici*
Fusarium ox. f.sp. *conglutinans* race-5
Thielaviopsis basicola
Sclerotium oryzae
Sclerotinia cepivorum
Rhizoctonia solani

Sclerotonia minor
Biporalissorokina

Βακτήρια

Agrobacterium tumefaciens

Ζιζάνια

Poa annua
Echinochloa crus-galli
Oxalis pes-caprae
Cynodon dactylon
Solanum nigrum
Malva pavyiflora
Stellaria media
Xanthium pensylvanicum
Senecio vulgaris
Portulaca oleracea
Amsinckia douglasiana
Solanum sarachoides
Lamium amplexicaule
Trianthemaportulacastrum
Datura stramonium

Sorghum halepense
Chenopodium album

Montia perfoliata

Streptomyces scabies

Ipomoea spp.

Νηματώδεις

Cricodemella xenoplax

Amaranthus spp.

Ditylenchus dipsaci

Lactuca serriola

Globodera rostochiensis

Sida spinosa

Helicotylenchus disonicus

Calandrina ciliata

Heterodera schachtii

Amaranthus retroflexus

Meloidogyne halpa

Anagallis sp.

Meloidogyne incognita

Anoda cristata

Paratrichodorus porosus

Abutilon theophrasti

Paratrichodorus hamatus

Oxalis stricta

Paratylenchus hamatus

Paratylenchus penetrans

Paratylenchus thome

Paratylenchus vulnus

Tylenchulus semipenetrans

Xiphinema spp.

Β Παθογόνα και ζιζάνια μερικώς ή μη αντιμετωπιζόμενα με την ηλιοαπολύμανση

Μύκητες

Ζιζάνια

Fusarium oxysporum f.sp. opini

Malva niceansis

Macrophomina phaseolina

Convolvulus arvensis

Plasmodiophora brassicae

Conyza canadensis

Νηματώδεις

Meloidogyne incognita φυλή 37

Cyperus rotundus

Paratylenchus neoamblycephalus

Melilotus alba

Cyperus esculentum

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιοαπολύμανσης έναντι της χημικής απολυμάνσεως και της απολυμάνσεως εδάφους με ατμό

Η ηλιοαπολύμανση του εδάφους πλεονεκτεί έναντι των άλλων μεθόδων στα ακόλουθα σημεία:

1. Έχει χαμηλότερο κόστος συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους.
2. Είναι μέθοδος φιλική στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στον άνθρωπο, γιατί δεν αφήνει τοξικά υπολείμματα στο έδαφος, το νερό ή στα φυτικά προϊόντα.

3. Εξασφαλίζει τη βιολογική ισορροπία, σε αντιδιαστολή με το βρωμιούχο μεθύλιο ή άλλα χημικά απολυμαντικά τα οποία δημιουργούν βιολογικό κενό. Έτσι αποφεύγονται οι κίνδυνοι εκτεταμένης επαναμολύνσεως.
4. Εξασφαλίζει την επιβίωση θερμοφίλων και θερμοανθεκτικών ανταγωνιστών με αποτέλεσμα τη μακροχρόνια ευεργετική επίδρασή της στις καλλιέργειες οι οποίες εγκαθίστανται στα ηλιοαπολυμανθέντα εδάφη.
5. Αποκλείει φυτοτοξικά φαινόμενα από απελευθέρωση ανόργανων στοιχείων, όπως Mn^{++} , των οποίων τα επίπεδα συχνά αυξάνουν στο έδαφος μετά από απολύμανση με ατμό.
6. Εφαρμόζεται εύκολα από τους καλλιεργητές, τόσο σε μικρές όσο και σε μεγάλες εκτάσεις.
7. Τέλος, η ηλιοαπολύμανση μπορεί να θεωρηθεί ως μια «ολοκληρωμένη μέθοδος» αντιμετώπισης παθογόνων καθ' ότι συνδυάζει φυσικοχημικούς και βιολογικούς μηχανισμούς.

Όσον αφορά στις δυνατότητες αξιοποιήσεως σε ήδη εγκατεστημένες φυτείες, η μέθοδος αποτελεί μέχρι στιγμής τη μόνη δυνατότητα αντιμετώπισεως των αδρομυκώσεων στην ελιά, φιστικιά και σε άλλους πολυετείς ξενιστές του μύκητα *Verticillium dahliae*.

Η ηλιοαπολύμανση είναι ανεπαρκής έναντι άλλων μεθόδων για τους ακόλουθους λόγους:

1. Εφαρμόζεται μόνο σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια και με θερμοκρασία περιβάλλοντος τουλάχιστο 25-30 °C.
2. Εφαρμόζεται μόνον τους μήνες Ιούνιο μέχρι Σεπτέμβριο για το βόρειο ημισφαίριο.
3. Απαιτεί έδαφος ελεύθερο από καλλιέργειες για μεγάλο χρονικό διάστημα (τουλάχιστον ένα μήνα), παρεμποδίζοντας τη γρήγορη εναλλαγή των καλλιεργειών.
4. Δεν είναι αποτελεσματική εναντίων όλων των παθογόνων εδαφους για τα οποία έχει δοκιμαστεί, όπως οι φυτοπαθογόνοι μύκητες *Macrophomina phaseolina*, *Monosporascus eutyroides* και *Synchytrium lagenariae*.
5. Ενδεχόμενοι, μελλοντικοί κίνδυνοι μπορεί να περιλαμβάνουν εμφάνιση φυλών των παθογόνων ανθεκτικών στις υψηλές θερμοκρασίες, που θα μπορούσε να συμβεί υποθετικά μετά από παρατεταμένες ή αλλεπάλληλες εφαρμογές. Μια ανάλογη όμως επίδραση δεν έχει προς το παρόν αναφερθεί.

Εφαρμογή της ηλιοαπολυμάνσεως στην Ελλάδα

Η ηλιοαπολύμανση άρχισε να εφαρμόζεται δοκιμαστικά στη χώρα μας το καλοκαίρι του 1977 στην Πρέβεζα, σε θερμοκήπια τομάτας για την αντιμετώπιση των αδρομυκώσεων που οφείλονται στους μύκητες *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Οι ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες κατά τη θερινή περίοδο φαίνονται ιδιαίτερα ευνοϊκές για την εφαρμογή της μεθόδου. Η καλλιέργεια κηπευτικών σε πλαστικά θερμοκήπια είναι ένας σημαντικός γεωργικός τομέας στην Ελλάδα, αλλά με πολλά προβλήματα λόγω προσβολών από εδαφογενή παθογόνα. Η ηλιοαπολύμανση δημιούργησε νέα πεδία φυτοπαθολογικής έρευνας και έδωσε νέες προσεγγίσεις στην επίλυση δύσκολων φυτοπαθολογικών προβλημάτων. Επιπροσθέτως, πειραματικές εφαρμογές της μεθόδου που αφορούσαν στην αποτελεσματικότητά της ως προς την αντιμετώπιση εδαφογενών ασθeneιών πολυετών και δενδρωδών καλλιεργειών (κυρίως της βερτισιλλιώσεως σε ελαιόδενδρα) μετά την εγκατάστασή τους, διεύρυναν τις δυνατότητες χρήσεως της ηλιοαπολυμάνσεως.

Πειράματα αγρού ή εμπορικές εφαρμογές έλαβαν χώρα σε 12 περιοχές της χώρας μας μεταξύ των οποίων Κρήτη, Ήπειρο, Θεσσαλία κ.α. για την αντιμετώπιση σοβαρών εδαφογενών παθογόνων. Οι τρόποι εφαρμογής που δοκιμάστηκαν είναι τρεις: ολική κάλυψη, κάλυψη κατά λωρίδες, καθώς και ατομική γύρω από τα ελαιόδενδρα με διαφανές πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου πάχους 50-100μm, με ή χωρίς σταθεροποιητή υπεριωδών ακτίνων. Η διάρκεια εφαρμογής κυμάνθηκε από 4-8 εβδομάδες αναλόγως της διαθεσιμότητας του ελαιώνα. Οι θερμοκρασίες εδάφους στα ηλιοαπολυμαθέντα εδάφη ήταν 10-12 °C υψηλότερες αυτών που σημειώθηκαν σε ακάλυπτα εδάφη-μάρτυρες και έφτασαν σε ορισμένες περιπτώσεις και 57 °C, σε βάθος 10 cm.

Αξιολόγηση της μεθόδου σε θερμοκήπια έδειξε ότι ο μύκητας *Pyrenocheta lycopersici* αντιμετώπιστηκε επιτυχώς με την εφαρμογή της ηλιοαπολυμάνσεως μόνης ή σε συνδυασμό ακόμη και με μειωμένες δόσεις βρωμιούχου μεθυλίου. Δεδομένα στην περιοχή της Πρέβεζας έδειξαν ότι η εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης σε θερμοκήπια που παρέμειναν κλειστά καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής ήταν εξ' ίσου αποτελεσματική με την εφαρμογή βρωμιούχου μεθυλίου (δόση 70 g / m²) για την αντιμετώπιση της φελλώδους σηψιρριζίας της τομάτας. Παράλληλα, μελετήθηκε η δυνατότητα αντιμετώπισης του μύκητα *V. dahliae* σε καλλιέργειες βαμβακιού στο νομό Φθιώτιδος, όπου παρατηρήθηκε 30-35% αύξηση των αποδόσεων σε ηλιοαπολυμαθέντα εδάφη σε σύγκριση με τον ακάλυπτο μάρτυρα. Σε πειράματα στην

περιοχή Ιρίων της Αργολίδος μία εφαρμογή της ηλιοαπολυμάνσεως μόνης ή σε συνδυασμό με μειωμένες δόσεις βρωμιούχου μεθυλίου (34 g/m^2) αποδείχθηκε αποτελεσματική στην αντιμετώπιση της βερτισιλλιώσεως της αγκινάρας για τρεις καλλιεργητικές περιόδους. Απεδείχθη επίσης η μακροχρόνια δράση της ηλιοαπολυμάνσεως, διότι και οι δυο επεμβάσεις μείωσαν κατά πολύ τους πληθυσμούς των μικροσκοκληρωτίων του μύκητα *Verticillium dahliae*, σε μη ανιχνεύσιμα επίπεδα. Παρά ταύτα, απλή εφαρμογή της ηλιοαπολυμάνσεως διατήρησε τους πληθυσμούς του παθογόνου σε επίπεδα σχεδόν μη ανιχνεύσιμα κατά τη διάρκεια τριών ετών του πειραματισμού, ενώ ο συνδυασμός εφαρμογής της ηλιοαπολυμάνσεως με τη χημική απολύμανση ήταν αποτελεσματικός εναντίον του μύκητα για δύο μόνο καλλιεργητικές περιόδους.

Οι αδρομυκώσεις της πεπονιάς είναι πολύ συχνές και καταστρεπτικές ασθένειες οπουδήποτε καλλιεργείται πεπονιά στην Ελλάδα. Η εφαρμογή της ηλιοαπολυμάνσεως στην περιοχή των Τρικάλων, κατά το καλοκαίρι του 1987, έδειξε ότι και τα δυο παθογόνα των αδρομυκώσεων (*Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*) αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς.

Ακόμη, στην Ελλάδα αξιολογήθηκε η εφαρμογή απλής ηλιοαπολύμανσης στον αγρό ή σε συνδυασμό με άλλους βιολογικούς ή χημικούς παράγοντες υπό τοπικές συνθήκες, για την αντιμετώπιση της φουζαριώσεως στη γαριφαλιά, που προκαλείται από το μύκητα *F. oxysporum* f.sp. *dianthi*.

Σε ελαιώνες της περιοχής Σκάρφειας Φθιώτιδος έγιναν ατομικές εφαρμογές ηλιοαπολύμανσης σε ήδη εγκατεστημένα ελαιόδενδρα με έντονα συμπτώματα βερτισιλλιώσεως, με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Η εργασία αυτή απετέλεσε την απαρχή έρευνας που συνεχίστηκε σε ελαιώνες των περιοχών στον Πτελεού Μαγνησίας, Αγχιάλου Μαγνησίας και Λιβανατών Φθιώτιδος.

Ακόμη, έχει αναφερθεί η συμβολή θερμοανθεκτικών ανταγωνιστών του μύκητα *V. dahliae* στη μακροχρόνια δράση της ηλιοαπολυμάνσεως. Οι μύκητες αυτοί, όπως οι *Talaromyces flavus* και *Aspergillus terreus*, αυξάνονται και παραμένουν σε υψηλά επίπεδα σε θέσεις όπου έχει εφαρμοστεί ατομική (ανά δένδρο) ηλιοαπολύμανση, σε σύγκριση με θέσεις στις οποίες δεν έχει εφαρμοστεί η μέθοδος.

Η ερμηνεία του φαινομένου της μακροχρόνιας δράσεως της ηλιοαπολύμανσης επιχειρήθηκε σε πειράματα στα Ίρια Αργολίδος σε φυτείες αγκινάρας που προσβάλλονται από το μύκητα *V. dahliae*, από τα δεδομένα των οποίων αποδεικνύεται η μακροχρόνια δράση της μεθόδου.

αποσυνθέτουν την οργανική ουσία, ο σχηματισμός τοξικών συγκεντρώσεων μαγνησίου, η αύξηση των διαλυτών αλάτων κ.α.

Από τα προηγούμενα γίνεται φανερό πως πηγή ξηρής θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε συστήματα που επιτρέπουν την κίνηση-κυκλοφορία της μάζας του χώματος, που απολυμαίνεται πάνω από μία πηγή, έτσι που να διευκολύνεται η ομοιόμορφη και προοδευτική θέρμανση της συνολικής ποσότητας του χώματος.

Τέλος η χρησιμοποίηση, ξηρής θερμότητας έχει το μεγάλο μειονέκτημα, πως αποδίδει σημαντικά μικρότερη, κατά μονάδα, ποσότητα θερμότητας από ό,τι αποδίδει η αντίστοιχη μονάδα ατμού. Πραγματικά έχει βρεθεί πως ένα κιλό νερού, που ψύχεται από τους 100 °C στους 21 °C αποδίδει 78.9 kcal περίπου ενώ από την ίδια ψύξη ενός κιλού ατμού αποδίδονται περίπου 617.778 kcal. Αυτό σημαίνει, πως σε έδαφος με θερμοκρασία 21°C πρέπει να προστεθεί 7.8 φορές περισσότερη υγρασία με τη μορφή θερμού νερού, σε σύγκριση με τον ατμό, για να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα.

Γενικότερα χαρακτηριστικά του ατμού στην απολύμανση του εδάφους

Το νερό είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό μέσο για τη μεταφορά της θερμότητας. Από την κατάσταση του πάγου μετατρέπεται σε νερό στους 0°C αποδίδοντας 80 cal/gr. Πάνω από το σημείο αυτό αποθηκεύει θερμότητα σε αναλογία περίπου 1.000 cal/gr νερού, για αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C, μέχρι το σημείο βρασμού, δηλαδή μέχρι τους 100 °C. Έτσι το νερό που βράζει περιέχει και μπορεί να αποδώσει, περίπου 100 kcal/kg νερού ($100\text{ }^{\circ}\text{C} \times 1000\text{ cal} = 100\text{kcal}$).

Στο σημείο βρασμού, το νερό μετατρέπεται σε ατμό και για την αλλαγή αυτή χρειάζονται 533,8 kcal/kg νερού (λανθάνουσα ενθάλπια), χωρίς την αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό σημαίνει πως κάθε κιλό ατμού μεταφέρει τη θερμότητά του δηλαδή 533,8 kcal και πλέον αυτής 100 kcal (αισθητή ενθάλπια), που ανήκουν στο νερό που βράζει. Με άλλα λόγια, ο ατμός μεταφέρει περίπου 6,4 φορές περισσότερη θερμότητα, από εκείνη του νερού σε κατάσταση βρασμού. Γίνεται έτσι φανερό, πως χρειάζεται 6,4 φορές περισσότερο νερό σε κατάσταση βρασμού, από ότι ατμός για την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους από 1°C στους 100°C. Αυτό ισχύει στην περίπτωση θερμοκρασίας ατμού στους 101°C δηλαδή κορεσμένου με υγρασία.

Στον υπέρθερμο ατμό, σε θερμοκρασία για παράδειγμα 180°C έχουμε και απόλυτη πίεση τους 1,6 Kg/cm², αντίστοιχα ενθάλπια του νερού 112,9 Kcal/Kg, ενθάλπια

λανθάνουσα 520,6 Kcal/Kg και ενθαλπία υπέρθερμου ατμού 155,8 Kcal/Kg. Συνολικά ο ατμός στους 180°C Kg/cm² είναι φορέας 685,8 Kcal/Kg νερό.

Με την έναρξη της απολύμανσης με ατμό, το έδαφος θερμαίνεται αρχικά στο σημείο επαφής του με τον ατμό. Εκεί ο ατμός συμπυκνώνεται και δεν προχωρεί περισσότερο εάν δεν αυξηθεί προηγουμένως η θερμοκρασία, στα σημεία αυτά, στους 100°C. Για το λόγο αυτό, είναι ανάγκη να τοποθετούνται θερμομέτρα ακριβείας σε διάφορες αποστάσεις από τις εξόδους του ατμού, ώστε να είναι δυνατή η σωστή παρακολούθηση της θερμοκρασιακής κατάστασης του εδάφους. Μάλιστα για απλοποίηση έχουν παρασκευαστεί ειδικά χάπια, γνωστά με την ονομασία TEMPILS, τα οποία λιώνουν σε διάφορες θερμοκρασίες που αναγράφονται επάνω τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν θερμοκρασίες από 45°C μέχρι 120°C ή και υψηλότερες. Μια σειρά από τέτοια χάπια που λιώνουν στους 75,80,98 και 100°C μπορούν να τοποθετηθεί σε διάφορες θέσεις του εδάφους που απολυμαίνεται και από την τήξη τους να εκτιμάται η θερμοκρασία του εδάφους στα διάφορα σημεία.

Μορφές ατμού

Ο ατμός για την απολύμανση του εδάφους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μία από τις παρακάτω μορφές του:

- Με ελεύθερη ροή χωρίς πίεση
- Με πίεση διαφόρων βαθμών και
- Μετά από προηγούμενη υπερθέρμανση.

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων του ατμού, με τις παραπάνω μορφές του έχει αποδειχθεί πως:

- Κάθε κιλό ατμού με ελεύθερη ροή με σχετική πίεση 0 atm μεταφέρει, σε έδαφος θερμοκρασίας 0 °C ποσότητα θερμότητας ίση με 638,8 kcal. Όμως από τις 638,8 kcal, οι 100 kcal αντιπροσωπεύουν τη θερμότητα του νερού στο σημείο βρασμού και δεν αποδίδονται, όταν στόχος είναι η θερμοκρασία του εδάφους να φτάσει τους 100 °C. Αντίθετα, ένα μέρος από τις 100 kcal μπορεί να αποδοθεί, όταν η επιθυμητή θερμοκρασία του εδάφους τοποθετείται χαμηλότερα από τους 100 °C. Έτσι στην περίπτωση απολύμανσης του εδάφους με ατμό στους 82,2 °C η συνολική διαθέσιμη ποσότητα θερμότητας κάθε κιλού ατμού αυξάνεται στις 556,668 kcal.
- Ο ατμός από απόλυτη πίεση π.χ. 1,05461 kcal/cm² ή 15 PSI (λίβρες κατά τετραγωνική ίντσα), αποδίδει θερμότητα μόλις 3,500 περίπου kcal

μεγαλύτερη από τη θερμότητα ίσης ποσότητας ατμού με σχετική πίεση 0 kg/cm². Άλλωστε, για την εφαρμογή ατμού υπό υψηλή πίεση το κόστος εξοπλισμού επιβαρύνεται δυσανάλογα.

- Τέλος στην περίπτωση υπερθερμασμένου ατμού, επειδή η ειδική θερμότητα του ατμού είναι το ήμισυ της ειδικής θερμότητας του νερού, το τελικό κέρδος για κάθε 100 °C υπερθέρμανσης είναι μόνο 11.800 kcal περίπου. Καθώς και υποβίβαση του ποσοστού υγρασίας σε σχέση με τον όγκο που καταλαμβάνει ο ατμός στο σημείο βρασμού υπάρχει 100% υγρασία, όταν όμως υπερθερμανθεί ο ατμός το ποσοστό υγρασίας φτάνει μέχρι και το 50% με αποτέλεσμα να μη γίνονται υγροποιήσεις κατά τη μεταφορά του ατμού όπως και κατά την εφαρμογή του στο έδαφος.

Από μελέτες που έχουν γίνει και από όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα, σχετικά με τις διάφορες μορφές του ατμού, συμπεραίνεται ότι είναι αμφίβολης χρησιμότητας η εφαρμογή υπερθερμασμένου ατμού ή ατμού με πίεση, μορφές που προϋποθέτουν μεγαλύτερη δαπάνη εξοπλισμού, αντί της σχετικής πίεσης 0 kg/cm² με ελεύθερη ροή ατμού, αφού το τελικό κέρδος σε θερμότητα αντιπροσωπεύει ποσοστό που δεν ξεπερνάει το 1,4-14,1%, εκτός βέβαια αν υπολογιστεί το κέρδος της συντόμευσης του χρόνου κατά την εφαρμογή. Όταν ο ατμός είναι υπέρθερμος και έχει χαμηλό ποσοστό υγρασίας (άρα λιγότερες υγροποιήσεις), πραγματοποιεί καλύτερη θέρμανση του εδάφους και επιτυγχάνει μεγαλύτερη διεισδυτικότητα μέσω του πορώδους του εδάφους.

Απαιτούμενες θερμοκρασίες και διάρκεια της απολύμανσης του εδάφους

Έχει αποδεχθεί πειραματικά ότι με τη θέρμανση του εδάφους στους 82,2 °C για 30 λεπτά, είναι δυνατή η απαλλαγή του απ' όλα σχεδόν τα παθογόνα και παράσιτα των φυτών (μύκητες, βακτήρια, νηματώδεις, έντομα, σπόροι ζιζανίων και ιοί).

Η θέρμανση όμως του εδάφους είναι δύσκολο να ελεγχθεί και να σταματήσει στους 82,2 °C. Μία τέτοια αντιμετώπιση της απολύμανσης είναι δυνατή μόνο με σύστημα όπου προβλέπεται κίνηση της μάζας του χώματος που απολυμαίνεται. Σε όλα τα συστήματα, η τελική θερμοκρασία δεν μπορεί εύκολα να σταματήσει κάτω από τους 100 °C. Έτσι στην πράξη, η απολύμανση του εδάφους γίνεται στους 100 °C για 30 λεπτά. Με τον τρόπο αυτό αντιμετωπίζονται καλύτερα μερικά προβλήματα που δημιουργούνται από τη δυσκολία του ατμού να περάσει από συσσωματώματα εδάφους, θύλακες οργανικής ουσίας ή υπολείμματα φυτών της καλλιέργειας.

Ειδικότερα η εφαρμογή των 100 °C στην απολύμανση του εδάφους υπαγορεύεται από τους παρακάτω λόγους:

- Συχνά είναι η μόνη δυνατή τελική θερμοκρασία που μπορεί να επιτευχθεί.
- Μπορεί εύκολα να ρυθμιστεί. Πραγματικά με ατμό χωρίς πίεση ή υπερθέρμανση, η θερμοκρασία του εδάφους δύσκολα ξεπερνάει τους 100 °C.
- Το κόστος για την αύξηση της απόλυτα απαραίτητης για την καταστροφή των παθογόνων θερμοκρασίας (82,2°C) μέχρι τους 100 °C είναι ασήμαντο.
- Τέλος, είναι δυνατό με ανάμειξη του ατμού με αέρα σε ελεγχόμενη κατάσταση, να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα όταν ο ατμός είναι υπέρθερμος και ακόρεστος σε υγρασία. τότε πλέον υπάρχει θερμός αέρας ακόρεστος σε υγρασία.

Προβλήματα εναλάτωσης του εδάφους ύστερα από απολύμανση με ατμό και αντιμετώπισή τους

Από την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους στους 100 °C δημιουργούνται ορισμένα πρόσθετα προβλήματα. Συγκεκριμένα, με την υψηλότερη από την απαραίτητη θερμοκρασία μεγαλώνουν οι κίνδυνοι τοξικότητας του εδάφους στα φυτά που θα καλλιεργηθούν μετά την απολύμανση. Αυτό οφείλεται στο σχηματισμό από την υψηλή θερμοκρασία, τοξικών συγκεντρώσεων αμμωνίας, μαγνησίου, διαλυτών αλάτων κ.λπ.

Η εξουδετέρωση των κινδύνων γίνεται σχετικά εύκολα με τη χρησιμοποίηση ορισμένων απλών μιγμάτων εδάφους, όπως:

- 75 % λεπτή άμμος (κόκκοι με διάμετρο 0,1-0,25 mm) και 25% τύρφη καλής ποιότητας (όχι μαύρη).
- 50% λεπτή άμμος, όπως στην προηγούμενη περίπτωση, και 50% τύρφη.
- 25% λεπτή άμμος και 75% τύρφη.
- 100% τύρφη, που ένα μέρος της μπορεί να αντικατασταθεί με υπολείμματα αποφλοιώσης του ρυζιού.

Ένας άλλος τρόπος αποφυγής των κινδύνων της εναλλάτωσης του εδάφους από υπερθέρμανση είναι η χρησιμοποίηση ατμού θερμοκρασίας 100 °C σε ανάμειξη με αέρα. Ο αέρας ελαττώνει την τελική θερμοκρασία του εδάφους στην απόλυτα αναγκαία για την καταστροφή των παθογόνων και απομακρύνει τους κινδύνους της υπερθέρμανσης.

Πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση απλών μιγμάτων εδάφους

Από τη σύγχρονη καλλιεργητική πράξη των θερμοκηπίων έχει υιοθετηθεί απόλυτα η δυνατότητα καλλιέργειας φυτών που ανήκουν σε διαφορετικά είδη χωρίς την ανάγκη εξασφάλισης εδάφους με ιδιαίτερη για το κάθε είδος σύνθεση. Έχει δηλαδή γίνει παραδεκτό πως σε έδαφος μιας ορισμένης ή ελαφρά τροποποιημένης σύνθεσης, είναι δυνατόν να αναπτυχθούν με επιτυχία φυτά διαφόρων ειδών. Το γεγονός αυτό οδήγησε τους ειδικούς στα θέματα καλλιέργειας φυτών στα θερμοκήπια να τυποποιήσουν περιορισμένο αριθμό μιγμάτων εδάφους της απλούστερης δυνατής σύνθεσης.

Ειδικότερα, στη σύνθεση των απλών αυτών μιγμάτων εδάφους χρησιμοποιούνται σε διάφορα ποσοστά ανόργανα υλικά, όπως η λεπτή άμμος, ο περλίτης και βερμικουλίτης και οργανικές ουσίες, καθώς και η τύρφη, τα υποπροϊόντα από την αποφλοιώση του ρυζιού, τα πριονίδια, οι τριμμένες φλούδες δέντρων κ.α. Τέσσερα τέτοια αντιπροσωπευτικά απλά μίγματα για θερμοκήπια δόθηκαν παραπάνω, σαν απάντηση στο πρόβλημα της πιθανής τοξικότητας του εδάφους, ύστερα από τη πρόκληση υπερθέρμανσης. Μερικά από τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα των απλών μιγμάτων εδάφους σε σχέση με τα πολύπλοκα μίγματα, που ήταν σε γενική χρήση τα παλαιότερα χρόνια, σημειώνονται περιληπτικά τα παρακάτω:

- Μπορούν να απολυμαίνονται με θερμότητα ή χημικές ουσίες χωρίς τον κίνδυνο κατακράτησης υπολειμμάτων μετά την απολύμανση.
- Δίνουν περισσότερο ομοιόμορφα αποτελέσματα, γιατί εξουδετερώνουν ή ελαττώνουν σημαντικά τη διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση υλικών με διαφορετική προέλευση και σύνθεση ή διαφορετικό βαθμό αποσύνθεσης, όπως είναι τα διάφορα φυτοχώματα, η ζωική κοπριά κ.λπ.
- Εμποδίζουν την εναλάτωση, που είναι συνηθισμένη στα πολύπλοκα μίγματα και η φυσική τους σύσταση διευκολύνει την καλή αποστράγγιση.
- Εξοικονομούν εργατικά και αποθηκευτικό χώρο, γιατί η αποθήκευσή τους είναι ευκολότερη και η κατεργασία τους λιγότερο δαπανηρή.
- Διατηρούν τον όγκο τους για περισσότερο χρόνο και δεν έχουν ελκυστικές ιδιότητες για τα ενοχλητικά δίπτερα, όπως συμβαίνει με τη ζωική κοπριά και τα άλλα πολύπλοκα εδαφικά μίγματα.

- Βρίσκονται ευκολότερα και με οικονομικότερους όρους από άλλα υλικά (κοπριά, φυτόχωμα, κ.λπ) που σπανίζουν.

Η φυσική σύσταση των απλών μιγμάτων προσφέρει επιπρόσθετα πλεονεκτήματα, όπως:

- Βρίσκονται εύκολα σε τυποποιημένη σύνθεση και από χημική άποψη είναι ομοιόμορφα και σχετικά αδρανή.
- Δεν υποβιβάζονται ύστερα από απολύμανση με θερμότητα και χημικές ουσίες.
- Η ομοιόμορφη ανάπτυξή τους είναι εύκολη.
- Προσφέρουν καλό αερισμό και καλή στράγγιση.
- Περιέχουν ελάχιστα θρεπτικά στοιχεία και αυτό δίνει τη σωστή βάση για τη συμπληρωματική ενίσχυση του εδάφους με ανόργανες θρεπτικές ουσίες.
- Έχουν καλή υδατοχωρητικότητα και υδατοικανότητα.
- Έχουν μικρό φαινόμενο ειδικό βάρος.
- Τις περισσότερες φορές περιέχουν ιχνοστοιχεία σε επαρκείς ποσότητες αλλά και σε περιπτώσεις ανεπάρκειας η προσθήκη ιχνοστοιχείων είναι εύκολη.

Θανατηφόρες θερμοκρασίες για τα διάφορα παθογόνα του εδάφους

A Μύκητες

Είναι σχετικά ευαίσθητοι στη θερμότητα. Ο *Rhizoctonia* sp. καταστρέφεται σε ζωντανούς φυτικούς ιστούς με νερό θερμοκρασίας 51,7 °C για 30 λεπτά ή 50°C για 60 λεπτά. Οι μύκητες του γένους *Phythium* καταστρέφονται στους 46,1°C για 20–40 λεπτά, ενώ ο *Botrytis* sp. θανατώνεται στους 55 °C για 15 λεπτά και ο *Sclerotium rolfsii* σε ριζώματα χρειάζεται 50 °C για 30 λεπτά

B. Βακτήρια

Γενικά τα φυτοπαθογόνα φυτικά βακτήρια δε σχηματίζουν σπόρια, που είναι ανθεκτικά στη θερμότητα. Για το λόγο αυτό η καταστροφή τους στο έδαφος εξασφαλίζεται με επικράτηση θερμοκρασίας 60 °C για 10 λεπτά..

Γ. Νηματώδεις

Είναι επίσης ευαίσθητοι στη θερμότητα. Έτσι οι φυματογόνοι νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* (κομβονηματώδεις) καταστρέφονται στους 47,8 °C για 10 λεπτά, ενώ του γένους *Heterodera* spp καταστρέφονται επίσης στους 47,8 °C για 15 λεπτά. Οι περισσότεροι ανθεκτικοί νηματώδεις (*Aphelenchoides* spp) χρειάζονται 48,9 °C για 15 λεπτά ενώ οι νηματώδεις των βολβών και των στελεχών (*Ditylenchus* spp.)

καταστρέφονται στους 52,8 °C για 11 λεπτά. Τέλος, οι νηματώδεις ου γένους *Pratylenchus* καταστρέφονται σε θερμοκρασία 48,9 °C για 15 λεπτά.

Δ. Εντομα

Τα έντομα δεν μπορούν να επιζήσουν ούτε με τη μορφή αυγού σε θερμοκρασίες πάνω από 60-71,7 °C για 30 λεπτά.

Ε. Ζιζάνια

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ζιζανίων καταστρέφεται σε θερμοκρασίες από 70 °C μέχρι 80 °C. Επιζούν ελάχιστοι μόνο σπόροι ζιζανίων, όπως είναι οι σπόροι των ειδών *Malva*, *Medicago*, *Capsella*, *Hypericum*, *Chenopodium*, *Avena*.

ΣΤ. Παθογόνοι ιοί

Ελάχιστοι παθογόνοι ιοί των φυτών, όπως ο ιός της ποικιλόχρωσης της γαριφαλιάς (*Carnation mottle virus*) και ο ιός του μωσαϊκού της τομάτας (ToMV) μπορούν να αντέξουν θερμοκρασία 93,3 °C. Στην πράξη, οι περισσότεροι παθογόνοι ιοί καταστρέφονται στις θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του εδάφους.

Παρασκευή του εδάφους για απολύμανση

Η υγρασία του εδάφους είναι πρωταρχικός παράγοντας για μία αποτελεσματική απολύμανση. Είναι γνωστό πως χρειάζεται πενταπλάσια περίπου ποσότητα θερμότητας, για την αύξηση ενός κιλού νερού κατά ένα βαθμό Κελσίου, από ό,τι χρειάζεται για τον ίδιο σκοπό στην περίπτωση ίσης ποσότητας εδάφους.

Από την άλλη πλευρά, η θερμότητα όταν συνδυάζεται με υγρασία, είναι πιο αποτελεσματική για την καταστροφή των παθογόνων, από ό,τι είναι αποκλειστική χρήση της θερμότητας. Επίσης, οι σπόροι ζιζανίων καταστρέφονται ευκολότερα όταν το έδαφος πριν την απολύμανση διατηρηθεί για λίγες μέρες υγρό, ώστε να βοηθήσει στη βλάστηση των σπόρων, που γίνονται έτσι πιο ευαίσθητοι στη θερμότητα.

Για να εξασφαλιστούν οι παραπάνω προϋποθέσεις σε υγρασία, το έδαφος που πρόκειται να απολυμανθεί πρέπει να βρίσκεται πρακτικά στην κατάσταση που επιτρέπει τη σπορά και τη φύτευση των καλλιεργούμενων φυτών. Μια καλή δομή περιγράφεται όταν με το σφίξιμο στην παλάμη μιας ποσότητας χώματος, που μετά το άνοιγμα της παλάμης να θρυμματίζεται εύκολα.

Το πολύ υγρό έδαφος χρειάζεται μεγάλες ποσότητες ατμού που με την υγροποίηση του, προσθέτει ακόμη περισσότερο νερό στο έδαφος και μπορεί να το μεταβάλλει σε λάσπη. Μια βελτίωση για την καλύτερη αξιοποίηση του ατμού και την αποφυγή προσθήκης στο έδαφος μεγάλης ποσότητας νερού από τη υγροποίησή του, είναι η

χρησιμοποίηση ορισμένων παγίδων νερού απλής κατασκευής ή όπως αλλιώς ονομάζονται «αποξηραντήρες ατμού» στις γραμμές διανομής και σε θέσεις λίγο πριν από τις εισαγωγές του ατμού στο έδαφος, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για κορεσμένο ατμό. Όταν όμως πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε υπέρθερμο ακόρεστο ατμό δεν είναι απαραίτητη η χρήση τέτοιων μεθόδων.

Επειδή ο ατμός διαχέεται δύσκολα μέσα από συμπαγείς βόλους χώματος, η καλή κατεργασία και ανάμιξη του εδάφους αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την επιτυχία της απολύμανσης.

Τα αίτια της ανομοιόμορφης θέρμανσης του εδάφους

Η ανομοιόμορφη θέρμανση του εδάφους μπορεί να οφείλεται σε μία ή περισσότερες από τις παρακάτω αιτίες:

- Στην ανομοιόμορφη συμπίεση του χώματος.
- Στην ύπαρξη θέσεων, όπου δύσκολα φτάνει ο ατμός (ψυχρές γωνίες).
- Στη μεγάλη απόσταση των σημείων διανομής του ατμού στο έδαφος.
- Στην ανομοιόμορφη ανάμιξη του χώματος.
- Στην ανεπάρκεια του ατμού.
- Στο μερικό πάγωμα του εδάφους.

Η ψύξη μετά την απολύμανση

Από μετρήσεις έχει βρεθεί πως σε ακάλυπτες πρασιές που απολυμάνθηκαν με ατμό, η θερμοκρασία ελαττώνεται από τους 100°C στους 70,1 °C:

A. στην επιφάνεια του ύστερα από τέσσερα λεπτά

B σε βάθος 5 εκ. μετά από 2,6 ώρες και

Γ σε βάθος 17.5 εκ μετά από 8.3 ώρες.

Για την αντιμετώπιση ασθενειών του εδάφους εκτός από την παστερίωση που αναφέρεται διεξοδικά παραπάνω, υπάρχουν και οι ακόλουθες δυνατότητες όπως η κατάκλιση του εδάφους με νερό, η ηλεκτρική θέρμανση του εδάφους, η χρησιμοποίηση γεωθερμικού νερού, καθώς και συστήματα καλλιέργειας χωρίς έδαφος καλλιεργειών (υδροπονικές καλλιέργειες).

2.3 Βιοαπολύμανση, μια εναλλακτική μέθοδος για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων

Για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος είναι η απολύμανση του εδάφους με χημικά απολυμαντικά (π.χ. βρωμιούχο μεθύλιο κ.ά.) ή με ατμό, πριν την εγκατάσταση των φυτών. Εν τούτοις το υψηλό κόστος εφαρμογής επιτρέπει την εφαρμογή αυτών των μεθόδων μόνο στις καλλιέργειες θερμοκηπίου και όχι στις υπαίθριες. Οι μέθοδοι αυτοί δημιουργούν βιολογικό κενό στο έδαφος, με αποτέλεσμα την γρήγορη επανεγκατάσταση των παθογόνων οι εναλλακτικές μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν αντί για τη χημική απολύμανση είναι:

- η ενσωμάτωση στο έδαφος οργανικής ουσίας, η οποία διεγείρει το μικροβιακό ανταγωνισμό και τη παραγωγή πτητικών τοξικών ουσιών,
- η κατάκλιση του εδάφους με νερό, όπου οι πιθανοί παράγοντες που δρουν είναι η έλλειψη οξυγόνου, η παρουσία υψηλών επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα, η παραγωγή μυκητοξικών ουσιών και η βιολογική καταπολέμηση
- η ηλιοαπολύμανση με τη δράση ωφέλιμης μικροχλωρίδας η οποία αποτελεί μια μη χημική μέθοδο απολύμανσης του εδάφους, που βασίζεται στην παγίδευση ηλιακής ενέργειας στο έδαφος το οποίο έχει καλυφθεί με φύλλα διαφανούς πλαστικού. Η μέθοδος αυτή μόνη ή σε συνδυασμό με μειωμένες δόσεις χημικών απολυμαντικών ή προσθήκη βιολογικών παραγόντων, έχει αποδειχτεί αποτελεσματική για την αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων ως εναλλακτική μέθοδος της χημικής απολύμανσης. Το κόστος της είναι σχετικά φθινό, είναι απλή στην εφαρμογή, όχι επικίνδυνη και παρεμποδίζει την γρήγορη επαναμόλυνση του εδάφους.

Η ηλιοαπολύμανση έχει εφαρμοστεί κυρίως σε μέρη όπου οι θερμοκρασίες και η ηλιοφάνεια είναι σε υψηλά επίπεδα τους καλοκαιρινούς μήνες. Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκε μία νέα μέθοδος, η βιοαπολύμανση του εδάφους. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην δημιουργία αναερόβιων συνθηκών στο έδαφος και έχει προταθεί για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων. Συνδυάζει όλους τους παράγοντες των εναλλακτικών μεθόδων που προαναφέρθηκαν. Κατά την εφαρμογή της βιοαπολύμανσης γίνεται ενσωμάτωση φυτικής μάζας στο έδαφος, ακολουθεί πότισμα και εφαρμογή στην επιφάνεια αδιαπέραστου πλαστικού, επί 12-15 εβδομάδες. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται γρήγορα συνθήκες αναεροβίωσης, διότι η μεταβολική δραστηριότητα διεγείρεται με την ενσωμάτωση στο έδαφος οργανικής ουσίας και η

διάχυση οξυγόνου από την ατμόσφαιρα παρεμποδίζεται από το πλαστικό. Υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ των μεθόδων βιοαπολύμανσης και βιολογικού υποκαπνισμού, διότι στην τελευταία μέθοδο δεν δημιουργούνται συνθήκες αναερόβιωσης. Κάτω από τέτοιες συνθήκες τα γλαυδοσπόρια του φυτοπαθογόνου μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* χάνουν την ζωτικότητα τους μετά από 7 εβδομάδες. Επίσης, μειώνεται ο αριθμός των βιωσίμων μολυσμάτων των μυκήτων *Rhizoctonia solani* και *Verticillium dahliae*. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν τη δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου για την καταπολέμηση παθογόνων που μεταδίδονται με το έδαφος. Η βιοαπολύμανση πλεονεκτεί έναντι της ηλιοαπολύμανσης δεδομένου ότι δεν απαιτεί υψηλή ηλιακή ακτινοβολία και μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές ή περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια ώστε να μην χάνεται μία καλλιεργητική περίοδος. Κατά την διάρκεια των δύο 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 περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Το πρόγραμμα αυτό χρηματοδοτήθηκε από το Ελληνικό Υπουργείο Γεωργικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και είχε σκοπό να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα της βιοαπολύμανσης, σε σύγκριση με την εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης εκτός εποχής, μόνης ή σε συνδυασμό με μειωμένη δόση του απολυμαντικού εδάφους dazomet για την αντιμετώπιση παθογόνων ειδών *Fusarium* που προσβάλουν την καλλιέργεια του σπαραγγιού

3. Χρήση ανθεκτικών υποκειμένων και ποικιλιών σαν μια μη χημική εναλλακτική λύση έναντι του βρωμιούχου μεθυλίου στην καλλιέργεια κηπευτικών

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων στην καλλιέργεια των κηπευτικών, έχει αναπτυχθεί η μέθοδος του εμβολιασμού εμπορικών ποικιλιών/υβριδίων σε υποκείμενα ανθεκτικά σε εδαφογενή παθογόνα και νηματώδεις. (Miguel, 1997). 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, κυρίως τώρα που επίκειται η απαγόρευσή του στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Παρακάτω παρατίθενται ποικιλίες και υβρίδια του γένους *Lycopersicon* και των κολοκυνθοειδών που χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα ή παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε ασθένειες και στους κομβονηματώδεις.

Από τη δεκαετία του 1940 άρχισε σοβαρή προσπάθεια για την εκμετάλλευση της γενετικής παραλλακτικότητας των άγριων φυτικών ειδών που συγγενεύουν με την καλλιεργούμενη τομάτα. Προς το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ως πηγές για την άντληση γονιδίων αντοχής σε παράσιτα και την ενσωμάτωσή τους στην τομάτα, κυρίως, τα είδη *L. Hirsutum* Humb. & Bonpl., *L. pimpinellifolL.chilense* Dunal

Πίνακας 4 Ταξινόμηση των ειδών του γένους <i>Lycopersicon</i> και αναφορά των αντοχών σε ασθένειες και ζωικών εχθρών ή άλλων χαρακτηριστικών που έχουν μεταφερθεί ή βρίσκονται στο στάδιο της μεταφοράς από άγρια είδη του γένους <i>Lycopersicon</i> στην καλλιεργούμενη τομάτα		
Άγρια είδη του γένους <i>Lycopersicon</i>	Γονίδιο	Αντοχή σε παθογόνα ή βελτίωση σε άλλα χαρακτηριστικά
Ομάδα του <i>Lycopersicon esculentum</i>		
<i>L. cheesmanii</i>		Αντοχή στο αλάτι και στην ξηρασία <i>Liriomyza</i> spp.
<i>L. chmielewskii</i>		Ευδιάλυτα στερεά και βιταμίνη C
<i>L. esculentum</i> (καλλιεργούμενη τομάτα)	Asc	<i>Alternaria</i> f.sp <i>lycopersici</i>
	Cf-1	<i>Cladosporium fulvum</i> (συν. <i>Fulvia fulva</i>)
	Ve	<i>Verticillium dahliae</i>
<i>L. hirsutum</i>		Αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες
	Cf-4	<i>Cladosporium fulvum</i>
	Ol- και άλλα γονίδια	<i>Oidium neolycopersici</i>
		<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>
	Tm-1	Ιός του μωσαϊκού της τομάτας
		Ιός Y της πατάτας
		Ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς
		<i>Liriomyza</i> spp. <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
<i>L. parviflorum</i>		Ευδιάλυτα στερεά και βιταμίνη C
<i>L. pimpinellifolium</i>	Cf-2, cf-5, cf-6, cf-9	<i>Cladosporium fulvum</i>
	L (συν l-1)	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>Lycopersici</i> , φυλή 1
	l-2	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>Lycopersici</i> , φυλή 2
	Ph-1, ph-2, ph-3	<i>Phytophthora infestans</i>
	Sm	<i>Stemphyllium</i> spp.
	Pto	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>
		<i>Ralstonia solanacearum</i>
		<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>
	xv-3	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>
		Ιός του κηλιδωτου μαρρασμού της τομάτας
		Ιός του κίτρινου καροβλίσμα των φύλλων της τομάτας

Ομάδα ειδών του <i>Lycopersicon peruvianum</i>		
L. peruvianum	Frl	<i>Fusarium oxysporum f.sp. Radicis – lycopersici</i>
	Lv	<i>Leveillula taurica</i>
	Pyl	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
	<i>Cm 1-1-10.1(QTL)</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>Michiganensis</i>
	Tm-2	Ιός του μωσαϊκού της τομάτας
	<i>Tm-2^a</i>	Ιός του μωσαϊκού της τομάτας
	Sw-5	Ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας
Ομάδα ειδών του <i>lycopersicon peruvianum</i>		
L. peruvianum		Ιός της καταρής κορυφής των τεύτλων
	Mi	<i>Meloidogyne spp.</i>
	Meu-1	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>
L. chilense	Ty-1 και άλλα γονίδια	Ιός του κίτρινου καρούλιασμα των φύλλων της τομάτας
	Cmr	CMV

<i>Lycopersicon pennellii (solanum pennellii)</i>		
	1-3	<i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici</i> , φύλη 3
	1-1 (διαφορετικό από το 1 του L. <i>Pimpinell- lifolium</i>)	<i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici</i> , φύλη 1
		Αντοχή στην ξηρασία και σε έντομα

Ομάδα ειδών του <i>Lycopersicon peruvianum</i>		
L. peruvianum	Frl	<i>Fusarium oxysporum f.sp. Radicis – lycopersici</i>
	Lv	<i>Leveillula taurica</i>
	Pyl	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
	<i>Cm 1-1-10.1(QTL)</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>
	Tm-2	Ιός του μωσαϊκού της τομάτας
	<i>Tm-2^a</i>	Ιός του μωσαϊκού της τομάτας
	Sw-5	Ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας
Ομάδα ειδών του <i>lycopersicon peruvianum</i>		
L. peruvianum		Ιός της καταρής κορυφής των τεύτλων
	Mi	<i>Meloidogyne spp.</i>
	Meu-1	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>
L. chilense	Ty-1 και άλλα γονίδια	Ιός του κίτρινου καρούλιασματος των φύλλων της τομάτας
	Cmr	CMV

3.1 Εμπορικές ποικιλίες και υβρίδια τομάτας με αντοχή σε ασθένειες και ζωικούς εχθρούς

Στην αγορά κυκλοφορούν πάρα πολλές ποικιλίες και υβρίδια τομάτας για καλλιέργεια τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο και με πολλαπλές αντοχές σε διάφορες ασθένειες και στους κομβοηματοδείς. Η επιλογή μιας ποικιλίας ή ενός υβριδίου για καλλιέργεια εξαρτάται από διάφορους παράγοντες από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, οι απαιτήσεις της αγοράς σε φυτοτεχνικά χαρακτηριστικά του καρπού και η αντοχή της ποικιλίας ή του υβριδίου στα σοβαρότερα φυτοπαθογόνα που έχουν εμφανιστεί στην περιοχή. Στους πίνακες αναφέρονται παραδείγματα ποικιλιών και υβριδίων τομάτας με αντοχή σε διάφορες και στους κομβοηματοδείς, που είτε κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά είτε κυκλοφόρησαν στο παρελθόν αλλά σήμερα έχουν ξεπεραστεί από πλευράς φυτοτεχνικών χαρακτηριστικών από άλλα νεώτερα υβρίδια.

Πίνακας 5 Παραδείγματα μη αυτοκορυφολογούμενων ποικιλιών τομάτας με αντοχή σε διάφορες ασθένειες και στους κομβοηματοδείς

ΟΝΟΜΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ	ANTOXH	ΟΝΟΜΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ	ANTOXH
Far	VF	Macrol	VFN
Floradel CFS	CFS	Motelle	VF ₂ NS
Manalucie CFS	CFS	Piersol	VFN
Marmande VF	VF	Raf	F
Marmande VR	V	Sunray	F

Πίνακας 6 Παραδείγματα αυτοκορυφολογούμενων υβριδίων τομάτας με αντοχή σε διάφορες ασθένειες και στους κομβοηματοδείς

ΟΝΟΜΑ ΥΒΡΙΔΙΟΥ	ANTOXH	ΟΝΟΜΑ ΥΒΡΙΔΙΟΥ	ANTOXH
All star	VF ₂ SA	Cavalier	TmVF ₂ NSA
Aloha	VFN	Celebrity	TmVF ₂ NSA
Alphamench (= Petopride)	VF ₂ S	Celia	VF ₂ SA
Apla	VF ₂ S	Colonial	VF ₂ SA
Aprilia	RmVF ₂ Apt	Conqueror	VF ₂ SA
Arno	VFN	Contessa	VF ₂ S
Baja	TmVF ₂	Corona	TmVF ₂ NSA
Balca	TmV	Coynt fleet	TmVF ₂ NSA
Bandera	VFN	Despo	TmVF ₂ NSA
Barbara 1001	TmVF ₂ SAPt	DRD-28	TmVF ₂
Batman	TmVF ₂	Ducado	TmVF ₂ N
Belote	VF	Duke	VF ₂ C ₂
Big Red	VF ₂ CSA	Early red	VF ₂ SA
Bingo	TmVF ₂ SAN	Earlymat	VF ₂ SA

Blazer	VF ₂ A	Ebony	VF ₂ NSPt
Bulba	TmVFN	Empire	TmVFC ₅
Candela	TmVFC ₃	Epona	TmVF ₂ NSA
Capitan	FSA	Esla	TmVFN
Caracas	TmVFN	Foxy	TmFV
Carina	TmVF ₂ A	Fusca	TmFV
Carma	VFN	Fusor	TmVF ₂ S
Carmen	TmVF ₂ NSA	Galli	VF ₂ SA
Canival	TmVF ₂ NSA	Heatwave	TmVF ₂ Ty
Casino	TmVF ₂ NSA	Henrietta (HA-3404)	Tm
Hydra	TmF	Precodor	TmVF ₂ NSA
Hypeel 244	VFS	President	VF ₂
Jackpot	VF ₂ N	Primosol	TmVFC ₃
Keno (FMX-98)	VF ₂ NSA	Prisca	VF ₂ NSA
Larissa (ARO-8484)	VF ₁ Ty	Red star	VFN
Legend	TmVF ₂ SAPt	Romulus	VF ₂ NSA
Lerica	VF ₂	Roylette	VFNSA
Lora	TmVF ₂ SAN	Royal flush	TmV
Loteria	VF ₂ SA	Quatuor	VF ₂ S
Luca	Tm	Sanzana	TMVFC ₅
Luxor	TmVF ₂ san	Start	VF ₂ NSA
Maindor	TmVF ₂	Sunbelt	VF ₂ NSA
Mountain Spring	VF	Sweepstakes	TmVFNSA
Maritza	Tm	Tetrline	TmV
Mecador	VF ₂ S	Topla	VF ₂ S
Medea	TmFV	Troyan	TmVFN
Meteor	TmVF ₂ NS	Valerie	VFN
Milagro	TmVF ₂ NSA	Vegas	TmVF ₂ NS
Monte Carlo	TmVF ₂ SAN	Viva	VF ₂
Mountain 4413	VF ₂ S	Viva Italia	VFSSAPt
Narita	TmVFN	Wellington	VF ₂ S
Nemamech	VF ₂ NSPt	Zara	TmVF ₂ SAPt
Olympic	VF ₂ SA	Zenith	VF ₂ NSPt
Overpack	FN	Tintillo	TmVF ₂ C ₅ N
Pilgrim	VF ₂ SA	Tirana	V
Pirate	VF ₂ SA	Tobol	VFN
Sindro	TmF ₂ C ₅	Topas	VFN
Skala	TmVN	Tresor	TmVFN
Solentos	TmF ₂ C ₅	Triumph	TmVF
Senator	TmVF ₂ C ₅ N	Turqusa	TmVF ₂ N
Sonatine	TmVF ₂ C ₅	Vicente	TmF ₂ NS
Stresa	TmVF ₂ C ₅ N	Viga	TmVF ₂
Supersonic	TmVF ₂ C ₅	Virosa	TmFC ₅
Suprella	TmFC ₃	Vision	TmVF ₂ C ₅
Suso	TmVF ₂ C ₅	Vivia	TmVFC ₃
Sylvia	TmVF ₂ N	W 1138	TmVF ₂ C ₅ N
Takana	TmVFM	W 1182	TmVF ₂ FrC ₅
Tango	TmVFM		
Tarasque	VFN		
Tenor	TmVFN		
Texas	TmVF ₂ C ₅		

Πίνακας 7. Παραδείγματα εμπορικών υλοκειμένων χρησιμοποιούμενα για εμβολιασμό, τα οποία διαθέτουν αντοχή σε διάφορες ασθένειες και στους κομβονηματώδεις.

ΟΝΟΜΑ ΥΒΡΥΔΙΟΥ	ΑΝΤΟΧΗ
Energy	VF ₂ PN
Hires Tm	TmVFNP
KNVF	VFNP

Manthos 785	TmVF ₂ FrC ₄ SN
PNVF	VFNP
TmKAVF ₂	TmVF ₂ NP

Επεξηγήσεις των συμβόλων των παθογόνων στα οποία οι ποικιλίες και τα υβρίδια τομάτας που αναφέρονται στους πίνακες παρουσιάζουν ανοχή

V	= <i>Verticillium dahliae</i> φυλή 1 (βερτισιλώση, verticillium wilt)
F	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> φυλή 1 (αδροφουζαρίωση, fusarium wilt)
F₂	= <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> φυλές 1 και 2 (αδροφουζαρίωση, fusarium wilt)
Fr	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> (σήψη λαιμού και ριζών, crown and root rot)
C	= <i>Cladosporium fulvum</i> (συν. <i>Fulvia fulva</i>) (κλαδοσπορίωση, leaf mold)
M	= <i>Pytophthora infestans</i> (περενόσπορος, late blight)
S	= <i>Stemphylium</i> spp. (στεμφυλίωση, gray leaf spot)
A	= <i>Alternaria alternata</i> f.sp. <i>lycopersici</i> (έλκος του στελέχους, stem canker)
P	= <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> (φελλώδης σηψηρριζία, corky root)
Pt	= <i>Pseudomonas syringae</i> . Pv.tomato (βακτηριακή στιγματώση, bacteria speck)
Tm	= Ιός του μωσαϊκού της τομάτας (tomato mosaic tobamovirus, ToMV)
Ty	= Ιός του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (tomato yellow leaf curl beomovirus, TYLCV, ανοχή)
N	= <i>Meloidogyne</i> spp. (κομβονηματούδες, η ανοχή μπορεί να σπάσει σε θερμοκρασίες εδάφους πάνω από 27°C)

3.2 Εμπορικές ποικιλίες και υβρίδια κολοκυνθοειδών με ανοχή σε ασθένειες και ζωικούς εχθρούς

Στην αγορά κυκλοφορούν πάρα πολλά υβρίδια κολοκυνθοειδών με ανοχές σε διάφορες ασθένειες. Η επιλογή μιας ποικιλίας ή ενός υβριδίου για καλλιέργεια εξαρτάται από διάφορους παράγοντες από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι: οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, οι απατήσεις της αγοράς σε φυτοτεχνικά χαρακτηριστικά του καρπού και η ανοχή των φυτών στα σοβαρότερα φυτοπαθογόνα που έχουν εφαρμοστεί στη περιοχή.

Στους πίνακες αναφέρονται παραδείγματα σε ασθένειες ποικιλίες και υβρίδια καρπουζιάς που κυκλοφορούν σήμερα στην παγκόσμια αγορά ή κυκλοφορήσαν στο παρελθόν αλλά σήμερα έχουν αποσυρθεί , τα οποία έχουν ταξινομηθεί σε κατηγορίες, ανάλογα με τα κύρια φυτοτεχνικά τους χαρακτηριστικά.

Πίνακας 8 Παραδείγματα από ανθεκτικά σε ασθένειες υβρίδια καρπουζιών, τα οποία είναι σφαιρικά ή ελαφρώς ελλειπσοειδή, με φλοιό σκούρου πράσινου χρώματος που φέρει λευκοπρασινες ραβδώσεις, τύπου ‘‘Crimson Sweet’’

ΟΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ	ΟΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ
Allsweet	F1,Ar	Oasis	F1,Ar
Arribal	F01,Ar	Obla	F01,Ar

Au Jubilant	F0,Ar,DM	Paladin	F1,Ar
Au Producer	F1	Panda	F2
Banner	F1,Ar	Paradise	F1,Ar
Big Crimson	F0,Ar	Patriot	F0
Bravo	F01,Ar	Pelion	F01
Carnival	F0,Ar	Prelude	F0
Constitution	F1	Rhapsody	F01
Crimset	F012	Regency	F1,Ar
Crimson Delight	F01,Ar	Royal Flush	F1,Ar
Crimson Jewel	F1,Ar	Royal Majesty	F1,Ar
Crimson Star 2007	F0	Royal Star	F1
Crimson Sweet	F1,Ar	Royal Sweet	F1,Ar
Crimson Trio	F1	Sangria	F1,Ar
Emperor	F1	Star brite	F1,Ar
HMX 7927	F01,Ar	Sultan	F01,Ar
Giantflesh	F0,Ar	Sweet	F01
Jade	F0	Triple Crimson	F01
Madera	F0		

Πίνακας 9 Παραδείγματα από ανθεκτικά σε ασθένειες καρπουζιών, τα οποία είναι σφαιρικά ή ελαφρώς ελλειψοειδή, με φλοιό ανοικτού πράσινου χρώματος που φέρει σκουροπράσινες ραβδώσεις, τύπου "Ice Box"

ΟΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ
Jade Star	F1
Tiger Baby	F1
Vista	F1,Ar

Πίνακας 10 Παραδείγματα από ανθεκτικά σε ασθένειες υβρίδια καρπουζιών με φλοιό σκούρου πράσινου και σάρκα σκούρου κόκκινου χρώματος, τύπου "Sugar Baby"

ΟΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ
Dulzura	F1,Ar
Sweet Marvel	F1,Ar,DM
34-02	F1,Ar
34-08	F1,Ar

Πίνακας 11 Παραδείγματα από ανθεκτικά σε ασθένειες υβρίδια καρπουζιών, τα οποία είναι κυλινδρικά, μεγάλα, με φλοιό γκρι και σάρκα ρόδινου χρώματος, τύπου "Charleston Gray"	
ΟΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ
Charleston Gray 76	F0,Ar
Charleston Gray 133	F0,Ar

Πίνακας 12 Παραδείγματα από ανθεκτικά σε ασθένειες υβρίδια άσπερμων καρπουζιών (τριπλοειδη)	
ΟΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ
A&C 7167	Ar
Freedom	F1
Genesis	F0
HMX 7928	F0,Ar
Judo	F1
King of Hearts	Ar
Super Sweet	Ar
Triton	F1
Tri -X-Palomar	F1
Tri -X-Carousel	F1

Επεξηγήσεις των συμβόλων των παθογόνων στα οποία οι ποικιλίες και τα υβρίδια καρπουζιάς που αναφέρονται στους πίνακες παρουσιάζουν ανοχή:

F0	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i> φυλή 0 (αδροφουζαρίωση, <i>fusarium wilt</i>)
F01	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i> φυλή 0 και 1 (αδροφουζαρίωση, <i>fusarium wilt</i>)
F2	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i> φυλή 2 (αδροφουζαρίωση, <i>fusarium wilt</i>)
F012	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i> φυλή 0,1 και 2(αδροφουζαρίωση, <i>fusarium wilt</i>)
Ar	= <i>colletotrichum orbiculare</i> φυλή 1 (ανθράκωση, anthracnose)
DM	= <i>Pseudoperonospora cubensis</i> (περενόσπορος, downy mildew)

4.Εναλλακτικές μέθοδοι αντικατάστασης του βρωμιούχου μεθυλίου σε αποθηκευμένα προϊόντα

4.1 Χρησιμοποίηση-χαρακτηριστικά καπνιστικών εντομοκτόνων

Η χρησιμοποίηση, καπνιστικών είναι μια ευρείας χρήσης μέθοδος που έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση εντομολογικών προσβολών σε αποθηκευτικούς χώρους καθώς και σε χώρους παρασκευής ή επεξεργασίας φυτικών και ζωικών προϊόντων, κατοικίες, εργοστάσια κ.τ.λ. Το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι ότι εξαπλώνονται πολύ γρήγορα και διεισδύουν σε θέσεις και χώρους που άλλοι τρόποι καταπολέμησης είναι πρακτικά αδύνατον να εφαρμοστούν. Τα καπνιστικά είναι χημικές ουσίες οι οποίες σε δεδομένη θερμοκρασία και πίεση μπορούν να υπάρχουν σε αέριο μορφή και σε συγκεντρώσεις τέτοιες που να είναι θανατηφόρες για ένα δεδομένο οργανισμό όταν εφαρμοσθούν για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Εδώ δεν περιλαμβάνεται η χρησιμοποίηση τοξικών ουσιών με τη μορφή αερολυμάτων (aerosols) γιατί στην περίπτωση αυτή οι τοξικές ουσίες βρίσκονται σαν υγρά ή στερεά σωματίδια μέσα στον αέρα και στερούνται μιας βασικής ιδιότητας που έχουν τα καπνιστικά, δηλ. τη μεγάλη διεισδυτικότητα μέσα στο προϊόν σαν ξεχωριστά μόρια. Σε αντίθεση με τα καπνιστικά, τα aerosols δεν έχουν μεγάλη διεισδυτικότητα και τα τοξικά τους σωματίδια επικάθονται πάνω στην εξωτερική επιφάνεια των προϊόντων χωρίς να μπαίνουν μέσα σ' αυτά.

Στη χώρα μας δυστυχώς, τόσο στα κρατικά απεντομωτήρια όσο και στα ιδιωτικά συνεργεία απεντόμωσης, τα μέτρα προστασίας που παίρνονται για το προσωπικό που κάνει τους καπνισμούς και για την αποφυγή μόλυνσης του περιβάλλοντος, είναι πλημμελή ή και πολλές φορές ανύπαρκτα.

Χαρακτηριστικά καπνιστικών ουσιών

Κατά την εκλογή ενός ασφυκτικού ή καπνιστικού εντομοκτόνου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σοβαρά και οι παρακάτω παράγοντες:

1. Σημείο ζέσεως του ασφυκτικού ή καπνιστικού εντομοκτόνου

Χαμηλό σημείο ζέσεως επιτρέπει την «εξαέρωση» της ουσίας και την παραγωγή δηλητηριωδών ατμών, σε χαμηλές θερμοκρασίες και κυρίως σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος, για τις οποίες ενδιαφερόμαστε τις περισσότερες φορές. Άλλωστε η γρήγορη εξαέρωση της ουσίας είναι πολύ επιθυμητό στοιχείο ιδιαίτερα όταν επιθυμούμε να έχουμε σε σύντομο χρονικό διάστημα μεγάλες συγκεντρώσεις του τοξικού στοιχείου.

2. Μέγιστο συγκέντρωσης της τοξικής ουσίας

Το μέγιστο βάρος μιας χημικής ουσίας που μπορεί να υπάρξει σε ένα δεδομένο χώρο σε αέριο μορφή, εξαρτάται από το Μοριακό Βάρος της. Με βάση το δεδομένο αυτό θα ήταν τελείως άχρηστο να προσπαθούμε να εξατμίσουμε σ' ένα καθορισμένο χώρο περισσότερο καπνιστικό απ' ότι μπορεί να υπάρξει σε αέριο μορφή.

3. Διάχυση και διεισδυτικότητα του καπνιστικού

Η διάχυση ενός αερίου ακολουθεί το νόμο του Graham σύμφωνα με τον οποίο: «Η ταχύτητα της διαχύσεως ενός αερίου είναι αντίστροφα ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας της πυκνότητάς του». Ως γνωστό όμως, η πυκνότητα είναι ανάλογη του Μοριακού Βάρους της ουσίας. Έτσι «βαρύτερα» αέρια όπως π.χ. το $C_2H_4Br_2$ διαχέονται πιο αργά από άλλα «ελαφρύτερα» όπως το $(CH_2)_2O$.

4. Ειδικό βάρος και κατανομή του καπνιστικού μέσα στο χώρο απεντόμωσης

Τα περισσότερα από τα καπνιστικά που χρησιμοποιούνται στην πράξη, είναι βαρύτερα από τον αέρα με εξαίρεση το υδροκυάνιο στην αέριο μορφή του. Έτσι αν ένα αέριο βαρύτερο από τον αέρα, εισάγεται σ' ένα χώρο θα πρέπει απαραίτητα να χρησιμοποιηθούν ανεμιστήρες με σκοπό την όσο καλύτερη κατανομή του στον προς απεντόμωση χώρο και την αποφυγή κατακάθισης του στα χαμηλότερα στρώματα.

Αυτό επιτυγχάνεται με το συνδυασμό χρησιμοποίησης:

A. πολλών εισόδων (εισαγωγών) του αερίου

B. με ανεμιστήρες, και

Γ. με τον καθορισμό της κυκλοφορίας του αερίου μέσα στο χώρο με τη βοήθεια σωληνώσεων.

5. Χημική αντίδραση μεταξύ χρησιμοποιούμενου καπνιστικού και προϊόντος

Πολλές φορές συμβαίνει κατά την εφαρμογή ενός καπνιστικού, να γίνουν ανεπιθύμητες χημικές αντιδράσεις μεταξύ αυτού και των προς απεντόμωση προϊόντων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις έχουμε το σχηματισμό ανεπιθύμητων σχετικά σταθερών ουσιών, οι οποίες στην περίπτωση των τροφών μπορεί να γίνουν επικίνδυνες για τους καταναλωτές (π.χ. αντίδραση του HCN με τα αναγωγικά σάκχαρα ορισμένων ξηρών φρούτων και σχηματισμός κυανυδρίνων). Η σημασία του σχηματισμού αυτών των παραγώγων στις τροφές από την εφαρμογή των καπνιστικών εντομοκτόνων, όπως και γενικότερα τα υπολείμματα που παραμένουν σ' αυτές, είναι μεγάλη. Γι' αυτό το λόγο έχουν θεσπίσει ανώτερα επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσής τους πέρα από τα οποία τα προϊόντα αυτά είναι ακατάλληλα για τροφή από τον άνθρωπο και τα ζώα. Άλλες πάλι φορές μπορεί να έχουμε καταστροφή ορισμένων

σημαντικών θρεπτικών στοιχείων ενός προϊόντος (π.χ. καταστροφή αμινοξέων, βιταμινών κ.λπ.).

6. Άλλες επιδράσεις των καπνιστικών πάνω στα προϊόντα

Τα καπνιστικά μπορούν να προκαλέσουν επίσης:

- A) Μείωση ή και τέλεια απώλεια της βλαστικής ικανότητας των σπόρων.
- B) Επιβράδυνση ή αντίθετα, επιτάχυνση της ωρίμανσης διαφόρων καρπών.
- Γ) Αλλοίωση της γεύσης και σχηματισμό δυσάρεστων οσμών.
- Δ) Συντόμευση του χρόνου διατήρησής τους.
- E) Θάνατο του φυτικού προϊόντος.

Στ) Χημική προσβολή διαφόρων ανόργανων υλικών (φωτογραφικά χαρτιά, ρολόγια, φιλμς, κ.λπ.).

7. Χρησιμοποιούμενες δόσεις και συγκεντρώσεις

Δόση ενός καπνιστικού εντομοκτόνου είναι η ποσότητα εκείνη του ασφυκτικού που εφαρμόζεται και εκφράζεται σαν βάρος της χρησιμοποιούμενης ουσίας ανά όγκο του χώρου που πρόκειται να εφαρμοστεί η απεντόμωση. Όταν χρησιμοποιούνται καπνιστικά που βρίσκονται σε υγρή μορφή, η σχέση αυτή εκφράζεται σε lt/m^3 του χώρου.

Από τη στιγμή που μια συγκεκριμένη δόση ασφυκτικού εισάγεται σ' ένα χώρο όπου υπάρχει το προς απεντόμωση προϊόν, τότε τα μόρια του αερίου είτε απορροφούνται από τα προϊόντα, είτε διαλύονται μέσα σ' αυτά. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι η συγκέντρωση του ασφυκτικού είναι η ποσότητα αυτού που υπάρχει στον αέρα σε κάθε δεδομένη στιγμή και σε κάθε επιλεγμένο σημείο του χώρου. Η συγκέντρωση ελέγχεται δειγματοληπτικά σε διάφορα σημεία του χώρου και ποικίλλει από σημείο σε σημείο, όπως επίσης και από τη μία χρονική στιγμή στην άλλη. Ενώ δηλαδή η δόση ενός εφαρμοζόμενου καπνιστικού είναι κάτι το σταθερό και δεδομένο για κάθε χρονική στιγμή, η συγκέντρωση θα πρέπει να ελέγχεται και να προσδιορίζεται κάθε φορά γιατί επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που εισέρχονται κατά τη διαδικασία της απεντόμωσης.

Η συγκέντρωση ενός καπνιστικού εκφράζεται είτε σαν βάρος ανά όγκο ατμ. αέρα (g/m^3), είτε σαν μέρη στο εκατομμύριο (ppm), ή %.

8. Θανατηφόρο γινόμενο

Είδαμε προηγούμενα ότι για την καταπολέμηση εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων, θα πρέπει να υπολογιστεί η δόση του καπνιστικού που θα χρησιμοποιηθεί, σε σχέση πάντα με τον όγκο του χώρου μέσα στον οποίο βρίσκεται το προϊόν ή σε σχέση με αυτήν την ίδια ποσότητα του προς απεντόμωση προϊόντος. Έτσι, στην πρώτη περίπτωση αναφερόμαστε σε g/l δ.ο. ανά τόνο αποθηκευμένου προϊόντος.

Αν και η βάση αυτή υπολογισμού της δόσης που θα χρησιμοποιηθεί, δίνει τις περισσότερες φορές ικανοποιητικά αποτελέσματα, εντούτοις με την πρόοδο της έρευνας πάνω στα καπνιστικά βρέθηκε ότι η συγκέντρωση του καπνιστικού που μένει ελεύθερο για να δράσει πάνω στα έντομα μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες.

Ένας τέτοιος παράγοντας είναι η «προσρόφηση» του καπνιστικού από τα προϊόντα. Ένας άλλος παράγοντας επίσης που επηρεάζει τη συγκέντρωση είναι και η ποσότητα του απεντομούμενου υλικού. Πράγματι, έχει διαπιστωθεί πως η συγκέντρωση ενός καπνιστικού για ένα δεδομένο όγκο χώρου, εξαρτάται και από την ποσότητα προς απεντόμωση φορτίου που βρίσκεται μέσα σ' αυτόν. Τελικά εκείνο που έχει σημασία, είναι η ποσότητα του αερίου που δρα πάνω στα έντομα επί ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για θανατηφόρο γινόμενο της συγκέντρωσης του αερίου στο δεδομένο χώρο, επί το χρόνο έκθεσης σ' αυτό του εντόμου. π.χ. για να θανατωθεί το 99% των προνυμφών του *Tenebroides mauritanicus* στους 22 °C μια συγκέντρωση 33.2mg/l πρέπει να επιδράσει επί 5 ώρες. $33.2 \times 5 \text{ h} = 166 \text{ mg/l}$.

Θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι το θανατηφόρο γινόμενο επηρεάζεται σοβαρά από τη θερμοκρασία και την υγρασία του χώρου. Έτσι, για κάθε στάδιο εντόμου όπως και για κάθε εντομοκτόνο θα πρέπει να υπολογιστεί το Θ.Γ. για δεδομένη θερμοκρασία και υγρασία.

9. Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση ενός καπνιστικού εντομοκτόνου

Η δράση ενός καπνιστικού, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες κυρίως φυσικοχημικής φύσεως.

Σε γενικές γραμμές, όταν ένα αέριο έρχεται σε επαφή με ένα σώμα, μια ποσότητα του δεσμεύεται από αυτό είτε επιφανειακά είτε σε βάθος (προσρόφηση). Τα φαινόμενα αυτά, έχουν σαν αποτέλεσμα ένα ποσοστό του εφαρμοζόμενου αερίου να δεσμεύεται από τα υλικά που υπάρχουν μέσα στο θάλαμο απεντόμωσης, η συγκέντρωση του καπνιστικού στο χώρο να πέφτει και έτσι να χρειαζόμαστε συμπληρωματικά προσθήκη κι άλλου αερίου ώστε να επανέλθει η συγκέντρωση στα

επιθυμητά επίπεδα. Τα φαινόμενα αυτά επιτείνονται με την ελάττωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου και με την υψηλή υγρασία του προϊόντος.

Λόγω του ότι η θερμοκρασία του προς απεντόμωση χώρου παίζει τον κυριότερο ρόλο στην δράση ενός καπνιστικού, ας δούμε πως δρα ο παράγοντας αυτός:

Α Γενικά, για όρια μεταξύ 10 και 35 °C όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία τόσο η απαιτούμενη συγκέντρωση του καπνιστικού που χρειάζεται για να θανατωθεί ένα έντομο ελαττώνεται. Από βιολογική σκοπιά, αυτό οφείλεται κύρια στο ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και ο ρυθμός της αναπνοής του εντόμου με αποτέλεσμα αυτό να εισπνέει περισσότερο αέριο.

Β Κάτω από τους 10⁰ C η κατάσταση γίνεται αρκετά πολύπλοκη. Ο λόγος είναι ότι στις χαμηλές θερμοκρασίες, αυξάνεται η προσρόφηση του αερίου από το απεντομουμένο υλικό-όπως αναφέραμε προηγούμενα-και η εξάπλωση του στο χώρο επιβραδύνεται. Οι χαμηλές θερμοκρασίες λοιπόν είναι κατάλληλες για:

1. Φυτικά υλικά, που η απεντόμωσή τους κάτω από συνθήκες μειωμένης μεταβολικής δραστηριότητας περιορίζει την εμφάνιση φυτοτοξικών φαινομένων
2. Απεντομώσεις υλικών που παρουσιάζουν μικρή προσρόφηση
3. Όταν τα προς καταπολέμηση έντομα έχουν μεγάλη ικανότητα πτήσεως και οι ευκαιρίες να εγκαταλείψουν το ξενιστή τους και να αποφύγουν έτσι την απεντόμωση μειώνονται, δεδομένου ότι ως γνωστόν στις χαμηλές θερμοκρασίες η κινητικότητα και η δραστηριότητα τους γενικά ελαττώνεται σε μεγάλο βαθμό.

Αντίθετα, για υλικά που παρουσιάζουν μεγάλη προσρόφηση του τύπου που περιγράψαμε πιο πάνω, είναι καλύτερα να χρησιμοποιούμε υψηλότερες θερμοκρασίες για να αποφύγουμε την υψηλή συγκέντρωση χημικών ουσιών που η παρατεταμένη τους επαφή με το προϊόν μπορεί να αποβεί καταστρεπτική γι' αυτό.

Το τοξικό αποτέλεσμα τέλος ενός ασφυκτικού, εξαρτάται και από το στάδιο στο οποίο βρίσκεται το έντομο.

10. Άλλοι παράγοντες

Στην επιλογή τέλος ενός ασφυκτικού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

1. Τοξικότητα της εφαρμοζόμενης ουσίας για τον άνθρωπο-εφαρμογέα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα η σημασία που έχει η λήψη όλων εκείνων των απαραίτητων μέτρων που θα πρέπει να παίρνονται για την

προστασία του προσωπικού που κάνει που τις απεντομώσεις (χρησιμοποίηση ειδικών στολών, κατάλληλων μασκών ή άλλων αναπνευστικών συσκευών, χρησιμοποίηση ανιχνευτών αέριων).

2. Ευφλεκτικότητα του αερίου και κίνδυνοι εκρήξεως.

Για την αποφυγή τέτοιων ανεπιθύμητων φαινομένων, προσθέτουμε μαζί με το καπνιστικό και CO₂ που ελαττώνει τις δυσάρεστες αυτές παρενέργειες και επιπρόσθετα αυξάνει ή επιταχύνει τις αναπνευστικές λειτουργίες του εντόμου με αποτέλεσμα να γίνεται γρηγορότερα η πρόληψη του δηλητηρίου από αυτά.

Τρόποι εφαρμογής των καπνιστικών

Για την εφαρμογή των καπνιστικών, απαιτείται τις περισσότερες φορές ένας αριθμός συσκευών και οργάνων. Οι απεντομώσεις μπορούν να γίνουν:

1. Σε ειδικούς αεροστεγείς θαλάμους με δυνατότητα τις περισσότερες φορές να ρυθμίσουμε την ατμοσφαιρική πίεση και έτσι να πετύχουμε καλή ανάδευση του αερίου για να μην παρουσιάζονται διανομέα στρωμάτωσης. Οι απαιτούμενες συσκευές είναι:
 - a. Αεροστεγής θάλαμος
 - b. Αντλία κενού
 - c. Συσκευή εξαέρωσης και προώθησης του ασφυκτικού εντομοκτόνου
 - d. Συσκευή ανάδευσης ή συνεχούς κυκλοφορίας αυτού στο θάλαμο απεντόμωσης
 - e. Σύστημα απομάκρυνσης του καπνιστικού μετά το τέλος της απεντόμωσης, 'αεροπλύσεων' του προϊόντος και εξαερισμού του θαλάμου.

Οι αεροστεγείς αυτοί θάλαμοι μπορεί να είναι εγκατεστημένοι κάπου (απεντομωτήρια) ή να είναι κινητοί για απεντόμωση κοντά στους τόπους παραγωγής ενός προϊόντος (π.χ. φυτώρια παραγωγικού πολλαπλασιαστικού υλικού)

2. Με τη χρήση ειδικών πλαστικών καλυμμάτων που σε μεγάλο βαθμό είναι αδιαπέραστα από τα χρησιμοποιούμενα ασφυκτικά. Με τα καλύμματα αυτά μπορούν να γίνουν απεντομώσεις μέσα σε αποθήκες, πλοία, αλλά ακόμη και στο ύπαιθρο όπου, είτε καλύπτονται με αυτά τα στοιβαγμένα προϊόντα, είτε πολλές φορές και ολόκληρα κτίρια. Στην περίπτωση αυτή, οι χρησιμοποιούμενες συσκευές είναι 'φορητές' και κυρίως αποτελούνται από τη φιάλη που περιέχει το καπνιστικό, τον εξαερωτήρα και το σύστημα πλαστικών σωληνώσεων για τη μεταφορά του αερίου κάτω από το καλυμμένο προϊόν.

3. Άλλος τρόπος για την εφαρμογή ενός καπνιστικού και ιδιαίτερα της φωσφίνης που κυκλοφορεί με τη μορφή δισκίων, είναι η απλή τοποθέτησή της μέσα στον όγκο του προϊόντος (κυρίως αποθηκευμένοι σπόροι) σε διάφορα βάθη με τη βοήθεια μακρών σωλήνων (σόντες). Η εφαρμογή αυτή μπορεί να συνδυαστεί και με παράλληλη κάλυψη του προϊόντος με πλαστικό κάλυμμα, αν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Πέρα από αυτά που προαναφέρθηκαν, σε σύγχρονες μονάδες όπου επεξεργάζονται φυτικά προϊόντα (μύλοι, σιλό, μονάδες σποροπαραγωγής) υπάρχουν ειδικές μόνιμες εγκαταστάσεις για απεντομώσεις.

Εκτός από τις κύριες συσκευές που χρησιμοποιούνται στις απεντομώσεις, απαραίτητες είναι και άλλες βοηθητικές, όπως π.χ. αναπνευστικές συσκευές ανοικτού ή κλειστού τύπου, μάσκες, συσκευές ανιχνεύσεως διαφύγης αερίου, μετρητές συγκέντρωσης αερίων κ.λ.π.

Χρησιμοποιούμενες δόσεις

Αυτές εξαρτώνται από την θερμοκρασία του χώρου, από το είδος του υλικού που περιορίζεται για απεντομωση, από την εφαρμογή ή μη υποπίεσης, από το είδος και το στάδιο του εντόμου κ.λ.π.

Γενικά για τον καθορισμό της δόσεως ασφυκτικών εντομοκτόνων πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής:

Θερμοκρασία: Οι συνιστώμενες δόσεις δίνονται για θερμοκρασία από 21⁰C-25⁰C.

Για κάθε άλλη θερμοκρασία, οι δόσεις πρέπει να διορθώνονται ως εξής:

Από 10-15 ⁰ C	Πολλαπλασιασμός της δόσης x 1 1/2
Από 16-20 ⁰ C	Πολλαπλασιασμός της δόσης x 1 1/4
Από 25 ⁰ C και πάνω	Χρησιμοποίηση των 3/4 της συνιστώμενης δόσης

Για σπόρους δεν ενδείκνυται εφαρμογής ασφυκτικού όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι κάτω από 10⁰C (ή κάτω από 15⁰C όταν χρησιμοποιούμε HCN).

Υγρασία: Στους σπόρους που προορίζονται για σπορά δεν επεμβαίνουμε με ασφυκτικά, όταν η υγρασία τους είναι πάνω από 12%. Επίσης στις περιπτώσεις ζωντανού φυτικού υλικού, δεν πρέπει η περίοδος εφαρμογής του καπνιστικού να ξεπερνάει τις 24 ώρες όταν πρόκειται για CH₃Br ή για της 72 ώρες όταν πρόκειται για άλλο ασφυκτικό.

Εναλλακτικές ουσίες αντί του βρωμιούχου μεθυλίου για την απεντόμωση αποθηκευμένων προϊόντων.

4.2 Φωσφίνη

Χημ. τύπος PH_3

Σημ. ζέσεως -87.4°C

M.B 34.04

E.B. 1.214

Ευφλεκτικότητα: Σε καθαρή μορφή πολύ εύφλεκτη (κρίσιμη συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα 1.8% κατά όγκο)

Σε κανονικές συνθήκες είναι ένα άχρωμο αέριο, πολύ τοξικό με οσμή 'άσετυλίνης' ή σκόρδου. Είναι πολύ πτητικό με υψηλή τάση ατμών. Οι ιδιότητες αυτές σε συνδυασμό με το χαμηλό μοριακό της βάρος και με ειδικό βάρος που πλησιάζει αυτό του αέρα, ευνοούν την ομοιόμορφη εξάπλωση της στο χώρο και την εύκολη διείσδυσή της μέσα στα υπό απεντόμωση προϊόντα είτε αυτά είναι χύμα είτε βρίσκονται συσκευασμένα σε υλικά περατά στα αέρια (χαρτοκιβώτια, σάκοι υφασμάτινοι κ.λ.π.)

Η Φωσφίνη εισέρχεται στον οργανισμό μέσω του αναπνευστικού συστήματος και πιστεύεται ότι καταστρέφει ή εμποδίζει τη δράση ορισμένων κυτταρικών ενζύμων.

Παρόλο που είναι ένα πολύ εύφλεκτο αέριο, έχει βρεθεί ασφαλής τρόπος χρησιμοποίησής της. Η παραγωγή της γίνεται από την αντίδραση του υπό τη μορφή δισκίων AlP ή Mg_3P_2 , με την ατμοσφαιρική υγρασία. Οι ίδιες ταμπλέτες μπορεί να περιέχουν επίσης καρβαμιδικό αμμώνιο το οποίο δίνει συγχρόνως CO_2 και NH_3 τα όποια μετριάζουν την ευφλεκτικότητα της.

Η εφαρμογή καμυλών θανατηφόρων γινομένων για τον υπολογισμό της ευαισθησίας των αρθροπόδων στα διάφορα καπνιστικά της Φωσφίνης, όπου υψηλές συγκεντρώσεις του καπνιστικού σε μικρό σχετικά χρόνο δεν δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Έτσι εκείνο που επιζητείται είναι να χρησιμοποιούμε χαμηλές συγκεντρώσεις για μακρύ χρονικό διάστημα.

Η Φωσφίνη εκτός από αρθρόποδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την καταπολέμηση επιβλαβών θηλαστικών όπως ποντικών, αρουραίων κ.λ.π.

Το καπνιστικό αυτό έχει ένα μεγάλο φάσμα εφαρμογών τόσο σε προϊόντα π.χ (κάθε είδους σπόροι δημητριακών, άλευρα αυτών, σπόροι ψυχανθών, καπνός, ελαιούχοι πλακούντες, ξηρά φρούτα και λαχανικά), όσο και σε εγκαταστάσεις όπου αποθηκεύονται ή μεταφέρονται προϊόντα (άδειες αποθήκες, σιλό, αμπάρια πλοίων).

Σήμερα το προϊόν αυτό κυκλοφορεί σε διάφορες μορφές συσκευασίας ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται.

1. Δισκία (tablets)

Είναι σκευάσματα με τη μορφή χαπιών διαμέτρου περίπου 2 cm που ζυγίζουν 3 gr και αποδίδουν 1 gr φωσφίνης μετά την πλήρη αντίδραση. Περιέχουν 57% καθαρό AIP ενώ το υπόλοιπο είναι διάφορα συστατικά που μετριάζουν την ευφλεκτικότητα της και που επίσης εμποδίζουν την απορρόφηση νερού σε υγρή μορφή αλλά που την επιτρέπουν μόνο με την αέρια μορφή. Χρησιμοποιούνται για την απεντόμωση άδειων αποθηκευτικών χώρων, αποθηκευμένων προϊόντων σε ντάνες ή σε χύμα σπόρους με τη βοήθεια σόντας. Το μειονέκτημα στην τελευταία περίπτωση είναι ότι στο προϊόν παραμένει ένα μέρος του AIP που δεν αντιδρά συνήθως πλήρως (=2%), όπως επίσης και τα προϊόντα της αντίδρασης που δεν είναι τοξικά ($Al(OH)_3$) αλλά δεν παύουν να θεωρούνται υπολείμματα. Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τη χρησιμοποίηση φακέλων φωσφίνης ή κουβερτών.

2. Σφαιρίδια (pellets)

Μικρά, σχεδόν σφαιρικά, χάπια με διαμ 9 mm και πάχος 7 mm. Ζυγίζουν 0.6 gr και αποδίδουν 0.2 gr φωσφίνης. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την απεντόμωση σιλό, όπως επίσης για την αντιμετώπιση επιβλαβών τρωκτικών στους αγρούς. Με την ίδια μορφή κυκλοφορούν επίσης σκευάσματα που περιέχουν σαν δραστική ουσία Mg_3P_2 που παράγει πολύ πιο γρήγορα φωσφίνη αφενός και αφετέρου το υπόλειμμα που δεν αντιδρά είναι της τάξης του 0.2%. Χρησιμοποιείται σε χώρους όπου θέλουμε οι εργασίες της απεντόμωσης να γίνουν γρήγορα χωρίς να υπάρξουν καθυστερήσεις λόγω αναγκαστικής αναστολής των εργασιών (μύλοι, εργοστάσια παρασκευής τροφίμων, containers σε λιμάνια ή κέντρα διακομετακομιστικού εμπορίου).

Οι χρόνοι επίδρασης του καπνιστικού ανάλογα με τις επικρατούσες θερμοκρασίες διαφέρουν ανάλογα με το σκοπό της απεντόμωσης. Εάν πρόκειται για απεντόμωση χύμα προϊόντος όπου δισκία ή σφαιρίδια εισέρχονται μέσα στον προϊόν, τότε λαμβάνεται υπόψη η θερμοκρασία του ενώ σε αντίθετη περίπτωση μετρούμε τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Πάντως καλό θα είναι οι χρόνοι δράσεως του καπνιστικού να παρατείνονται όσο αυτό είναι εφικτό.

Στην περίπτωση απεντόμωσης καπνού, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο. Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν η απεντόμωση γίνει σε θερμοκρασίες πάνω από 16⁰C. Σε θερμοκρασίες μεταξύ 16-20⁰C, η ελάχιστη περίοδος έκθεσης του προϊόντος στο καπνιστικό πρέπει να είναι 6 μέρες, ενώ για πάνω από 20⁰C, 4 μέρες. Για θερμοκρασίες μεταξύ 6-15⁰C, η φωσφίνη δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα εναντίον των τελείων της *Ephestia* και των τελείων και προνυμφών του *Lasioderma*, αλλά τα αβγά και οι πούπες είναι δυνατόν να διαφύγουν τη θανάτωση

Σήμερα οι σύγχρονοι μέθοδοι παρασκευής των δισκίων ή σφαιριδίων με τα κατάλληλα πρόσθετα, έχουν πετύχει σε μεγάλο βαθμό να περιορίσουν διάφορες αρνητικές ιδιότητες των φωσφιδίων. Έτσι, αφενός η απελευθέρωση της φωσφίνης γίνεται αρκετό χρόνο μετά την αποσφράγιση των δοχείων και αφετέρου οι κίνδυνοι ανάφλεξης έχουν περιοριστεί. Κάτω από κανονικές συνθήκες εφαρμογής (επαρκές και έμπειρο προσωπικό, απουσία φλόγας ή σπινθήρων από διάφορες ηλεκτρικές συσκευές), δε χρειάζονται να ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα, εκτός από τα απολύτως απαραίτητα όπως είναι η αποφυγή καπνίσματος ή λήψης φαγητού κατά τη διάρκεια απεντόμωσης από τους εφαρμογείς και η χρήση γαντιών.

3. Σακίδια ή φάκελοι (fumigation bags)

Υπάρχουν σακίδια διαφόρων διαστάσεων και αποτελούνται από ένα ειδικό χάρτινο περίβλημα στο εσωτερικό του οποίου βρίσκονται 34 gr σκευάσματος που αποδίδει περίπου 11.3 gr φωσφίνης. Το περίβλημα είναι περατό στους υδρατμούς (αλλά όχι στο νερό) και ρυθμίζει κατάλληλα τη σταδιακή απελευθέρωση του αερίου. Τα πλεονεκτήματα των σακιδίων είναι ότι προσφέρουν ασφάλεια χειρισμών και ότι δεν παραμένουν υπολείμματα μέσα στα προϊόντα, αφού τόσο το $Al(OH)_3$ όσο και το ποσοστό του φωσφιδίου που δεν αντέδρασε παραμένει στο σακίδιο. Τέλος, η απελευθέρωση του τοξικού αερίου μπορεί αρχικά μεν να καθυστερεί, αλλά διατηρείται σε υψηλά επίπεδα επί αρκετό χρονικό διάστημα σε σχέση πάντα με τα άλλα δυο περιγραφέντα σκευάσματα.

4. Κουβέρτες (bag blanket)

Πρόκειται για μια άλλη μορφή κυκλοφορίας των σακιδίων τα οποία στην περίπτωση αυτή είναι κλεισμένα μεταξύ δυο στενόμακρων φύλλων ειδικής χάρτινης ταινίας μήκους 4.5 m και πλάτους 20 cm. Σε κάθε κουβέρτα περιέχονται 100 σακίδια, δηλαδή 3.5 kg σκευάσματος που αποδίδει 1.2 kg περίπου τοξικού αερίου.

Οι κουβέρτες χρησιμοποιούνται για την απεντόμωση μεγάλων ποσοτήτων αποθηκευμένων αγαθών σε αποθήκες, αμπάρια πλοίων, στην ύπαιθρο κ.λ.π.

Πλεονεκτούν στο ότι εφαρμόζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα και επιτυγχάνουν οικονομία εργατικών. Όταν εφαρμόζονται σε χύμα σπόρους, ανοίγονται στην επιφάνεια αυτών αυλάκια βάθους 10-20 cm και μήκους 5 m, όπου μέσα τοποθετούνται οι ταινίες οι οποίες στη συνέχεια σκεπάζονται με το σπόρο και το όλο προϊόν καλύπτεται στο τέλος με πλαστικό που είναι αδιαπέραστο στα αέρια. Οι χώροι στους οποίους εφαρμόζονται οι κουβέρτες πρέπει οπωσδήποτε να κλείνουν ερμητικά εάν θέλουμε να έχουμε καλά αποτελέσματα και να μην κινδυνεύει το προσωπικό που τυχόν εργάζεται κοντά στην υπό απεντόμωση μονάδα. Επί εφαρμογής σε αμπάρια πλοίων κατά τη διάρκεια του ταξιδιού (όταν αυτό επιτρέπεται από τους κανονισμούς), οι μπουκαπόρτες των αμπαριών θα πρέπει να καλυφθούν και εξωτερικά με πλαστικό. Ακόμη θα πρέπει να ελεγχθεί σχολαστικά η πιθανότητα διαφυγής του αερίου σε γειτονικούς χώρους μέσω του συστήματος εξαερισμού και κυκλοφορίας του αέρα και να ελέγχεται κάθε 6 ώρες με τους ειδικούς ανιχνευτές τυχόν διαφυγή αερίου. Πάντως η χρήση κουβερτών για μια τέτοιου είδους απεντόμωση έχει νόημα μόνο όταν το ταξίδι διαρκέσει το ελάχιστο 14 μέρες, διάστημα που είναι απαραίτητο για να δράσει πλήρως το καπνιστικό. Τρεις τουλάχιστον ώρες πριν ξεφορτωθεί το απεντομωθέν προϊόν θα πρέπει να ανοιχθούν τα αμπάρια για να γίνει εξαερισμός προς αποφυγή ατυχημάτων. Η εργασία αυτή συνίσταται να γίνεται στο πέλαγος, αφού άλλωστε πολλοί κανονισμοί κρατών απαγορεύουν την χρήση και παρουσία φωσφίνης μέσα στα λιμάνια.

5. Πλακίδια και Ταινίες (platew&strips)

Τα πλακίδια αποτελούνται από πολυαιθυλένιο διαστάσεων 28x17 cm στο οποίο έχει ενσωματωθεί υψηλής καθαρότητας Mg_2P_3 και αποδίδουν 33 gr φωσφίνης. Οι ταινίες αποτελούνται από 20 ενωμένα μεταξύ τους πλακίδια και αποδίδουν 660 gr τοξικού αερίου. Οι δυο αυτές μορφές χρησιμοποιούνται για απεντομώσεις μεγάλων αποθηκευτικών χώρων, κενών ή γεμάτων με προϊόντα.

Η πλήρης απόδοση της φωσφίνης στο περιβάλλοντα χώρο συντελείται σε 3 ημέρες κάτω από κανονικές συνθήκες καπνισμού.

Γενικές οδηγίες και προετοιμασίες πριν από την εφαρμογή της φωσφίνης

Πριν από κάθε εφαρμογή της φωσφίνης θα πρέπει να παίρνουμε μερικά απαραίτητα μέτρα που στοχεύουν στο να επιτύχουν, αφενός μεν υψηλά ποσοστά επιτυχίας, αφετέρου δε να προφυλάξουν τους εφαρμογείς και στους γειτονικούς χώρους. Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, θα πρέπει:

- Να εξασφαλιστεί αρκετό προσωπικό για την εφαρμογή ώστε αυτή να τελειώσει στο μικρότερο δυνατόν χρόνο
- Να εξασφαλιστεί από την αρχή η απαιτούμενη ποσότητα σκευάσματος και κατάλληλων υλικών κάλυψης (taurpolins ή αδιαπέραστο στα αέρια πλαστικό, φαρδιά κολλητική ταινία)
- Σχολαστικό κλείσιμο με αδιαπέραστο υλικό όλων εκείνων των ανοιγμάτων της μονάδας από τα οποία μπορεί να διαφύγει το αέριο (πόρτες, παράθυρα, αγωγοί που συγκοινωνούν με γειτονικές μονάδες, ανοίγματα συστήματος εξαερισμού, ανθρωποθυρίδες, ανοίγματα συστήματος κλιματισμού, οπές στους τοίχους από τους οποίους περνούν σωλήνες κ.λ.π.)
- Κάλυψη με ειδικό πλαστικό οργάνων ή συσκευών από χαλκό, χρυσό, ασήμι ή άλλα πολύτιμα μέταλλα όπως και των οραμάτων αυτών (μοτέρ, μετρητές, διακόπτες, συστήματα συναγερμών, ηλεκτρονικοί πίνακες, γυμνές επαφές καλωδίων). Μικρές επιφάνειες όπως επαφές ή ακροδέκτες μπορεί να προστατευθούν εάν καλυφθούν με παραφίνη
- Έγκαιρη αναγγελία της απεντόμωσης στις αρμοδίας αρχές της περιοχής
- Τοποθέτηση σχετικών προειδοποιητικών πινακίδων σε καίρια σημεία της μονάδος
- Ειδοποίηση και κατάλληλη πληροφόρηση των προσώπων που εργάζονται στη μονάδα ή που κατοικούν στη γύρω περιοχή, σχετικά με την απεντόμωση
- Παροχή λεπτομερών οδηγιών στους εφαρμογείς
- Έλεγχος για την απομάκρυνση όλων των ανθρώπων ή ζώων που υπάρχουν στη μονάδα ή βρίσκονται σε μικρή απόσταση από αυτή
- Απαγόρευση εισόδου στην περιοχή προσώπων καθ' όλη τη διάρκεια που διαρκεί ο υποκαπνισμός .

Αερισμός μετά τη λήξη της απεντόμωσης

Μετά το πέρας της απεντόμωσης, ειδικευμένο προσωπικό έχοντας στη διάθεσή του κατάλληλους ανιχνευτές φωσφίνης και μάσκες, για κάθε ενδεχόμενο, προβαίνει στην αποσφράγιση της εισόδου της μονάδας. Η εργασία αυτή θα πρέπει να γίνεται κατά ζευγάρια για μεγαλύτερη ασφάλεια του προσωπικού. Στη συνέχεια ανοίγονται τα παράθυρα και τίθεται σε λειτουργία το σύστημα εξαερισμού, εάν υπάρχει. Αφού απομακρυνθούν τα πλαστικά καλύμματα των προϊόντων, αφήνεται η μονάδα να αεριστεί καλά για αρκετές ώρες, μέχρι ότου οι ειδικοί ανιχνευτές δείξουν ότι δεν υπάρχουν επικίνδυνες συγκεντρώσεις του αερίου στο περιβάλλον. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στα σημεία εκείνα που βρίσκονται οι ντάνες των εμπορευμάτων, επειδή σε ορισμένα προϊόντα ή και υλικά συσκευασίας είναι δυνατόν να έχουν ‘εγκλωβιστεί’ ποσότητες αερίου, το οποίο αποδίδουν στην ατμόσφαιρα για αρκετό διάστημα και μετά τον αερισμό της αποθήκης

Ανίχνευση

Η ανίχνευση στον αέρα τυχόν υπολειμμάτων φωσφίνης σε χώρους που απεντομώθηκαν με αυτή, γίνεται εύκολα με τη χρήση ειδικών γυάλινων σωλήνων το περιεχόμενο των οποίων αλλάζει χρώμα παρουσία PH_3 . Οι ανιχνευτές αυτοί μπορούν να ανιχνεύσουν συγκεντρώσεις από 20-800 ppm (για μέτρηση της συγκέντρωσης της φωσφίνης κατά την απεντόμωση χώρων) ή από 0,1-4 ppm (για χρήση του προσωπικού που εισέρχεται στους χώρους μετά τον αερισμό). Υπάρχουν επίσης και ηλεκτρονικοί φορητοί ανιχνευτές οι οποίοι κοστίζουν ακριβότερα, αλλά πλεονεκτούν στο ότι δίνουν γρηγορότερα και πιο ακριβή αποτελέσματα.

Υπολείμματα στα προϊόντα

Γενικά η φωσφίνη απομακρύνεται από τα προϊόντα μετά τον αερισμό και στη συνέχεια οξειδώνεται σε φωσφορικό οξύ, μια ουσία που υπάρχει στη φύση. Εκείνο όμως που έχει σημασία είναι το ποσοστό του σκευάσματος που δεν αντιδρά και παραμένει σαν AlP ή Mg_3P_2 ιδίως μέσα σε χύμα σπόρους. Σ’ αυτή τη περίπτωση, τέτοιου είδους υπολείμματα θα πρέπει να απομακρύνονται με αναρρόφηση. Τα όρια ανεκτών υπολειμμάτων στις παντός είδους τροφές ποικίλουν από χώρα σε χώρα. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι στις περισσότερες

χώρες το όριο σε σπόρους είναι 100 mg φωσφίνης ανά τόνο (0,1 ppm), ενώ στα προϊόντα τους και σε διάφορες τροφές είναι 10 mg/t (0.01 ppm).

Ο Dietrich και συν. (1967) δίνουν σε σχετική εργασία ένα εκτενή κατάλογο από τροφές που απεντόμωθηκαν με φωσφίνη, ο οποίος περιλαμβάνει διάφορα άλευρα, τροφές, αποξηραμένα φρούτα κ.λ.π.. Η υψηλότερη τομή υπολείμματος που σημειώθηκε μετά από αερισμό των προϊόντων αυτών για 48 ώρες ήταν 0.017 ppm σε αποξηραμένα μήλα, ενώ στις περισσότερες άλλες περιπτώσεις, οι τιμές υπολειμμάτων κυμαινόταν στο 0.01 ppm ή και λιγότερο. Σε γενικές γραμμές, η σωστή χρησιμοποίηση της φωσφίνης, η τήρηση των δόσεων που συνιστά η παρασκευάστρια εταιρία και ο καλός αερισμός μετά την απεντόμωση δεν δημιουργεί προβλήματα όσον αφορά την παρουσία υψηλών τιμών υπολειμμάτων. Παραμένει βέβαια πάντα το ερώτημα κατά πόσο η φωσφίνη μπορεί να αντιδράσει με ορισμένα συστατικά των τροφών και να σχηματισθούν νέες σταθερές χημικά, ενώσεις. Οι μέχρι στιγμής έρευνες δείχνουν ότι έστω κι' αν αυτό συμβαίνει, τα υπολείμματα αυτά είναι σε εξαιρετικά μικρές ποσότητες, δύσκολο πολλές φορές και να ανιχνευθούν.

Καταστροφή των υπολειμμάτων υποκαπνισμού

Μετά την απεντόμωση, πρέπει να συλλεγεί προσεκτικά και χωρίς να αναπνευσθεί η σκόνη που προέκυψε από την αντίδραση των ταμπλετών ή των σφαιριδίων και να μεταφερθεί σε ένα βαρέλι στο οποίο υπάρχει νερό και 2% απορρυπαντικό (για μείωση της επιφανειακής τάσης). Όταν σταματήσει η παραγωγή φυσαλίδων (που οφείλεται στην παραγωγή PH_3 από σκεύασμα που δεν είχε αντιδράσει πλήρως κατά την απεντόμωση), τότε χύνουμε το νερό σε αγωγό λυμάτων. Σε χώρες όπου αυτό επιτρέπεται, μπορεί να γίνει ταφή της σκόνης κατευθείαν στο έδαφος ή ακόμη κάψιμό της. Τα σακίδια και οι κουβέρτες πρέπει να πετάγονται σε ειδικούς κάδους αποβλήτων ή όπου αυτό επιτρέπεται, να θάβονται.

Τοξικολογία

Η φωσφίνη είναι ένα δηλητήριο που επιδρά καταστροφικά στον μεταβολισμό των κυττάρων τόσο των αρθροπόδων όσο και άλλων οργανισμών (μαλακίων, ερπετών, πτηνών, θλαστικών). Η είσοδος στον οργανισμό γίνεται είτε από την

αναπνευστική οδό, είτε από το στόμα. Απορρόφηση από το δέρμα δεν παρατηρήθηκε.

Σε σχετικά πειράματα χορήγησης φωσφίνης από την αναπνευστική οδό σε γάτες, έδειξαν ότι τα πειραματόζωα κατέληγαν μετά από 35-46 ώρες όταν είχαν εκτεθεί σε συγκεντρώσεις 5 vpm (5 ppm), μετά από 5 ώρες σε 25 vpm και σε 2 ώρες σε 120 vpm. Πάντως από έρευνες που έγιναν από το Γερμανικό Ινστιτούτο Ερευνών (DFG) καταδείχθηκε ότι συγκεντρώσεις μέχρι 2.5 vpm μπορούν να αποικοδομούνται συνεχώς, από τον οργανισμό.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις στις οποίες μπορεί να εκτίθεται ένας εργαζόμενος όταν εργάζεται 8 ώρες ημερησίως επί 5 ημέρες, ποικίλουν από χώρα σε χώρα. Έτσι, στη Γερμανία είναι 0.1 vpm, ενώ στις Η.Π.Α., 0.3 vpm. Εάν χρειασθεί κάποιος εργάτης να εργαστεί κάτω από υψηλότερες συγκεντρώσεις τότε μπορεί να εκτεθεί για 1 μόνο φορά την εβδομάδα σε 1 vpm για 7 ώρες ή σε 25 vpm για 1 ώρα ή σε 50 vpm για 5 λεπτά. Βέβαια όλα αυτά έχουν νόημα κυρίως για τους εργαζόμενους σε εργοστάσια παραγωγής φωσφίνης, όπου υπάρχει συνεχής έκθεση των εργατών στην τοξική ουσία. Οι εφαρμογείς στα συνεργεία απεντομώσεων, σπάνια εκτίθενται σε επικίνδυνες συγκεντρώσεις εάν τηρούνται όλα τα μέτρα ασφάλειας και οι σωστές δασολογίες.

Συμπτώματα δηλητηριάσεως, πρώτες βοήθειες

- 1) Ελαφρά δηλητηρίαση. Αίσθημα κόπωσης, βούισμα αυτιών, ναυτία, πονοκέφαλος, εμετός. Τα συμπτώματα αυτά παρέρχονται συνήθως με τη μεταφορά του πάσχοντα στον καθαρό αέρα.
- 2) Μέτρια έως βάρια δηλητηρίαση. Τα προηγούμενα συμπτώματα ακολουθούνται από δύαρια, πόνο στο στήθος, ξηρό βήχα, έντονοι δίψα, αστάθεια βαδίσματος, έντονο πονά στα άκρα, μυδρίαση και τέλος απώλεια των αισθήσεων.

Πρώτες βοήθειες: μεταφορά του πάσχοντος σε καθαρό αέρα, ακινησία, τύλιγμα με οτιδήποτε θα κράτησε το σώμα ζεστό, κλήση ιατρού, μεταφορά σε νοσοκομείο.

Στην περίπτωση δηλητηριάσεως από την αναπνευστική οδό, χορήγηση βροχολυτικών και αντιβηχικών σε πρώτη φάση.

Εάν η λειψή της τοξικής ουσίας έγινε από το άτομο, πρόκληση εμετού και χορήγηση 0.1% υπερμαγγανικό καλίου μέχρις ότου τα εξερχόμενα του στομάχου

υγρά να αποβάλλουν τη χαρακτηριστική όσμη της φωσφίνης, στη συνέχεια χορήγηση ενεργού άνθρακα.

Σε περιπτώσεις βαριάς δηλητηρίασης που μπορεί να οδηγήσει σε πνευμονικό οίδημα, η αντιμετώπιση γίνεται σε μονάδες εντατικής παρακολούθησης και η θεραπεία είναι συμπτωματική επειδή δεν υπάρχει ειδικό αντίδοτο.

Προφυλάξεις

Η εφαρμογή της απαιτεί μεγάλη προσοχή και η χρήση της σε κατοικημένους χώρους θα πρέπει να αποφεύγεται οπωσδήποτε. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγεται η παρουσία φλόγας ή ηλεκτρικών σπινθήρων (για τον κίνδυνο ανάφλεξης).

Όταν οι προς απεντόμωση χώροι είναι πολύ μεγάλοι και απαιτείται εφαρμογή μεγάλων ποσοτήτων φωσφίνης, η παρουσία του αερίου θα πρέπει να ανιχνεύεται ανά πάσα στιγμή και σε περίπτωση που αυτή διαπιστωθεί να χρησιμοποιηθούν μάσκες με ειδικά φίλτρα. Πρέπει όμως να γίνει σαφές ότι σε υψηλές συγκέντρωσης φωσφίνης, τα φίλτρα δεν μπορούν να προστατεύσουν τους χρήστες, ένα κανονικού μεγέθους φίλτρο ειδικό για τη φωσφίνη, προσφέρει ικανοποιητική προστασίας μόνο όταν η συγκέντρωσή της στον αέρα είναι μέχρι 0.5% (σε αντίθεση με το 2% που συχνό είναι το όριο για τα άλλα καπνιστικά).

Φυτοτοξικότητα

Γενικά, η φωσφίνη δεν είναι τοξική, αλλά θα πρέπει να αποφεύγεται η απεντόμωση φυτών των οποίων τα κύτταρα βρίσκονται σε σπαργή, λαχανικών και φρούτων. Επίσης πριν από κάθε απεντόμωση φυτικών προϊόντων με ιδιαίτερο άρωμα και γεύση (π.χ. τσάι, μπαχαρικά), θα πρέπει να γίνεται μια δοκιμή διότι ενδέχεται να αλλοιωθούν ορισμένα ευαίσθητα χαρακτηριστικά τους και να υποβαθμιστεί το προϊόν ποιοτικώς.

Παρουσία της φωσφίνης στην ατμόσφαιρα

Έρευνες στη Γερμανία το 1987 για λογαριασμό της εταιρίας Detia FREYBERG GmbH, έδειξαν ότι πιθανές έμμεσες επιδράσεις της PH_3 στο περιβάλλον, π.χ. καταστροφή του όζοντος της στρατόσφαιρας, δεν είναι δυνατή λόγω της μη δυνατότητας εισόδου του αερίου στη στρατόσφαιρα. Αυτό συμβαίνει γιατί η PH_3 αντιδρά έντονα με ελεύθερες ρίζες OH. Με μια κατά M.O. συγκέντρωση ελεύθερων ριζών OH της τάξης του $5 \times 10^5 / \text{cm}^3$, η ημιπερίοδος ζωής του PH_3 είναι περίπου 28 ώρες, τις ηλιόλουστες μάλιστα μέρες όπου συγκέντρωση ριζών OH είναι πολύ υψηλή, η ημιπερίοδος ζωής μπορεί να είναι λιγότερο από 5 ώρες. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, η τοξική αυτή ουσία εξουδετερώνεται στην τροπόσφαιρα πολύ γρήγορα.

4.3 ΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ (ΕΤΟ, Oxirane)

Χημ. Τύπος $(\text{CH}_2)_2\text{O}$

Σημ. ζέσεως 10.7°C

Μορ. Βάρος 44.05

Ε. βάρος 1.52

Ευφλεκτικότητα: Εύφλεκτο (χρησιμοποίηση με CO_2 σε αναλογία 1:9

Τοξικότητα: Μικρή στις χρησιμοποιούμενες δόσεις, πάντως υπάρχει κίνδυνος από παρατεταμένη αναπνοή του αερίου.

Φυτοτοξικότητα: Ακατάλληλο για σπόρους, φυτώρια και γενικά για αναπτυσσόμενα φυτά. Κατάλληλο για απεντόμωση χώρων πριν από την αποθήκευση και για ξηρές σπώρες. Πριν από κάθε απεντόμωση φυτικού υλικού θα πρέπει να ελέγχεται η φυτοτοξικότητά του.

Δράση του στις τροφές και υπολείμματα: Καταστρέφει ορισμένα αμινοξέα και βιταμίνες που υπάρχουν στις τροφές και σε συγκεντρώσεις πάνω από 68 ppm σχηματίζει ανεπιθύμητες ενώσεις.

Πίνακας 13

Δόσεις χρησιμοποίησης του οξειδίου του αιθυλενίου για διάφορες χρήσεις
(θερμοκρασία $20-25^\circ\text{C}$)

Τρόφιμα (απεντόμωση σε κενό)	$100\text{gr}/\text{m}^3 \times 3$ ώρες
Τρόφιμα (απολύμανση για μικρόβια και μύκητες)	$500\text{gr}/\text{m}^3 \times 6$ ώρες
Για απολύμανση χώρων	$400\text{gr}/\text{m}^3 \times 12$ ή 24 ώρες 2.2% $(\text{CH}_2)_2\text{O}+$ 19.2% CO_2

4.4 ΥΔΡΟΚΥΑΝΙΟ

Χημικός τύπος	HCN
Σημείο ζέσεως	26 °C
Ειδικό βάρος	0.9

Κυκλοφορεί υγροποιημένο, προσροφημένο σε αδρανή υλικά για την αποφυγή εκρήξεως. Κατά την εφαρμογή του πρέπει να αποφεύγεται η παρουσία οποιασδήποτε φλόγας.

Τοξικότητα: Πολύ μεγάλη για θηλαστικά και αρθρόποδα.

Φυτοξικότητα: Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε φυτά που βρίσκονται σε σπαργή γιατί είναι πολύ ευδιάλυτο και μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα. Χρησιμοποιείται για αποθηκευμένα προϊόντα, πολλαπλασιαστικό υλικό σε κατάσταση λήθαργου όπως και για απεντόμωση ολόκληρων φυλλοβόλων δένδρων (κυρίως εναντίων κοκκοειδών).

Δράση του στις τροφές και υπολείμματα: Θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του για απεντομώσεις ξηρών φρούτων που περιέχουν αναγωγικά σάκχαρα με τα οποία σχηματίζει κυανυδρίνες. Γενικά στις χρησιμοποιούμενες δόσεις (1.5% κατ' όγκο) δεν παρουσιάζει προβλήματα αν το προϊόν μετά την απεντόμωση αεριστεί καλά.

Πίνακας 14

Δόσεις χρησιμοποίησης του υδροκυανίου για απεντόμωση διαφόρων φυτικών υλικών (απαιτούμενη θερμοκρασία περιβάλλοντος >10 °C σύγχρονη λειτουργία ανεμιστήρων για καλύτερη κατανομή στο χώρο).

Νωπά φρούτα*	6gr/m ³ X 35'
Πολ/στικό υλικό (εναντιών της ψώρας San Jose)	6gr/m ³ X 30'
Βολβοί λουλουδιών (για δίπτερα)	6gr/m ³ X 6 h
Βολβοί λουλουδιών (για ακάρεα)	6gr/m ³ X 24 h
Αποθηκευτική χώραι (κάτω από tarpaulins)	40gr/m ³ X 16-24 h
Σιτηρά σε σάκους	2.5gr/m ³ X 3 h
Ξηροί καρποί (αμύγδαλα, καρύδια, φιστίκια κ.λπ.)	32gr/m ³ X 24 h
Καπνός	34gr/m ³ X 48-72 h

Αν και γενικά το HCN αντενδείκνυται για απεντόμωση νωπών φρούτων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε Avocado, πορτοκάλια, λεμόνια, γρέιπ φρουτ για την θανάτωση κοκκοειδών και θριπών όπως επίσης και για την καταπολέμηση του θρίπα των φασολιών.

4.5 Άλλοι τρόποι αντιμετώπισης των εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα

A. βιολογικές μέθοδοι

Εδώ κυρίως ανήκουν οι μέθοδοι καταπολέμησης με τη χρήση αρπακτικών αθροπόδων, ρυθμιστικών της ανάπτυξης ουσιών. Βακτηρίων, ιών, πρωτόζωων κ.λπ. Αν και η εφαρμογή τέτοιων μεθόδων που παρακάμπτει τα προβλήματα των δυσμενών επιδράσεων από τη χρήση χημικών μέσων είναι δυνατή, στην πράξη παρουσιάζονται πολλά προβλήματα. Ίσως οι μόνες μέθοδοι που υπόσχονται αρκετά για το μέλλον, είναι η χρήση των ρυθμιστών ανάπτυξης και του βακτηρίου *Bacillus thuringiensis* εναντίων λεπιδοπτέρων εντόμων αποθηκών. Η χρήση του τελευταίου μάλιστα μπορεί να συνδεθεί και με χρήση καπνιστικών όπως η φωσφίνη και σε λιγότερο βαθμό το βρωμιούχο μεθυλίου που μπορεί να σκοτώσει τα σπόρια του βακτηρίου.

B. Χρήση ελεγχόμενων ατμοσφαιρών

Με τη μέθοδο αυτή προσπαθούμε να ελέγξουμε πληθυσμούς εντόμων που προσβάλλουν προϊόντα που βρίσκονται σε μεγάλους αλλά καλά κλεισμένους χώρους (σιλό, containers) μεταβάλλοντας την σύνθεση του ατμοσφαιρικού αέρα είτε προσθέτοντας CO₂ ή N₂ ή αφαιρώντας O₂. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουμε να δημιουργήσουμε συνθήκες δυσμενείς για την επιβίωση όχι μόνο των αθροπόδων αλλά και μυκήτων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα.

Εκτός από την επέμβαση στη σύνθεση του ατμοσφαιρικού αέρα που περιβάλλει το προϊόν, μπορούμε επίσης να επέμβουμε στη σχετική του υγρασία ή στην ατμοσφαιρική πίεση. Τις περισσότερες φορές, γίνεται συνδυασμένη χρήση των παραπάνω μεθόδων ώστε να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Π.χ. σε πειράματα που έγιναν με τέλεια των εντομών *Tribolium confusum*, *T. castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, βρέθηκε ότι η ελάττωση της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας που περιέχει 99% N₂ από 68% σε 9%, αύξησε την θνησιμότητα των εντόμων αυτών από 3% σε 98% για τα δύο πρώτα και στο 40% για το τρίτο.

Γενικά η μέθοδος αυτή δεν έχει γενικευθεί γιατί απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις που ανεβάζουν το κόστος απεντόμωσης παρόλο που πλεονεκτεί στο ότι μπορεί να ελέγξει τόσο εντομολογικές όσο και μυκητολογικές προσβολές, δεν αφήνει ανεπιθύμητα υπολείμματα, δεν επηρεάζει δυσμενώς το προϊόν ή τις εγκαταστάσεις όπου αυτό είναι αποθηκευμένο και δε φαίνεται να επηρεάζει την βλαστική ικανότητα των σπόρων.

Γ. χρήση υψηλών θερμοκρασιών

Η ευαισθησία των εντόμων στις υψηλές θερμοκρασίες ποικίλλει, αλλά κανένα έντομο δε μπορεί να επιζήσει για πολύ εάν εκτεθεί σε θερμοκρασία 60 ως 65 °C. Στην πράξη χρησιμοποιούμε θερμοκρασίες 52 ως 55 °C για 3-4 ώρες. Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά αποτελεσματική αλλά απαιτεί την ύπαρξη ειδικών συσκευών. Μπορεί κυρίως να εφαρμοστεί σε κατάλληλα εξοπλισμένα εργοστάσια παραγωγής ψωμιού ή σε κονσερβοποιεία.

Δ. χρήση χαμηλών θερμοκρασιών

Η χρήση χαμηλών θερμοκρασιών σαν εναλλακτικός τρόπος καταπολέμησης των εντόμων είναι σε πολλές περιπτώσεις αποτελεσματική χωρίς να προκαλεί αλλοιώσεις στα προϊόντα ή να καταστρέφει ορισμένα συστατικά τους, όπως συμβαίνει με τη χρήση υψηλών θερμοκρασιών. Βέβαια, τις περισσότερες φορές απαιτεί πολυδάπανες εγκαταστάσεις αλλά σε ψυχρές χώρες μπορεί να χρησιμοποιηθεί αδάπανα αν εκθέσουμε το χειμώνα τα προϊόντα ή και τις εγκαταστάσεις όπου αυτά παρασκευάζονται ή μεταποιούνται, σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος για αρκετές μέρες.

Θα πρέπει όμως να έχουμε υπ' όψη μας όταν μεταχειριζόμαστε αυτή τη μέθοδο, τα εξής:

1. Υπάρχουν έντομα που πεθαίνουν σε θερμοκρασίες που είναι πάνω από το σημείο πήξεως της αιμολέμφου τους, άλλα που πεθαίνουν μόλις οι ιστοί τους παγώσουν και άλλα που μπορούν να επιβιώσουν, έστω κι αν εκτεθούν για πολλές ώρες σε θερμοκρασίες μέχρι και -15°C ή -20°C .
2. Πολλά έντομα μπορούν να αντέξουν θερμοκρασίες χαμηλότερες από αυτές όπου φυσιολογικά θα πέθαιναν, αν εγκλιματισθούν για ορισμένο χρονικό διάστημα σε θερμοκρασίες κατώτερες από αυτές που ζουν συνήθως. Π.χ. το έντομο *Cryptolestes ferrugineus* αν εκτεθεί στους -12°C επί 72 ώρες πεθαίνει, αν όμως για 4 εβδομάδες υποστεί θερμοκρασίες 15°C , τότε ένα ποσοστό 61% τέλειων κατορθώνει να επιβιώσει για 4 εβδομάδες στους -12°C .
3. Τα διάφορα στάδια ενός εντόμου παρουσιάζουν και διαφορετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι π.χ. τα τέλεια του *Acanthoscelides obtectus* είναι πολύ ευαίσθητο από τις προνύμφες του.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι σε συνδυασμό με τις συσκευές ψύξεως, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ρεύματα ψυχρού αέρα που βοηθούν στο πτώση της θερμοκρασίας και στη γρήγορη ψύξη ολόκληρης της μάζας των προϊόντων.

Ο χρόνος εφαρμογής των χαμηλών θερμοκρασιών είναι αντίστροφα ανάλογος με τη θερμοκρασία που θα εφαρμόσουμε. Στη πράξη, χρησιμοποιούμε τις θερμοκρασίες και τους χρόνους που φαίνονται στο πίνακα 15.

Πάντως, όπως προαναφέρθηκε η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε στα πολύ ψυχρά κλίματα είτε σε μικρή κλίμακα με τη χρησιμοποίηση ψυγείων οικιακής ή επαγγελματικής χρήσης.

ΠΙΝΑΚΑ 15

Χρόνος έκθεσης των εντόμων σε διάφορες χαμηλές θερμοκρασίες για καταπολέμησή τους

Στάδιο έκθεσης του εντόμου	Θερμοκρασία	Χρόνος έκθεσης (ώρες)
Τέλεια και προνύμφες	-10	24-30
Τέλεια και προνύμφες	-15	10-20
Τέλεια και προνύμφες	-20	10-12
Πούπες , αβγά και ανθεκτικά είδη	-10	30-48
Πούπες , αβγά και ανθεκτικά είδη	-15	20-40
Πούπες , αβγά και ανθεκτικά είδη	-20	12-13

Πηγή: Gelosi, A, 1998

Ε. Χρήση ιονιζουσών ακτινοβολιών

Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες, μπορεί να χρησιμοποιηθούν εναντίον εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα κατά δυο τρόπους: είτε εφαρμοζόμενες κατευθείαν στα αποθηκευμένα προϊόντα είτε χρησιμοποιούμενες για να στείρωσουμε έντομα, με αντικειμενικό σκοπό τη βαθμιαία μείωση των πληθυσμών τους. Η εφαρμογή τους για στείρωση εντόμων δε βρήκε έδαφος στην περίπτωση των εντόμων αποθήκης γιατί τα στείρα έντομα εξακολουθούν τρεφόμενα να προκαλούν ζημιές στα προϊόντα.

Δύο κυρίως τύποι ακτινοβολίας έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για απεντόμωση προϊόντων: γ ακτινοβολία που παράγεται από ραδιενεργά ισότοπα (Co-60 ή Cs-137) και ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας (σωματίδια β μεγίστης ενέργειας 10 megavolts) που κατευθύνονται επάνω στο προϊόν που κινείται σε λεπτό στρώμα μπροστά από το μηχάνημα σάρωσης. Οποσδήποτε η ακτινοβολία γ είναι πιο αποτελεσματική γιατί έχει πολύ μεγαλύτερη ικανότητα διείσδυσης.

Η χρήση ακτινοβολιών εναντίον εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων είναι μια μέθοδος που δεν αφήνει κατάλοιπα στα προϊόντα και σε αρκετές περιπτώσεις, απεδείχθη κατάλληλη σαν μέθοδος προστασίας τους. Το κυριότερο μειονέκτημά της είναι το υψηλό κόστος των εγκαταστάσεων που απαιτεί η εφαρμογή της . Κυρίως

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι ένα ευρέως φάσματος υποκαπνιστικό εδάφους κυρίως σε καλλιέργειες θερμοκηπίου αλλά και σε υπαίθριες καλλιέργειες καθώς και σε σπορεία. Επίσης χρησιμοποιείται και στις απεντομώσεις κτιρίων και αποθηκευμένων προϊόντων. Θεωρείται δίκαια το καλύτερο στην κατηγορία του, γιατί παρουσιάζει υψηλή πτητικότητα και επομένως διαχέεται εύκολα και φθάνει σε σημεία που τα άλλα υποκαπνιστικά αδυνατούν να φτάσουν.

Η διαφυγή του στην ατμόσφαιρα κατά τη χρήση του ζημιώνει τη στοιβάδα του όζοντος που αποροφά ένα μεγάλο μέρος της επικίνδυνης υπεριώδους ακτινοβολίας. Έτσι, με την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ το 1997 οριστικοποιήθηκε το πρόγραμμα εξάλειψης του βρωμιούχου μεθυλίου για τις αναπτυγμένες χώρες όπου εντάσσεται και η χώρα μας.

Συνεπώς, η κατάργησή του θα επιφέρει πολλά προβλήματα στους έλληνες παραγωγούς κηπευτικών προϊόντων για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων.

Στις προτεινόμενες χημικές εναλλακτικές λύσεις περιλαμβάνονται το νηματοκτόνο Cadusfos, το 1.3 dichloropropene (CONDOR), τα υποκαπνιστικά με βάση το ισοθειοκυανούχο μεθύλιο metham sodium και dazomet και η ασβεστούχος κυαναμίδη όπου η εφαρμογή των οποίων έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Όσον αφορά τις φυσικές εναλλακτικές λύσεις ιδιαίτερη διάδοση παρουσιάζει η ηλιοαπολύμανση η οποία θεωρείται ως η πιο αξιόλογη μέθοδος διότι είναι φιλική προς το περιβάλλον τον χρήστη και τον καταναλωτή διότι δεν αφήνει υπολείμματα στα συγκομιζόμενα προϊόντα. Ένα από τα μειονεκτήματα εφαρμογής της μεθόδου είναι ο μεγάλος χρόνος της απολύμανσης (6-10 εβδομάδες). Η παστερίωση του εδάφους με ατμό απαιτεί ιδιαίτερο εξοπλισμό από τους παραγωγούς γεγονός που επιβαρύνει το κόστος απολύμανσης, ενώ ταυτόχρονα επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με CO₂ από τις καύσεις των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του ατμού.

Συμπερασματικά, η ολοκληρωμένη διαχείριση των εδαφογενών παθογόνων, εντόμων, νηματοδών συνιστά την οικονομικότερη, αποτελεσματικότερη και περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδο προσέγγισης του προβλήματος που προκύπτει από την σταδιακή εγκατάλειψη της χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου. Ο συνδυασμός της ηλιοαπολύμανσης με χημικά απολυμαντικά όπως το 1.3 dichloropropene, η ασβεστούχος κυαναμίδη καθώς και η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών και υποκειμένων στις ασθένειες και τους κομβοηματοδείς και η βιοαπολύμανση είναι η

μόνη αξιόλογη μέθοδος για την αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αντωνίου, Π.Π. 1995, συμβολή της ηλιοαπολύμανσης του εδάφους στην αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών και η επίδραση της στην ανταγωνιστική μικροχλωρίδα του εδάφους, διδακτορική διατριβή, Γ.Π.Α. Αθήνα σελ. 13- 32

Αναστασιάδης, 1999, το νηματοκτόνο cadusafos και μεριές ιδιότητες του στις ετήσιες καλλιέργειες, 3 ο διεθνές συνέδριο για τις εναλλακτικές λύσεις του βρωμιούχου μεθυλίου, Πρακτικά, Ηράκλειο, 7-10 Δεκεμβρίου σελ 19-23

Έλενα, Κ. Παπλωματάς, Π-Π, Ν. 1999 βιοαπολύμανση μια εναλλακτική μέθοδος για την αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων, 3ο διεθνές συνέδριο για τις εναλλακτικές λύσεις του βρωμιούχου μεθυλίου, Πρακτικά, Ηράκλειο, 7-10 Δεκεμβρίου 1999 σελ 13-17

Γενειατάκης, Γ. 2002, προσεκτική χρήση και όχι κατάργηση του βρωμιούχου μεθλίου, γεωργική τεχνολογία 1 σελ 60-68

Καμίνι Ε.Π.Ε, 2000, απολύμανση του εδάφους με ατμό όσα πρέπει να γνωρίζει ο παραγωγός, γεωργική τεχνολογία, από θερμοκήπιο 2000 σελ 101-108

Ευθυμιάδης Κ+Ν 1998, τεχνικό δελτίο προϊόντος 1.3 dichloropropene (CONDOR), τμήμα ανάπτυξης και έρευνας σελ 1-6

Μπαλαγιάννης, Π.Γ. 1994, εγχειρίδιο γεωργικών φαρμάκων, εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ 211-215,291

Παπαδοπούλου-Μαυρίδου, Ε.1991. Γεωργικά φάρμακα μέρος Ι, ΑΠΘ, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη, σελ 183

Παπαπαναγιώτου, Α.2002. Εργαστηριακές σημειώσεις φαρμακολογίας. ΤΕΙ Μεσολογγίου, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Μεσολόγγι, σελ 115-131

Σταμόπουλος, Δ.Κ. 1995. Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών, εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ 34-67.

Χριστοδουλάκης, Π. 1998. Φυτοφάρμακα-Περιβάλλον. Πρακτικά 2ης Πανελλήνιας Συνάντησης Φυτοπροστασίας, 5-7 Μάιου Λάρισα, σελ 169-176

Χελαφαρμ ΑΕ, 2000, η μέθοδος PERLKA για την απολύμανση-αναζωογόνηση-βελτίωση εδαφών, από θερμοκήπιο 2000 εκδόσεις γεωργική τεχνολογία, Αθήνα σελ 110-116

Dieterish, W.H. etal, 1997. Hydrogen phosphideas a fumigant for foods, feeds and processed food products. Residue Rev. 19:135-149