

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ:

«Συγκριτική παρακολούθηση των υπολειμμάτων επιλεγμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε υπαίθρια και υπό κάλυψη υδροπονική καλλιέργεια τομάτας»

Γιαννουσοπούλου Όλγα

ΒΟΛΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2004

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Συγκριτική παρακολούθηση των υπολειμμάτων επιλεγμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε υπαίθρια και υπό κάλυψη υδροπονική καλλιέργεια τομάτας»

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων καθηγητής:

1^{ος} Εξεταστής

2^{ος} Εξεταστής

Τσιρόπουλος Νικόλαος

Κίττας Κωνσταντίνος

Χα Αβραάμ

Επίκουρος Καθηγητής

Καθηγητής

Επίκουρος Καθηγητής

Γιαννουσοπούλου Όλγα

ΒΟΛΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2004



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 4194/1
Ημερ. Εισ.: 15-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2004
ΓΙΑ

Στους γονείς μου, την αδερφή μου και στη μνήμη

των παιπούδων μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά το πέρας της παρούσης εργασίας αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Τσιρόπουλο Ν., Επίκουρο Καθηγητή του Π.Θ., για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε στο διάστημα διεξαγωγής του πειράματος και των μετρήσεων, όπως και τους κύριους Κίττα Κ., Καθηγητή του Π.Θ, και Χα Α, Καθηγητή του Π.Θ που συνέβαλαν στην διεκπεραίωση του πειράματος και τη διόρθωση του γραπτού κειμένου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κύριους Χ. Λύκα και Δ. Λύκα για την τεχνική υποστήριξη και τη βοήθεια που προσέφεραν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τελειώνοντας, θα ήθελα να αναφέρω, πως η πολυτιμότερη βοήθεια ήταν αυτή της οικογένειάς μου, αφού η επιτυχία ενός φοιτητή εξαρτάται από την οικονομική και ψυχική υποστήριξη, που μόνο οι γονείς μπορούν να προσφέρουν. Θα ήταν επίσης εύλογο να ευχαριστήσω την συμφοιτήτριά μου Κασσαβέτη Κατερίνα για την μοναδική συνεργασία μας εντός και εκτός εργαστηρίου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΗΜΕΡΑ	12
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	12
1.2 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΗΜΕΡΑ	12
1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ	14
1.4 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	16
1.5 ΕΔΑΦΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ	17
1.5.1 Βασική λίπανση	17
1.5.2. Κατεργασία εδάφους.....	18
1.6 ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	18
1.7 ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ	18
1.7.1 Αποστάσεις φύτευσης.....	18
1.7.2 Μεταφύτευση.....	20
1.8 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	21
1.8.1 Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου	21
1.8.2. Πότισμα στο θερμοκήπιο	22
1.8.3 Επιφανειακή λίπανση.....	22
1.8.4 Κλάδεμα	23
1.8.5 Υποστύλωση	25
1.9 ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ-ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ	25
1.10 ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ	26
1.11 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΡΠΟΥ	27
1.12 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	28
1.13 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ.....	30
1.14 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	30
2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	32
2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ	32
2.2 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	32
2.2.1 Διάκριση των υδροπονικών συστημάτων με βάση τη διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος.....	32
2.2.2 Διάκριση των υδροπονικών συστημάτων με βάση το μέσο ανάπτυξης	33
2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	35
2.3.1. Φυσικά χαρακτηριστικά.....	35
2.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά	35
2.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ	36
2.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	37
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ ΣΤΙΣ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	39
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	39
3.2 ΤΡΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ..	39
3.3 ΤΥΧΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	40
3.4 Η ΤΥΧΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ..	41
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ	42

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ	42
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	42
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	43
4.2.1 Αέρια Χρωματογραφία	46
4.2.2 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης	47
4.2.3 Φασματογραφία Μάζας	49
4.2.4 Φασματοσκοπία ορατού υπεριώδους.....	49
4.2.5 Ανοσοδοκιμασίες	49
4.2.6 Εκτίμηση των αποτελεσμάτων	50
4.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ	50
4.4 ΔΙΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ	52
4.5 ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ.....	52
4.6 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	53
4.7 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ.....	56
1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	59
1.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	59
1.2. ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	60
1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	61
1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ..	61
1.5 ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ.....	65
1.6 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	65
1.6.1 Αντιδραστήρια, διαλύτες και εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε.....	65
1.6.2 Διαδικασία ανάλυσης δειγμάτων φυτικού ιστού	66
1.6.3 Διαδικασία ανάλυσης δειγμάτων νερού	66
1.6.4 Χρωματογραφική ανάλυση.....	66
2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	68
2.1.ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	68
2.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	68
2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ.....	71
2.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ.....	72
2.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	83
2.5.1 Υπολείμματα στους καρπούς τομάτας.....	83
2.5.2 Υπολείμματα στο θρεπτικό διάλυμα.....	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	88

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στη γεωργία ήταν η κύρια μέθοδος αντιμετώπισης των σημαντικότερων εχθρών και ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών. Η μεγάλη αποτελεσματικότητά τους και η γρήγορη δράση τους έκανε τα φυτοφάρμακα αναντικατάστατα για τους αγρότες. Όμως με την υπερβολική, πολλές φορές, χρήση τους δημιουργήθηκαν πολλά προβλήματα στο περιβάλλον που ο σύγχρονος άνθρωπος έχει να αντιμετωπίσει. Στις μέρες μας, όπου η συζήτηση γύρω από τον όρο Ορθή Γεωργική Πρακτική γίνεται όλο και μεγαλύτερη, είναι προφανής η ανάγκη για χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων σύμφωνα με τους κανόνες της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης. Αυτά σε συνδυασμό με τις κατάλληλες καλλιεργητικές πρακτικές, θα οδηγήσουν σε μια νέα μορφή γεωργίας, όπου βασικός άξονας θα είναι η ασφάλεια της υγείας του ανθρώπου και η προστασία του περιβάλλοντος. Συμμεριζόμενοι την κατάσταση που επικρατεί, οι σύγχρονοι γεωπόνοι θα καθοδηγήσουν τους καλλιεργητές στην εφαρμογή νέων μεθόδων ελέγχου των εχθρών και ασθενειών και κυρίως στη χρήση φυτοφαρμάκων με τις ελάχιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας συνεργάστηκαν τα Εργαστήρια «Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας» και «Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος» του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Σκοπός του πειράματος ήταν η συγκριτική παρακολούθηση της υποβάθμισης των υπολειμμάτων επιλεγμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στον καρπό υπαίθριας και υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας καθώς και η παρακολούθηση της υποβάθμισης των υπολειμμάτων στο θρεπτικό υγρό της υδροπονικής καλλιέργειας.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα που επιλέχθηκαν στα πλαίσια της εργασίας αυτής ήταν

- Το **pyrimethanil**, ένα μη διασυστηματικό μυκητοκτόνο που έχει κυκλοφορήσει σχετικά πρόσφατα στο εμπόριο. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του *Botrytis cinerea* (γκρι σήψη), σε άμπελο, φρούτα, λαχανικά και καλλωπιστικά, καθώς και της ψωρίασης των φύλλων από το μύκητα *Venturia inaequalis* των μηλοειδών.
- Το **procymidone**, ένα «παραδοσιακό» θα έλεγε κανείς μυκητοκτόνο, που είναι ηπίως διασυστηματικό και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των μυκήτων των γενών *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Monilia*, *Helminthosporium*

- Το **heptenophos**, ένα μη διασυστηματικό, μικρής υπολειμματικής διάρκειας, εντομοκτόνο που εισχωρεί ταχύτατα στους φυτικούς ιστούς και μεταφέρεται γρήγορα, ελέγχοντας μυζητικά έντομα (**Αφίδες**) και κάποια **δίπτερα**, σε θερμοκήπια.

Για την ανάλυση των καρπών τομάτας και του θρεπτικού υγρού για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων αναπτύχθηκε στο εργαστήριο αναλυτική μέθοδος που αξιολογήθηκε ως προς την ορθότητα, ακρίβεια και τα όρια ποσοτικού προσδιορισμού. Για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων των χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της αέριας χρωματογραφίας με ανιχνευτή αζώτου φωσφόρου (GC-NPD).

Η ακόλουθη εργασία είναι οργανωμένη σε δύο μέρη, το **γενικό** και το **ειδικό**. Στο πρώτο, το **γενικό**, παρατίθενται πληροφορίες για την υπαίθρια και υδροπονική καλλιέργεια τομάτας, τα υπάρχοντα υδροπονικά συστήματα, τον τρόπο προσδιορισμού των υπολειμμάτων των γεωργικών προϊόντων. Στο δεύτερο, το **ειδικό**, παρουσιάζεται η πορεία εκτέλεσης του πειράματος, η αναλυτική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την παρακολούθηση των υπολειμμάτων στα συλλεχθέντα δείγματα καρπών και θρεπτικού υγρού, τα αποτελέσματα που προέκυψαν, η συζήτηση και τα συμπεράσματα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μελέτης ήταν η συγκριτική παρακολούθηση της υποβάθμισης των υπολειμμάτων επιλεγμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων (procymidone, heptenophos και pyrimethanil) σε υδροπονική και υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας, καθώς και η παρακολούθηση της πορείας των υπολειμμάτων στο θρεπτικό διάλυμα της υδροπονικής καλλιέργειας. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, τους μήνες Μάρτιο-Ιούλιο 2004 και για το κάθε φυτοπροστατευτικό προϊόν (pyrimethanil, heptenophos, procymidone), έγιναν δυο συνεχόμενες εφαρμογές. Στην υδροπονική καλλιέργεια διενεργήθηκαν ψεκασμοί τόσο σε καλυμμένες (με αλουμινόχαρτο) όσο και σε ακάλυπτες γλάστρες, προκειμένου να διαπιστωθεί η οδός εισροής παρουσία υπολειμμάτων στο θρεπτικό υγρό. Η παρακολούθηση της πορείας των επιλεγμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων πραγματοποιήθηκε με έλεγχο των υπολειμμάτων τους σε δείγματα καρπών τομάτας και θρεπτικού διαλύματος που παίρνονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα μετά την εφαρμογή.

Για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων χρησιμοποιήθηκε σύστημα αέριας χρωματογραφίας με ανιχνευτή αζώτου φωσφόρου (GC -NPD). Μετά από δοκιμές επιλέχθηκε και εφαρμόστηκε εκχύλιση των δειγμάτων τομάτας με ακετόνη-διχλωρομεθάνιο-πετρελαϊκό αιθέρα. Η ορθότητα και η ακρίβεια της μεθόδου ελέγχθηκαν και βρέθηκαν 87-101% και για τα τρία μόρια, τιμές ικανοποιητικές για τις αναλύσεις υπολειμμάτων. Σαν όρια προσδιορισμού της μεθόδου, θεωρήθηκαν τα 0,02mg/kg για το heptenophos, 0,05mg/kg για το pyrimethanil και 0,10mg/kg για το procymidone. Στα δείγματα θρεπτικού υγρού εφαρμόστηκε η τεχνική της εκχύλισης στερεάς φάσης. Η ορθότητα και η ακρίβεια της μεθόδου ανάλυσης του θρεπτικού διαλύματος ελέγχθηκαν και βρέθηκαν 86-102%. Σαν όρια προσδιορισμού της μεθόδου, θεωρήθηκαν τα 0,10mg/kg για το heptenophos, 0,5mg/kg για το pyrimethanil και 10mg/kg για το procymidone.

Οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του *procymidone*, τόσο στην υπαίθρια όσο και στην υδροπονική καλλιέργεια τομάτας βρέθηκαν κάτω από την τιμή του Ανώτατου Επιτρεπτού Ορίου (MRL), που είναι 2 mg/Kg ακόμη και μετά από δυο συνεχόμενους ψεκασμούς. Οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του *procymidone*, τις πρώτες ακόμη μέρες (3) από τη συλλογή, βρέθηκαν να κυμαίνονται μεταξύ 0,68-0.89 mg/Kg και 1,12 - 1,35 mg/Kg, για τον 1^ο και 2^ο ψεκασμό αντιστοίχως. Τα υπολείμματα του *procymidone* μειώνονται σχετικά αργά και στις δύο καλλιέργειες, χωρίς να παρατηρούνται

διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο καλλιεργειών. Στις 7 ημέρες από τον 1^ο ψεκασμό βρέθηκε το 90-92 % της αρχικής συγκέντρωσης, ενώ στις 7 ημέρες από τον 2^ο ψεκασμό βρέθηκε το 84-87% της αρχικής συγκέντρωσης. Όπως φαίνεται από τις τιμές των συγκεντρώσεων στα δείγματα που είχαν δεχθεί δύο συνεχόμενους ψεκασμούς και λαμβανομένου υπόψη της εμμονής του φυτοπροστατευτικού προϊόντος ενδέχεται, μετά από 3 ή 4 συνεχόμενους ψεκασμούς της καλλιέργειας, να ξεπεραστεί η τιμή του MRL.

Όσον αφορά τα επίπεδα των υπολειμμάτων του **pyrimethanil** στο χρονικό διάστημα των τριών ημερών μετά την εφαρμογή, που προτείνεται σαν το χρονικό διάστημα από την τελευταία εφαρμογή προ της συγκομιδής (PHI), βρέθηκε να κυμαίνονται από 0,58 έως 0,65 mg/kg μετά την 1^η εφαρμογή και από 0,85 έως 0,91 mg/kg μετά τη δεύτερη εφαρμογή, τιμές που είναι χαμηλότερες της τιμής MRL, που είναι 1,0 mg/kg για την Αυστραλία και 2,0 mg/kg για την Ιταλία. Επίσης οι χρόνοι ημιζωής του pyrimethanil, όπως υπολογίστηκαν από τις καμπύλες υποβάθμισής του, κυμαίνονται από 3,7 έως 4,1 ημέρες και δεν διαφέρουν περισσότερο από 10% μεταξύ τους για κάθε περίπτωση ούτε όσον αφορά τις καλλιέργειας (υπαίθρια και υδροπονική υπο κάλυψη) ούτε όσον αφορά τον αριθμό των εφαρμογών του μυκητοκτόνου (1^η και 2^η εφαρμογή).

Τα υπολείμματα του **heptenephos** στις τομάτες μειώνονται ταχύτατα έτσι ώστε να παραμένει μόνο το 20% περίπου των αρχικών συγκεντρώσεων μία ημέρα μετά την εφαρμογή του.

Όσον αφορά την παρουσία των παρασιτοκτόνων στο **θρεπτικό διάλυμα** της υδροπονικής καλλιέργειας οι υψηλότερες συγκεντρώσεις (από 20 έως 76 μg/L) παρατηρήθηκαν στο διάλυμα απορροής του πρώτου ποτίσματος, που ακολουθούσε μετά το ψεκασμό της καλλιέργειας. Τα υπολείμματα του procymidone και pyrimethanil στο θρεπτικό υγρό παρέμεναν σε επίπεδα >10μg/L σχεδόν για όλο το χρονικό διάστημα της μελέτης (δύο εβδομάδες), ενώ αυτά του heptenephos μειώνονταν ταχύτατα. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η εισροή των υπολειμμάτων στο θρεπτικό διάλυμα γίνεται με την απορροή του ψεκαστικού υγρού από το φυτό προς το φυτοδοχείο και ακολούθως διαμέσου του υποστρώματος στο θρεπτικό διάλυμα απορροής. Για το λόγο αυτό επισημαίνεται η ανάγκη περαιτέρω έρευνας για τη συμπεριφορά και την πορεία των υπολειμμάτων στο θρεπτικό υγρό και η ανάγκη διαχείρισης του θρεπτικού υγρού και όχι άμεσης απόρριψης του στο περιβάλλον.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΗΜΕΡΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Είδος: *Lycopersicon esculentum* Mill.

Οικογένεια: Solanaceae (2n=24)



Εικόνα 1: Καλλιέργεια τομάτας σε θερμοκήπιο (www.agro.gr)

1.2 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΗΜΕΡΑ

Η τομάτα (*Lycopersicon esculentum*) είναι κατά κανόνα ετήσιο λαχανικό, αρκετά διαδεδομένο και πολύ δημοφιλές. Σε παγκόσμια κλίμακα καταλαμβάνει την τρίτη σε έκταση θέση μετά την πατάτα και την γλυκοπατάτα ενώ στην Ελλάδα η επιτραπέζια τομάτα καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση μετά την πατάτα. Οι λόγοι που καθιστούν την τομάτα δημοφιλές λαχανικό είναι οι εξής:

- Εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με βιταμίνες και κυρίως βιταμίνη C
- Έχει ελκυστικό χρώμα και ιδιαίτερο άρωμα
- Ποικιλίες της έχουν εγκλιματιστεί σε ένα μεγάλο εύρος τύπων εδάφους και κλιματικών συνθηκών, αν και θα πρέπει να τονιστεί ότι το φυτό απαιτεί θερμό κλίμα και εδάφη με καλή στράγγιση

Σήμερα η καλλιέργειά της εκτείνεται από τις τροπικές περιοχές μέχρι και μερικές μοίρες από τον αρκτικό κύκλο και στις μεν περιοχές όπου η διάρκεια της θερμής περιόδου το επιτρέπει, η τομάτα καλλιεργείται στην ύπαιθρο, ενώ σε άλλες περιοχές και σε <<εκτός εποχής>> περιόδους σε θερμοκήπια και άλλες υπό προστασία κατασκευές.

Σύμφωνα με τις στατιστικές του FAO (1998) η παγκόσμια και κατά ηπείρους έκταση της καλλιέργειας και η παραγωγή δίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Έκταση και παραγωγή τομάτας σε παγκόσμια κλίμακα, στις κυριότερες χώρες παραγωγής και στις χώρες της Ε.Ε. κατά το έτος 1998 (Ολύμπιος, 2001)

	Έκταση * 1000 στρ.	Παραγωγή*1000 Μ.Τ. (Μετρικοί Τόνοι)	% του συνόλου παραγωγής
Παγκόσμια	32416	89985	100
Κατά Ήπειρο			
Αφρική	4980	10716	11,9
Β. & Κ. Αμερική	2962	13913	15,5
Ν. Αμερική	1573	5707	6,3
Ασία	16228	40324	44,8
Ευρώπη	6557	18845	20,9
Ωκεανία	113	479	0,5
Κυριότερες χώρες παραγωγής			
1. Κίνα	5393	16387	18,2
2. Η.Π.Α.	1645	10762	12,0
3. Τουρκία	1580	6600	7,3
4. Αίγυπτος	1750	5950	6,6
5. Ιταλία	1151	5539	6,2
6. Ινδία	3500	5300	5,9
7. Ιράν	1500	3500	3,9
8. Ισπανία	584	3201	3,6
9. Βραζιλία	592	2589	2,9
10. Ελλάδα	356	2013	2,2
Χώρες Ε.Ε.			
1. Ιταλία	1151	5539	4,8
2. Ισπανία	584	3201	5,5
3. Ελλάδα	356	2013	5,7
4. Πορτογαλία	210	1085	5,2
5. Γαλλία	92	800	8,7
6. Ολλανδία	12	560	46,7
7. Βέλγιο&	10	300	30,0
Λουξεμβούργο			
8. Ηνωμένο Βασίλειο	4	115	28,8
9. Γερμανία	2,7	49	18,1
10. Αυστρία	1,8	14	7,8
11. Φινλανδία	1,2	33	27,5
12. Ιρλανδία	1	7	7,0
13. Σουηδία	0,6	18	30,8
14. Δανία	0,5	15	27,3

Στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται στην έκταση και την παραγωγή καλλιέργειας τομάτας στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Αξίζει να σημειωθεί πως από τη συνολική έκταση καλλιέργειας τομάτας για νωπή κατανάλωση το 53,8% (1997) καλλιεργείται με τομάτες που προορίζονται για μεταποίηση, το 39,8% είναι υπαίθρια

καλλιέργεια για νωπή κατανάλωση και το 6,4% αποτελεί η καλλιέργεια στα θερμοκήπια και τα χαμηλά στέγαστρα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων που καλλιεργούνται με τομάτα εντοπίζεται στην Κρήτη (35,4%), δεύτερη έρχεται η Δ. και Κ. Μακεδονία (22,3%) και Τρίτη η Πελοπόννησος και η Δ. Στερεά (18,4%). Σχεδόν όλη η ποσότητα τομάτας που παράγεται στα θερμοκήπια καταναλώνεται τοπικά ενώ μόνο το 1,2% εξάγεται.

Πίνακας 2: Στοιχεία έκτασης, παραγωγής και μέσης απόδοσης κατά στρέμμα καλλιέργειας τομάτας θερμοκηπίου (κύρια και δεύτερη καλλιέργεια) κατά γεωγραφικό διαμέρισμα τα έτη 1993 & 1997 (Ολύμπιος, 2001)

Γεωγραφικό Διαμέρισμα	1993			1997		
	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)	Αποδόσεις (τον./στρ.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)	Αποδόσεις (τον./στρ.)
Α. Μακεδονία & Θράκη	538	4194	7,8	582	4754	8,2
Δ. & Κ. Μακεδονία	4062	35875	8,8	4951	40146	8,1
Ήπειρος	1823	19971	11,0	1579	16955	10,7
Θεσσαλία	848	8404	9,9	1282	11625	9,1
Πελοπόννησος & Δ. Στερεά	4174	39313	9,4	4107	40063	9,8
Αττική & Νήσοι	1881	17475	9,3	1905	20190	10,6
Κρήτη	7785	89450	11,6	7897	113450	14,4
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	21111	215182		22303	247183	

1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

Η τομάτα στον τόπο καταγωγής της είναι πολυετές φυτό, αλλά στις εύκρατες ζώνες καλλιεργείται σαν ετήσιο γιατί νεκρώνεται το χειμώνα.

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ανήκουν στις εξής κατηγορίες από άποψη βλαστικής ανάπτυξης:

1. **Αναρριχώμενες**, στις οποίες ο κεντρικός βλαστός μεγαλώνει συνεχώς και σχηματίζεται διαδοχικά μεγάλος αριθμός ταξιανθιών.
2. **Αυτοκλαδεύμενες**, στις οποίες μετά από το σχηματισμό ορισμένου αριθμού ταξιανθιών (ανάλογα με την ποικιλία) σταματά η ανάπτυξη του κεντρικού βλαστού.

Ρίζα: Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια, όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στη μόνιμη θέση.

Βλαστός: Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οι οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Η τομάτα έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς βλαστούς. Πολλές φορές οι πλευρικοί βλαστοί είναι τόσο ζωηροί που δύσκολα διακρίνονται από τον κεντρικό. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. Ο βλαστός στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης, μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται και είναι σχετικά εύθραυστος. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά το μήκος, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών (indeterminate) ή με καθορισμένο μήκος (determinate). Αυτό το γεγονός είναι πιο έντονο όταν η τομάτα κλαδεύεται σε μονοστέλεχο σύστημα (αφαίρεση πλαγίων) οπότε στην πρώτη (απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών) το μήκος του βλαστού μπορεί να φτάσει και τα 10 ή περισσότερα μέτρα.

Φύλλα: Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα. Κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη πάνω στο βλαστό. Η πάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό, βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες, ανοιχτό πράσινο.

Άνθη-Ταξιανθία: Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες από 2-3 / ταξιανθίες έως και 20 ή και περισσότερα / ταξιανθία. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός που θα εξελιχθεί σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα, αναλόγως με την ποικιλία. Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει ένα άνθος. Το άνθος φέρει πράσινο, δερματώδη κάλυκα που αποτελείται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, κίτρινη στεφάνη με 5 ή περισσότερα πέταλα, ενωμένα, και 5 ή περισσότερους στήμονες ενωμένους στη βάση με τη στεφάνη και κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες, η ωοθήκη είναι πολύχωρη (2-7 ή περισσότερους χώρους) και κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια.

Στις εικόνες 2 και 3 μπορούμε να παρατηρήσουμε το βλαστό, τα φύλλα και τα άνθη της τομάτας (www.agro.gr)



Εικόνα 2: Άνθη-Βλαστοί



Εικόνα 3: Άνθος τομάτας

Καρπός: Ο καρπός είναι πολύχωρος ράγα με ποικίλα σχήματα. Στις εικόνες 4 και 5 καιμπορούμε να παρατηρήσουμε το εσωτερικό και το σχήμα των καρπών τομάτας (www.agro.gr).



Εικόνα 4: Εσωτερικό καρπού



Εικόνα 5: Καρποί σε βότρυ

Σπόρος: Είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος, χρώματος κίτρινο με καφέ ή χρυσαφί και η επιφάνειά του καλύπτεται από τριχοειδείς αποφύσεις που του προσδίδουν μετάξινη επιφάνεια. Το μέγεθος των σπόρων είναι μικρό (3-5mm).

1.4 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Η βιομηχανική τομάτα σε άλλες χώρες, και τελευταία σε ορισμένες περιπτώσεις και στην Ελλάδα, σπέρνεται κατευθείαν στο χωράφι, αφού περάσουν οι τελευταίοι παγετοί την άνοιξη και όταν η θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 5 cm ξεπεράσει τους 13-14° C. Ο σπόρος της τομάτας χρειάζεται περίπου 25 ημέρες να φυτρώσει στους 13° C και 14 ημέρες στους 16° C. Τα πλεονεκτήματα της σποράς στο χωράφι είναι το μικρότερο κόστος και το γεγονός ότι το φυτό διατηρεί την πασσαλώδη ρίζα του και έτσι δημιουργείται βαθύτερο ριζικό σύστημα, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη αντοχή στην ξηρασία..

Η τομάτα που προορίζεται να συγκομισθεί με μηχανή, συνήθως σπέρνεται κατευθείαν στο χωράφι, διότι η μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών/στρέμμα που απαιτείται (για να προκύψει μεγάλη απόδοση από τη μία μόνο συγκομιδή) κάνει ασύμφορη τη μέθοδο της μεταφύτευσης στο χωράφι.

Για τη σπορά ενός στρέμματος με τομάτα, απαιτούνται 150-200 g σπόρου. Το βάθος σποράς είναι 1,0-1,5 cm. Η σπορά γίνεται σε γραμμές με μηχανές που τοποθετούν σε κάθε θέση 3-5 σπόρους. Στις ποικιλίες με ζωνρή βλάστηση, ακολουθεί αραιώμα όταν τα φυτά έχουν ύψος 4-5 cm και αφήνονται 2-3 φυτά στην κάθε θέση. Αργότερα, όταν τα νεαρά φυτά έχουν ύψος περίπου 10 cm, μπορεί να γίνει και δεύτερο αραιώμα, οπότε αφήνεται 1 φυτό κατά θέση. Στις ποικιλίες με μικρότερη βλαστική ανάπτυξη δε γίνεται συνήθως αραιώμα, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται σε κάθε θέση 2-3 φυτά και έτσι να έχουμε πληθυσμό 8-10.000 φυτά/στρέμμα. Μερικοί τύποι μηχανών σποράς ρίχνουν επάνω από τους σπόρους ένα υλικό που εμποδίζει το σχηματισμό κρούστας (π.χ. βερμικουλίτη, τύρφη, περλίτη) ώστε να μην εμποδίζεται η έξοδος από το έδαφος του σπορόφυτου. Επίσης, μπορεί ο σπόρος να καλύπτεται με κουφέτο θρεπτικών στοιχείων βραδείας απελευθέρωσης για υποβοήθηση της ανάπτυξης του σπορόφυτου.

1.5 ΕΔΑΦΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ

Η τομάτα καλλιεργείται και αποδίδει καλύτερα σε εδάφη με σταθερή δομή, με υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, με καλή στράγγιση και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη.

1.5.1 Βασική λίπανση

Η βασική λίπανση πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία εδάφους που να έχει τα πιο κάτω χαρακτηριστικά:

- I. Υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας.
- II. Ικανοποιητική ποσότητα φωσφόρου για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο.
- III. Αρκετά αποθέματα καλίου για να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα των πρώτων καρπών, να ενθαρρύνεται η γρήγορη ανάπτυξη των καρπών και να προκαλείται ανάσχεση της ζωνρής βλάστησης των φυτών.
- IV. Αρκετό άζωτο αναγκαίο για την αρχική ανάπτυξη των φυτών, αλλά όχι τόσο πολύ που να προκαλεί ζωνρή βλάστηση στα φυτά.
- V. Αντίδραση εδάφους γύρω στο pH =6-6,5.

1.5.2. Κατεργασία εδάφους

Η σειρά των καλλιεργητικών μέτρων έχει έως εξής:

- Βαθύ όργωμα με άροτρο ή καλλιεργητή
- Προσθήκη κοπριάς
- Απολύμανση
- Ομοιόμορφη ενσωμάτωση των χημικών λιπασμάτων με φρέζα
- Εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος
- Πότισμα
- Φύτευση

1.6 ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Οι συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα έχουν οδηγήσει σε δύο περιόδους φύτευσης, που είναι:

1^η περίοδος:

Μεταφύτευση: Μέσα Σεπτεμβρίου- μέσα Νοεμβρίου

Συγκομιδή: Μέσα Δεκεμβρίου- Φεβρουάριο- τέλος Ιουνίου

Διάρκεια συγκομιδής: 6.5 μήνες

2^η περίοδος:

Μεταφύτευση: μέσα Ιανουαρίου- μέσα Φεβρουαρίου

Διάρκεια συγκομιδής: αρχές Απριλίου- τέλος Ιουνίου

Συγκομιδή: 3 μήνες

1.7 ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

1.7.1 Αποστάσεις φύτευσης

Οι αποστάσεις φύτευσης και η διάταξη των φυτών καθορίζονται από διάφορους παράγοντες, όπως:

➤ **Η εποχή φύτευσης:** Όσον αφορά την εποχή φύτευσης εφαρμόζονται μεγαλύτερες αποστάσεις (μικρότερος αριθμός φυτών/ στρ.) όταν η φύτευση γίνεται το φθινόπωρο, γιατί οι συνθήκες φωτισμού και υγρασίας τον επερχόμενο χειμώνα θα γίνονται διαρκώς χειρότερες, γεγονός που θα επιδεινώνει την κατάσταση με πυκνή φύτευση. Επίσης το τελικό μέγεθος των φυτών στην περίπτωση αυτή θα είναι μεγάλο γιατί η καλλιεργητική περίοδος είναι μακρά. Αντιθέτως φύτευση νωρίς την άνοιξη μπορεί να γίνει σε πιο κοντινές αποστάσεις (μεγαλύτερος αριθμός φυτών/ στρ.) γιατί οι συνθήκες στο θερμοκήπιο θα βελτιώνονται συνεχώς.

➤ **Η κατασκευή του θερμοκηπίου** που επηρεάζει περισσότερο τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών όπου γίνεται προσπάθεια να αξιοποιηθεί καλύτερα το πλάτος των αψίδων.

➤ **Η ποικιλία ή υβρίδιο τομάτας που θα καλλιεργηθεί** που επηρεάζει τις αποστάσεις φύτευσης γιατί παρουσιάζουν διαφορές στην ανάπτυξή τους και συγκεκριμένα στο μήκος και μέγεθος των φύλλων. Οι μικρόκαρπες ποικιλίες ή υβρίδια έχουν πιο μειωμένη ανάπτυξη σε σύγκριση με τις μεγαλόκαρπες και μπορούν να φυτευτούν σε πιο κοντινές αποστάσεις.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται έως άριστος χώρος για την ανάπτυξη ενός φυτού τομάτας τα 0,35-0,40 m², ενώ οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών δεν θα πρέπει να είναι μικρότερες των 70 cm. Αναφέρεται ως άριστος πληθυσμός για φθινοπωρινές και χειμωνιάτικες καλλιέργειες τα 2125-2250 φυτά/στρ. ενώ για ανοιξιάτικες τα 2300-3000 φυτά/στρ.

Στην Ελλάδα επικράτησαν δύο κυρίως συστήματα φύτευσης:

A. Το σύστημα φύτευσης σε **απλές γραμμές** (Εικόνα 11), με ίσες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, που κυμαίνονται από 80-100 cm και οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών πάνω στις γραμμές γύρω στα 50 cm. Με το σύστημα αυτό φυτεύονται 2000 φυτά/στρ. οι αποστάσεις αυτές εφαρμόζονται όταν η φύτευση γίνεται το φθινόπωρο. Όταν η φύτευση γίνει την άνοιξη οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι μικρότερες και φυτεύονται 3000-3500 φυτά/στρ.

B. Το σύστημα φύτευσης σε **διπλές γραμμές** (Εικόνα 12), δηλαδή δύο γραμμές φύτευσης κοντά η μία στην άλλη που χωρίζονται με διαδρόμους από το επόμενο ζεύγος

γραμμών. Οι διπλές γραμμές απέχουν μεταξύ τους 50-70 cm, το μήκος των διαδρόμων είναι 100 cm και η απόσταση του κέντρου του ζεύγους των γραμμών από το κέντρο του επόμενου ζεύγους είναι 150 cm. Το σύστημα αυτό πλεονεκτεί του πρώτου στο ότι: **α)** ο αριθμός των φυτών ανά στρέμμα αυξάνεται κατά 30%(από 2000 σε 2600 φυτά), **β)** ο χώρος μεταξύ των δίδυμων γραμμών παραμένει ασυμπίεστος γιατί όλες οι καλλιεργητικές εργασίες γίνονται στους διαδρόμους και **γ)** διευκολύνεται η εγκατάσταση του συστήματος στάγδην γιατί με μια κεντρική σωλήνα στο μέσο των διπλών γραμμών και με τα ειδικά σωληνάκια macaroni tubes μπορούν να ποτιστούν δύο γραμμές.



Εικόνα 11: Φύτευση σε μονές γραμμές



Εικόνα 12: Φύτευση σε δίδυμες γραμμές

1.7.2 Μεταφύτευση

Η μεταφύτευση γίνεται το αργότερο όταν στα φυτά γίνεται εμφανής, αλλά κλειστή, η πρώτη ταξιανθία, δηλαδή 10-12 μέρες πριν ανοίξουν τα άνθη. Άλλο κριτήριο είναι η χρονική στιγμή κατά την οποία τα φυτά θα αποκτήσουν 6-8 πραγματικά φύλλα (Εικόνα 10).

Κατά τη φύτευση των φυτών της τομάτας πάνω στη γραμμή ακολουθούνται κάποια συστήματα, τα πιο διαδεδομένα των οποίων είναι:

- Η φύτευση σε επίπεδο έδαφος
- Η φύτευση σε αναχώματα ύψους 10-15 cm
- Η φύτευση σε αβαθές αυλάκι 10 c



Εικόνα 10: Φυτάρια τομάτας

1.8 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

1.8.1 Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου

Θερμοκρασία αέρα

1. Κατά τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο που η ένταση φωτισμού είναι μειωμένη, συνιστώνται θερμοκρασίες, που φαίνονται στον πίνακα 3:

Πίνακας 3: Θερμοκρασίες που συνιστώνται κατά τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο

	Θερμοκρασία ημέρας ($^{\circ}\text{C}$)	Θερμοκρασία νύχτας ($^{\circ}\text{C}$)
Ηλιόλουστες ημέρες	23	17
Νεφοσκεπείς ημέρες	20	14

2. Κατά τους μήνες με αυξημένη ηλιοφάνεια, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, συνιστώνται οι θερμοκρασίες που φαίνονται στον πίνακα 4 :

Πίνακας 4: Θερμοκρασίες που συνιστώνται τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο

	Θερμοκρασία ημέρας ($^{\circ}\text{C}$)	Θερμοκρασία νύχτας ($^{\circ}\text{C}$)
Ηλιόλουστες ημέρες	27	20
Νεφοσκεπείς ημέρες	21	15

Συμπερασματικά για την Ελλάδα τους χειμερινούς μήνες θα μπορούσε χονδρικά να συνιστάται θερμοκρασία νύχτας γύρω στους 15°C και ημέρας γύρω στους 21°C . Η διαφορά θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας δεν θα πρέπει να ξεπερνά τους $5-7^{\circ}\text{C}$

Θερμοκρασία εδάφους

Γενικά συνιστώνται θερμοκρασίες εδάφους γύρω στους 14°C . Όταν η θερμοκρασία εδάφους κατέβει κάτω των 13°C μειώνεται η ανάπτυξη και η λειτουργία της ρίζα. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει η θερμοκρασία να πέσει κάτω από τους 10°C ακόμη και στα μη θερμαινόμενα θερμοκήπια.

Υγρασία αέρα

Η άριστη επιθυμητή υγρασία αέρα είναι 60-70%

1.8.2. Πότισμα στο θερμοκήπιο

A. Οι μέθοδοι ποτίσματος στην τομάτα είναι:

- I. Καταιονισμός από ψηλά για την προετοιμασία του εδάφους πριν την μεταφύτευση.
- II. Εφαρμογή νερού στο έδαφος που είναι χρήσιμη για το πότισμα και για την υγρή λίπανση.

B. Η εφαρμογή νερού στο έδαφος γίνεται με τους εξής τρόπους:

- I. Με αυλάκια
- II. Με εκτοξευτήρες χαμηλού ύψους
- III. Με πλαστικούς σωλήνες από λεπτό μαύρο πολυαιθυλένιο, σύστημα viaflok.a.
- IV. Μέθοδος στάγδην

1.8.3 Επιφανειακή λίπανση

Η επιφανειακή λίπανση (εφοδιασμός των φυτών με N και K, καθώς και ιχνοστοιχεία) γίνεται είτε με την απευθείας χρήση των στερεών λιπασμάτων ή με το νερό ποτίσματος (υγρή λίπανση).

Η υγρή λίπανση παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τα φυτά εφοδιάζονται συνεχώς με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία Τα θρεπτικά συστατικά απορροφούνται γρήγορα και τα φυτά αντιδρούν στη λήψη τους.
- Η αξιοποίηση του λιπάσματος είναι πιο αποτελεσματική.
- Γίνεται πιο ακριβής έλεγχος της βλάστησης, της καρποφορίας και της ποιότητας του καρπού.
- Εξοικονομούνται εργατικά.

Τα κύρια μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης, η εκπαίδευση των παραγωγών και η δύσκολη διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος. Επίσης είναι απαραίτητο τα λιπάσματα να είναι υδατοδιαλυτά.

1.8.4 Κλάδεμα

Το κλάδεμα όπως και η υποστύλωση του φυτού της τομάτας στο θερμοκήπιο είναι εργασίες επιβεβλημένες και η εφαρμογή τους στα φυτά γίνεται ταυτόχρονα προκειμένου να αξιοποιηθεί καλύτερα ο όγκος του θερμοκηπίου. Με το κλάδεμα επιτυγχάνονται επίσης:

- Εξισορρόπηση βλάστησης και καρποφορίας
- Περιορισμός του αριθμού των ταξιανθιών στον κεντρικό ή σε δύο βλαστούς
- Συγκέντρωση της παραγωγής σε ορισμένη χρονική περίοδο
- Εξασφάλιση ομοιογένειας στους καρπούς
- Βελτίωση της ποιότητας των καρπών
- Καλύτερο χρώμα αφού η σύνθεση της καροτίνης χρειάζεται άμεση πρόσπτωση φωτός

Τα φυτά με το κλάδεμα διαμορφώνονται σε δύο κυρίως συστήματα:

1. το μονοστέλεχο
2. το διστέλεχο

Το μονοστέλεχο συγκεντρώνει περισσότερα πλεονεκτήματα και εφαρμόζεται κατά κόρον στην Ελλάδα.

Οι διεργασίες που ακολουθούνται κατά το κλάδεμα είναι οι ακόλουθες:

Βλαστολόγημα: Το φυτό της τομάτας έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς πλάγιους βλαστούς από οφθαλμούς που βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων. Κατά το μονοστέλεχο σύστημα αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί (βλαστολόγημα) όταν το μήκος τους φτάσει τα 5-10 cm. Η αφαίρεσή τους γίνεται εύκολα με το χέρι γιατί είναι τρυφεροί και εύθραυστοι. Στην Ελλάδα η επανάληψη του βλαστολογήματος μια φορά την εβδομάδα θεωρείται ικανοποιητικό χρονικό διάστημα.

Εάν εφαρμοστεί το διστέλεχο σύστημα, το φυτό αρχικά κορυφολογείται στο ύψος των 30 cm και αφήνονται να αναπτυχθούν οι 2 ανώτεροι πλευρικοί. Αυτοί με τη σειρά τους

υποστυλώνονται χωριστά και στη συνέχεια ο καθένας υφίσταται τις ίδιες μεταχειρίσεις, όπως και στο μονοστέλεχο σύστημα.

Κορυφολόγημα: Η κορυφή του φυτού συνίσταται να αφαιρείται 1,5-2 μήνες πριν το τέλος της συγκομιδής για να σταματήσει το φυτό να παράγει νέα φύλλα και ταξικαρπίες που δεν θα προλάβουν να ωριμάσουν και για να αναγκαστεί να επιταχύνει την ωρίμανση των υπαρχόντων καρπών. Η κορυφή αφαιρείται μετά από 2-3 τουλάχιστον φύλλα πάνω από την τελευταία ταξιανθία του φυτού.

Αποφύλλωση: Είναι η διαδικασία αφαίρεσης των φύλλων που βρίσκονται κάτω από την πρώτη ταξικαρπία (Εικόνα 7), προκειμένου να επιτραπεί ο καλύτερος φωτισμός των καρπών που βρίσκονται πλησίον του σταδίου ωρίμανσης, διότι όπως είναι γνωστό το άμεσο φως βελτιώνει την ποιότητα του καρπού (Ολύμπιος, 2001). Τα φύλλα στο στάδιο αυτό αφαιρούνται γιατί, καθώς αρχίζουν ή ήδη έχουν γεράσει, δε δέχονται αρκετό φωτισμό για φωτοσύνθεση και δε συνεισφέρουν στην παραγωγή. Η αποφύλλωση συνεχίζεται μετά τη συγκομιδή των καρπών της κατώτερης ταξικαρπίας και όταν αρχίζει να ωριμάζει η αμέσως επόμενη ταξικαρπία, για τους λόγους που προαναφέρθηκαν (www.agro.gr)



Εικόνα 7: Αποφύλλωση

Κλάδεμα- Αφαίρεση νεαρών φύλλων: Η αφαίρεση των νεαρών φύλλων γίνεται προκειμένου να διευκολυνθεί η κυκλοφορία του αέρα δια μέσου της φυλλικής επιφάνειας και επίσης ο εξαερισμός του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια η μείωση της υγρασίας της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου που είναι ιδιαίτερα υψηλή τους χειμερινούς μήνες.

Αφαίρεση ανώμαλων καρπών: Νεαροί καρποί που εμφανίζονται με ανωμαλίες θα πρέπει να αφαιρούνται όταν είναι ακόμα μικροί ώστε τα προϊόντα του μεταβολισμού του φυτού να διοχετεύονται στην παραγωγή και ανάπτυξη των καλοσχηματισμένων καρπών.

1.8.5 Υποστύλωση

Η υποστύλωση γίνεται σε συνδυασμό με το κλάδεμα για την καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου και σκοπό έχει να:

- διευκολύνει το κλάδεμα για ρύθμιση του φορτίου παραγωγής
- διευκολύνει την εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών
- διευκολύνει τον φυσικό και τεχνητό αερισμό
- βοηθήσει τον καλύτερο φωτισμό των φυτών

Η υποστύλωση των φυτών γίνεται κυρίως με τη χρήση σπάγκου και μεταλλικών συρμάτων. Στην απλούστερη περίπτωση, έχουμε ένα σύρμα που τοποθετείται οριζόντια πάνω από την κάθε γραμμή φύτευσης του φυτού και σε ύψος 1,80-2,50 m (ανάλογα με το ύψος του θερμοκηπίου). Το ένα άκρο του σπάγκου στερεώνεται στη βάση του φυτού με διάφορους τρόπους. Τα συστήματα υποστύλωσης που χρησιμοποιούνται είναι το **απλό σύστημα** και το σύστημα με «κλιπ» τύπου Α.

1.9 ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ-ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

Η τομάτα είναι φυτό ουδέτερης φωτοπεριόδου αλλά ευνοείται από συνθήκες μικρής ημέρας. Είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο φυτό, αν και κάτω από ορισμένες συνθήκες σταυρογονιμοποιείται. Η κατασκευή του άνθους, με το στύλο πιο κοντό και το στίγμα να περιβάλλεται από τους ανθήρες βοηθά στην αυτογονιμοποίηση. Όταν το φως είναι φτωχό και επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία, ο στύλος μακραίνει και βγαίνει έξω από τους ανθήρες και έτσι το στίγμα είναι εκτεθειμένο σε σταυρογονιμοποίηση με έντομα ή τον αέρα.

Υπό κανονικές συνθήκες το στίγμα είναι ώριμο όταν ανοίξει το άνθος. Θα πρέπει όμως να περάσουν 24-28 ώρες για να διαρραγούν οι ανθήρες και να απελευθερωθεί η γύρη. Άρα στην τομάτα παρατηρείται το φαινόμενο της υστερανδρίας. Η επικονίαση ευνοείται από θερμοκρασίες άνω των 21⁰C, ενώ θερμοκρασία κάτω των 18⁰C καθυστερεί την εκτίναξη της γύρης και άνω των 32⁰C παρατηρείται μείωση της καρπόδεσης.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη γονιμοποίηση είναι οι εξής:

Θερμοκρασία: Η θερμοκρασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη γονιμοποίηση της τομάτας. Η άριστη θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 21⁰C, ενώ οι θερμοκρασίες πάνω

και κάτω από το άριστο επηρεάζουν δυσμενώς τη γονιμοποίηση. Σε θερμοκρασίες μικρότερες των 18⁰C παρουσιάζονται προβλήματα στη γονιμοποίηση, ενώ κάτω των 13⁰C παρατηρείται αγονία γύρης καθώς και προβλήματα στην εκτίναξή της.

Η θερμοκρασία δεν επιδρά μόνο στο σχηματισμό της γύρης αλλά και στο ποσοστό βλαστικότητας της γύρης και στο ρυθμό ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα. Η βλαστικότητα της γύρης είναι μέγιστη στους 30⁰C (μεγαλύτερη από ότι στους 21⁰C) και στις χαμηλές (10⁰C) και τις πολύ υψηλές (38⁰C) παρατηρείται μείωση της βλαστικότητας.

Ο ρυθμός ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα ήταν μέγιστος στους 21⁰C και μειωνόταν συνεχώς στους 30⁰C, 10⁰C και 38⁰C αντιστοίχως. Η καρπόδεση γίνεται σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό όταν η θερμοκρασία νύχτας κυμαίνεται μεταξύ 16-24⁰C. Με την επικράτηση χαμηλότερων ή υψηλότερων θερμοκρασιών κατά τη νύχτα η καρποφορία περιορίζεται ή αναστέλλεται. Οι θερμοκρασίες ημέρας πρέπει να είναι 5-7⁰C πιο υψηλές από αυτές της νύχτας. Υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες (>33⁰C) πρέπει να αντιμετωπίζονται με αερισμό, σκίαση, δροσισμό, ψεκασμό φυτών κ.α.

Υγρασία: Τα άριστα επίπεδα σχετικής υγρασίας κυμαίνονται μεταξύ 60-70%. Χαμηλή υγρασία σε σχέση με υψηλή θερμοκρασία προκαλεί επιμήκυνση του στύλου πριν από τη διάρρηξη των ανθών με αποτέλεσμα η επικονίαση να αποτυγχάνει, γιατί το στίγμα βρίσκεται εκτός του κώνου των ανθών. Επίσης το στίγμα ξηραίνεται και τα άνθη αποβάλλονται χωρίς να γονιμοποιηθούν. Αντιθέτως η πολύ υψηλή υγρασία δημιουργεί προβλήματα στην εκτίναξη της γύρης γιατί την διαβρέχει και την κολλά στους ανθήρες.

1.10 ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ

Το χρώμα του καρπού της τομάτας οφείλεται σε δύο χρωστικές, το **λυκοπένιο** και την **καροτένιο**. Για τη σύνθεση αυτών των χρωστικών θα πρέπει στο θερμοκήπιο να επικρατούν ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού. Το άριστο επίπεδο θερμοκρασίας για μέγιστη σύνθεση χρώματος είναι οι 21-22 ⁰C. Το χρώμα είναι πολύ φτωχό όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη των 13 ⁰C και περιορίζεται όταν η θερμοκρασία ανέρχεται άνω των 24 ⁰C.

Το **λυκοπένιο** δίνει το κόκκινο χρώμα και η σύνθεσή της επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες από 10-30⁰C. Όσον αφορά τις συνθήκες φωτός, η λυκοπίνη σχηματίζεται και με την επίδραση του διάχυτου φωτός

Το **καροτένιο** δίνει το κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα και η σύνθεσή της επιτυγχάνεται επίσης σε θερμοκρασίες 10-30 °C, αλλά για να συντεθεί είναι απαραίτητη η άμεση ακτινοβολία.

1.11 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΡΠΟΥ

➤ Κριτήρια συγκομιδής:

Το κυριότερο κριτήριο για τη συγκομιδή της τομάτας είναι **το χρώμα**, αφού όταν ο καρπός είναι πλήρως κόκκινος τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά έχουν τις άριστες τιμές τους.

Η **τομάτα νωπής κατανάλωσης** συγκομίζεται νωρίτερα, ανάλογα με την απόσταση της αγοράς που μεταφέρεται, ως εξής:

1. Στο στάδιο του «ώριμου πράσινου» που ο καρπός έχει αποκτήσει σχεδόν το τελικό μέγεθός του και όταν το ανοιχτό πράσινο χρώμα στην κορυφή του αλλάζει σε κιτρινοπράσινο. Όταν η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό, η ωρίμανσή της συμπληρώνεται σε 1-2 εβδομάδες σε θερμοκρασία 18-20° C. Επομένως, για διάθεση σε μακρινές αγορές η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό.

2. Στο στάδιο που το 1/4 περίπου του καρπού είναι ρόδινο (4στην κορυφή). Οι καρποί αυτοί ωριμάζουν σε 3-4 ημέρες στους 18-20° C, και επομένως μπορούν να διακινηθούν σε σχετικά κοντινές αγορές.

3. Στο στάδιο που ο καρπός είναι σχεδόν 100% κόκκινος, αλλά ακόμη σκληρός (όταν υπερωριμάσει μαλακώνει). Η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό για διάθεση στην τοπική αγορά (κατανάλωση σε 1-2 ημέρες).

Η ποιότητα της τομάτας (γεύση, υφή, χρώμα) που ωριμάζει πλήρως επάνω στο φυτό είναι καλύτερη από την ποιότητα εκείνης που συγκομίζεται νωρίτερα και ωριμάζει μακριά από το φυτό, αλλά δεν είναι πρακτικά δυνατή η διακίνηση ώριμης τομάτας σε μακρινές αγορές, γιατί γρήγορα καταστρέφεται.

Ως προς τη **βιομηχανική τομάτα**, το κυριότερο κριτήριο που χρησιμοποιείται για τη συλλογή της, είναι να έχουν αποκτήσει οι καρποί κόκκινο βαθύ χρώμα, οπότε στο στάδιο αυτό οι οργανοληπτικές τους ιδιότητες θα έχουν αποκτήσει άριστες τιμές.

➤ Συχνότητα συγκομιδής:

Η συγκομιδή του καρπού πρέπει να αρχίζει με την έναρξη αλλαγής του χρώματος από το πράσινο στο ελαφρώς κόκκινο. Η συχνότητα συγκομιδής το χειμώνα, όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, είναι μία φορά την εβδομάδα. Την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο η συγκομιδή επαναλαμβάνεται 2 και 3 φορές τη βδομάδα. Στην Ελλάδα η μέση απόδοση είναι 12-15 τόνοι/στρ.

➤ Συνθήκες αποθήκευσης:

Κατά κανόνα οι τομάτες μετά τη συγκομιδή, διαλογή και πακετάρισμα μεταφέρονται στην αγορά για άμεση κατανάλωση. Στην περίπτωση που θα πρέπει να αποθηκευτούν για μερικές μέρες συνιστώνται θερμοκρασίες **10-13 °C** για ώριμες τομάτες και **15-17 °C** για πιο άγουρες, ώστε να προωθηθεί η ωρίμανσή τους κατά την αποθήκευση. Η άριστη υγρασία αποθήκευσης είναι **85-90% Σ.Υ.**

1.12 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Υπάρχει μεγάλος αριθμός ποικιλιών και υβριδίων τομάτας που ευδοκιμούν σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος και ο καρπός τους είναι κατάλληλος για νωπή κατανάλωση ή για βιομηχανική επεξεργασία ή και για τις δυο αυτές χρήσεις. Τα τελευταία χρόνια οι περισσότερο διαδεδομένες ποικιλίες (ή υβρίδια) τομάτας που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι εξής:

1. Για βιομηχανική επεξεργασία

Τα επιθυμητά τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών τομάτας που προορίζονται για βιομηχανική επεξεργασία είναι τα εξής:

- Μεγάλη περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά (5,5-7,0%).
- Οξύτητα 0,35-0,55%
- Χαμηλό pH (4,2-4,4)
- Έντονο κόκκινο χρώμα
- Μεγάλη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (τουλάχιστον 200 mg/100gr)
- Επιπλέον, για κονσέρβα ολόκληρης τομάτας οι καρποί πρέπει να έχουν ωοειδές ή κυλινδρικό σχήμα, ομοιόμορφο μέγεθος και βάρος 60-80 gr. Επίσης, πρέπει να ξεφλουδίζονται εύκολα.

Για να υπάρχει δυνατότητα μηχανικής συγκομιδής της βιομηχανικής τομάτας πρέπει να εξασφαλίζονται οι εξής προϋποθέσεις:

- Τα φυτά να είναι μικρόσωμα (αλλά όμως, να έχουν αρκετό φύλλωμα για αποφυγή ηλιοκαυμάτων στους καρπούς).
- Η καρπόδεση να γίνεται σε μικρή χρονική περίοδο, καθώς και η ωρίμανση να είναι ταυτόχρονη σε μεγάλο αριθμό καρπών.
- Ο μίσχος του καρπού να αποκολλάται κατά τη συγκομιδή (ώστε να μην τραυματίζεται ο καρπός).
- Ο καρπός να είναι σφιχτός, για να αντέχει στη συμπίεση και τα χτυπήματα από άλλους καρπούς ή από εξαρτήματα της μηχανής.
- Να μην υπερωριμάζει γρήγορα ο καρπός, για να υπάρχει δυνατότητα καθυστέρησης της συγκομιδής μέχρι να ωριμάσουν οι περισσότεροι καρποί ή μέχρι να στραγγίσει το χωράφι για να κινηθούν τα βαριά σχετικά μηχανήματα της συγκομιδής.

2. Για νωπή κατανάλωση

Είναι ποικιλίες ή συνήθως υβρίδια, φυτά αναρριχώμενα με μέτρια ως μεγάλη βλαστική ανάπτυξη, μεσόκαρπα ή μεγαλόκαρπα. Μερικά από τα καλλιεργούμενα υβρίδια είναι: GC-204, ALONSO, JOLLY, ARLETTA, MERETO, ACOR, DOMBO, DOMBITO (www.agro.gr).

Οι ποικιλίες ή καλύτερα υβρίδια που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια διακρίνονται βασικά σε δύο κατηγορίες:

➤ Αυτές που η ανάπτυξή τους σταματά από μόνη της όταν φτάσουν σε ένα ορισμένο στάδιο (determinate)

➤ Αυτές που αναπτύσσονται συνεχώς, όσο διαρκεί η καλλιέργεια (indeterminate)

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται οι ποικιλίες της δεύτερης κατηγορίας και διακρίνονται 4 υποκατηγορίες, ανάλογα με το μέγεθος του καρπού:

1. Πολύ μικρός καρπός βάρους 10-20g γνωστός με το όνομα Cherry
2. Μικρόκαρπες με βάρος καρπού μεταξύ 60-100 g
3. Μεσόκαρπες με βάρος καρπού μεταξύ 100-150 g

4. Μεγαλόκαρπες με βάρος καρπού άνω των 150 g

Στην Ελλάδα προτιμούνται οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες και υβρίδια και σήμερα καλλιεργούνται οι παρακάτω: Dombol, Dombito F1, Concreto F1, Caruso F1, JollyF1, Fantastic F1, Vision F1, Angela F1, Carmello F1(CG204), Daniella F1, Garnet 622 F1

1.13 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ

Οι μέθοδοι εμβολιασμού που εφαρμόζονται σήμερα στην τομάτα είναι κυρίως οι εξής:

- I. Μέθοδος της πλάγιας προσέγγισης.
- II. Μέθοδος της γεφυρωτής προσέγγισης.
- III. Μέθοδος με τη χρήση βελόνας.

1.14 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

- Νηματώδεις-*Meloidogyne spp* και *Heterodera rostochiensis* που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα.
- Σιδηροσκώληκες (*Agriotes obscurus*), που προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια.
- Αφίδες, που προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς.
- Θρίπες (*Thrips tabaci*), που προσβάλλουν τα φύλλα. Μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις.
- Φυλλορρύκτης της τομάτας (*Lyriomyza solani*), που προκαλεί στοές στο μεσόφυλλο.
- Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*), που προσβάλλει κυρίως τα φύλλα.
- Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*), που προσβάλλει τα φύλλα.
- Αδρομυκώσεις: *Verticillium dahlia*, *V. albo*, *Fusarium oxysporum*
- Καστανή σήψη των ριζών ή φελλώδης σηψιρριζία (Brown root or Corky root): *Pyrenochaeta lycopersici*.
- Ντιντιμέλλα (*Didymella lycopersici*), που προσβάλλει κυρίως το στέλεχος.

- Φαιά σήψη (*Botrytis cynerea*), που προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (<18⁰C).
- Όψιμος περονόσπορος (*Phytophthora infestans*), που προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία υψηλή.
- Πρώιμος περονόσπορος (*Alternaria solan*), που προσβάλλει το λαιμό των νεαρών φυτών και στα αναπτυγμένα φυτά τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Ευνοείται από υψηλή θερμοκρασία και υγρασία.
- Κλαδοσπορίαση (*Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*), που προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται από θερμοκρασίες 18-24⁰C και υγρασία 95%.
- Ωίδιο (*Leveillula taurica*), που προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα κυρίως. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες..
- Σκληρωτηνίαση (*Sclerotinia sclerotiorum*), που προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς.
- Βακτηριακός καρκίνος (*Corynebacterium michiganese*), που προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς όπου προκαλεί καρκίνο.
- Μωσαϊκό του καπνού (TMV), που προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα του μωσαϊκού.
- Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων (TYLCV), που προσβάλλει ολόκληρο το φυτό αλλά κυρίως τη βλαστανούσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Ο όρος **Υδροπονία (Hydroponics)** χρησιμοποιείται για να περιγράψει κάθε μέθοδο καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους, που βασίζεται στη χορήγηση τεχνητά παρασκευασμένων ανόργανων θρεπτικών διαλυμάτων για την κάλυψη των αναγκών των φυτών σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Οι ρίζες των φυτών είναι δυνατόν να αναπτύσσονται είτε σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα και σε στερεά αδρανή υποστρώματα.

Ορισμένοι ερευνητές, κάνοντας μια αυστηρή ετυμολογική ερμηνεία της προερχόμενης από την ελληνική γλώσσα λέξης <<υδροπονία>>, προτείνουν τη χρήση αυτού του όρου μόνο για τις καλλιέργειες που αναπτύσσονται σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα και όχι για αυτές που αναπτύσσονται σε στερεό υπόστρωμα. Για τις τελευταίες ο πιο σωστός όρος θα ήταν <<καλλιέργειες εκτός εδάφους>> (**Soiless culture**). Οι περισσότεροι όμως επιστήμονες χρησιμοποιούν τους όρους **Hydroponics** και **Soiless culture** έως συνώνυμους (Savvas, 2002).

2.2 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2.2.1 Διάκριση των υδροπονικών συστημάτων με βάση τη διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος

Τα υδροπονικά συστήματα αυτού του τύπου διακρίνονται στα Κλειστά Υδροπονικά Συστήματα (Κ.Υ.Σ), όπου το απορρέον θρεπτικό διάλυμα ή θρεπτικό διάλυμα απορροής, επαναχρησιμοποιείται και τα Ανοιχτά Υδροπονικά Συστήματα (Α.Υ.Σ), όπου το απορρέον θρεπτικό διάλυμα δεν επαναχρησιμοποιείται και αποβάλλεται στο περιβάλλον. Κάθε σύστημα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που συνοψίζονται στα παρακάτω:

➤ Το Κ.Υ.Σ. είναι φιλικό προς το περιβάλλον, αφού αποφεύγεται η ρύπανση των υδάτινων πόρων από το απορρέον διάλυμα και κυρίως από τα νιτρικά ιόντα (Van Os et al, 2002, Adams, 2002). Για παράδειγμα η απορρέουσα ποσότητα θρεπτικού διαλύματος σε μια καλλιέργεια τομάτας στην Αλμερία (Νότια Ισπανία) σε ανοιχτό σύστημα σε πετροβάμβακα φτάνει τα 1250 m³ ανά έτος ή ανά περίοδο. Από μια τριανταφυλλιά σε περλίτη εκτιμάται ότι η ποσότητα φτάνει τα 2000 m³ha⁻¹ ανά έτος.

➤ Είναι φανερό πως με το Κ.Υ.Σ γίνεται σημαντική εξοικονόμηση τόσο νερού όσο και στα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα, αν και απαιτεί ακριβότερο εξοπλισμό.

➤ Στο Κ.Υ.Σ υπάρχει ο κίνδυνος της μόλυνσης όλης της καλλιέργειας αν προσβληθεί έστω και ένα φυτό, αφού με την ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος το παθογόνο μπορεί να εξαπλωθεί σε όλο το σύστημα (Adams, 2002). Για το λόγο αυτό σε πολλά κλειστά συστήματα εφαρμόζονται μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος όπως θέρμανση, UV ακτινοβολία, εφαρμογή όζοντος και φίλτρα όπως: μεμβράνες, βιολογικά φίλτρα κ.λ.π.

➤ Στο Κ.Υ.Σ η συνεχής ανακύκλωση του ίδιου θρεπτικού διαλύματος, το οποίο συμπληρώνεται με καινούριο διάλυμα για αντικατάσταση της ποσότητας που απορροφάται από τα φυτά, οδηγεί στη βαθμιαία αλλαγή της σύστασής του και στην συσσώρευση ορισμένων ανόργανων ιόντων που δεν προσλαμβάνονται στην ίδια ποσότητα και με τον ίδιο ρυθμό από τα φυτά, όπως του Na^+ και Cl^- (Adams, 2002).

Εκτιμάται πως στο μέλλον θα επικρατήσουν τα Κ.Υ.Σ κυρίως γιατί είναι φιλικά προς το περιβάλλον, αν και απαιτούν πολύ καλή ποιότητα νερού (Adams, 2002).

2.2.2 Διάκριση των υδροπονικών συστημάτων με βάση το μέσο ανάπτυξης

Εδώ η διάκριση γίνεται με βάση το αν υπάρχει ή όχι στερεό υπόστρωμα όπου αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα.

Έτσι υπάρχουν τα:

I. Υδροπονικά συστήματα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (Liquid Hydroponics)

Τα κυριότερα συστήματα σ' αυτήν την κατηγορία είναι:

- Συστήματα DFH (Deep Flow Hydroponics)
- Σύστημα NFT (Nutrient Film Technique)
- Αεροπονία (Aeroponics)
- Επιδαπέδια υδροπονία (Plant plane hydroponics)

II. Υδροπονικά συστήματα σε στερεά υποστρώματα (Aggregate hydroponics)

Τα κυριότερα συστήματα που εφαρμόζονται στα στερεά υποστρώματα είναι:

- Συστήματα καλλιέργειας σε σάκους (Bag Technique)
- Συστήματα καλλιέργειας σε λεκάνες καλλιέργειας (Trench or Trough Technique)



- Σύστημα καλλιέργειας σε φυτοδοχεία (Pot Technique)
- Συστήματα καλλιέργειας σε πετροβάμβακα (Rock wool culture)

Τα κυριότερα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

1. **Ανόργανα φυσικά που δεν έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία όπως:**

- Η **άμμος** (sand) που είναι χημικά αδρανής (Raviv et al, 2002).
- Οι **ζεόλιθοι** (Zeolite), που έχουν υψηλή ανταλλακτική ικανότητα (Mumpton, 1999).
- Η **ελαφρόπετρα** (pumice) και άλλα **ηφαιστειογενή υλικά** (tuff-scoria) (Silber and Raviv et al, 2001).

2. **Ανόργανα φυσικά που έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία όπως:**

- Ο **πετροβάμβακας** και **υαλοβάμβακας** (Rockwool, Glasswool),
- Ο **διογκωμένος περλίτης** (perlite) που είναι χημικά αδρανής (Raviv et al, 2002).
- Η **διογκωμένη άργιλος** (expanded clay granules), που είναι χημικά αδρανής (Raviv et al, 2002).
- Ο **βερμικουλίτης** (vermiculite) που έχει υψηλή ανταλλακτική ικανότητα (Raviv et al, 2002).

3. **Οργανικά τεχνητά, όπως ο αφρός πολυουρεθάνης** που είναι χημικά αδρανής (polyurethane foam), (Kirp et al, 2000).

4. **Οργανικά φυσικά, όπως οι διάφορες τύρφες** (peat), με σημαντικά ανταλλακτική ικανότητα (Bunt, 1998), η **κοκοτύρφη** (coir) με σαφώς μικρότερη ανταλλακτική ικανότητα από τις προηγούμενες (Raviv et al, 2001), ο **φλοιός δέντρων** (Tree bark) (Michel and Riviere, 1999) και το **πριονίδι** και διάφορα υποπροϊόντα ξύλου (sawdast, wood fibre, wood chips)

Η καλλιέργεια σε στερεά υποστρώματα εκτός εδάφους δεν είναι καινούρια ιδέα. Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας, οι επιπλέοντες κήποι των Αζτέκων στη λίμνη Τενιχιτλάν είναι μερικά παραδείγματα της προσπάθειας του ανθρώπου να απεξαρτηθεί από το έδαφος. Στις περιπτώσεις αυτές η θρέψη των φυτών εξασφαλιζόταν από το υπόστρωμα και η επιτυχία ή όχι εξαρτιόταν από την περιεκτικότητά του σε θρεπτικά στοιχεία.

Σήμερα η επικρατούσα προσέγγιση είναι η απόρριψη υλικών έως υποστρωμάτων που έχουν υψηλή ανταλλακτική ικανότητα με συνέπεια να απορροφούν θρεπτικά και να λειτουργούν ρυθμιστικά στη διαθεσιμότητα αυτών (Raviv et al, 2002). Για τον λόγο αυτό

στις καλλιέργειες εκτός εδάφους προτιμούνται χημικώς αδρανή υποστρώματα ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια η προσφορά θρεπτικών στοιχείων στα φυτά και να είναι εύκολη η ρύθμιση της θρέψης μόνο μέσω του θρεπτικού διαλύματος.

Ένα υπόστρωμα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Να είναι χημικώς αδρανές
- Να έχει σταθερή δομή
- Να είναι ελεύθερο παθογόνων και σπόρων ζιζανίων
- Να είναι εύκολο στη χρήση
- Να έχει χαμηλή τιμή αγοράς και μεγάλο χρόνο χρήσης

2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.3.1. Φυσικά χαρακτηριστικά

Σχεδόν όλα τα αδρανή υποστρώματα αποτελούνται από πλήθος σωματιδίων (κόκκων), διαφόρων μεγεθών, εκτός από ορισμένα όπως ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας. Τα υποστρώματα αυτά τοποθετούνται σε σάκους ή λεκάνες καλλιέργειας ή φυτοδοχεία στην επιφάνεια των οποίων διοχετεύεται το θρεπτικό διάλυμα. Με άλλα λόγια έχουμε **«ορισμένη μάζα πλήθους σωματιδίων ή τεμαχίων ορισμένου μεγέθους που έχει τοποθετηθεί τυχαία σε ορισμένο χώρο»**, δηλαδή σχηματισμό σταθερής κλίνης σωματιδίων.

Οι ιδιότητες των υποστρωμάτων είναι οι εξής:

- Το πορώδες ή κλασματική κενότητα
- Φαινομενική πυκνότητα (Bulk Density)
- Διαθέσιμο νερό (EAW=Easily Available Water)

2.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά

➤ Αντίδραση του υποστρώματος (pH)

Το pH αφορά κυρίως τα μη αδρανή υποστρώματα και αποτελεί το μέτρο της περιεκτικότητας τους σε ελεύθερα ιόντα υδρογόνου, συνεπώς μπορεί να επιδράσει στο pH του συστήματος υπόστρωμα-διάλυμα. Αυτό με τη σειρά του ασκεί σημαντική επίδραση στην υδρολυτική διάσπαση του φυτοφαρμάκου καθώς και στην προσρόφηση των δισταμένων (ιονιζόμενων φυτοφαρμάκων) (Ελευθεροχωρινός, 1996).

➤ **Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (CEC-Cation Exchange Capacity)**

Αυτή χαρακτηρίζει την ενεργό επιφάνεια του υποστρώματος και αποτελεί το μέτρο της ικανότητας των συστατικών του να συγκρατούν κατιόντα μέσω χαλαρής δέσμευσης αυτών σε διάφορες θέσεις αρνητικών φορτίων και να τα αποδίδουν πάλι στο διάλυμα όταν η συγκέντρωσή τους εκεί μειώνεται ανταλλάσσοντάς τα με κάποια άλλα.

Ακόμα και τα αδρανή υποστρώματα διαθέτουν έστω και μικρή CEC ή μπορούν να δημιουργήσουν μια ενεργό επιφάνεια, συσσωρεύοντας οργανικές ουσίες που προέρχονται από αποσύνθεση φυτικών ιστών ή που εκκρίνονται από τη ρίζα. Επομένως μπορούν να προσροφήσουν ποσότητες φυτοφαρμάκων με τους ίδιους μηχανισμούς που απαντώνται και στο έδαφος είτε με φυσική προσρόφηση είτε με χημική, όπως: ανταλλαγή κατιόντων, δεσμούς υδρογόνου, αλληλεπίδραση με μεταλλικά κατιόντα κ.λ.π. (Gevao et al, 2000).

2.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

▪ **E.C. θρεπτικού διαλύματος**

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στην περίπτωση των θρεπτικών διαλυμάτων αποτελεί σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία ένα μέτρο της περιεκτικότητάς του σε θρεπτικά στοιχεία και άλλα ανόργανα άλατα.

▪ **pH θρεπτικού διαλύματος**

Το pH του θρεπτικού διαλύματος είναι καθοριστικός παράγοντας για την κανονική απορρόφηση των στοιχείων από τα φυτά και κυρίως των ιχνοστοιχείων τα οποία σε υψηλό pH καθίστανται δυσδιάλυτα και η απορρόφησή τους δυσχεραίνεται. Το ιδανικό pH στο επίπεδο των ριζών κατά τον Sonneveld (2002) για τις περισσότερες καλλιέργειες, κυμαίνεται από 5-6.

Εκτός από την επίδραση του pH στη θρέψη του φυτού, επιδρά και στη χημική διάσπαση των φυτοφαρμάκων (υδρόλυση), καθώς και στην προσρόφηση αυτών και κυρίως των ιονιζόμενων (Gevao et al, 2000). Σημαντική επίδραση επίσης ασκείται και στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών που είναι υπεύθυνοι για τη μικροβιακή διάσπαση των φυτοφαρμάκων (Παπαδόπουλος, 1998)

2.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Σύμφωνα με επεξεργασία από τον Carruthers (2002) γνωστών δεδομένων από 22 χώρες εκτιμάται ότι οι υδροπονικές καλλιέργειες κυμαίνονται σήμερα στα 200-250000 στρ.. Σε ορισμένες χώρες οι καλλιέργειες αυτές τείνουν να επικρατήσουν, όπως στην Ολλανδία, ενώ στην Ισπανία καλύπτουν το 12% της έκτασης που καλύπτουν τα θερμοκήπια. Στον Καναδά το αρμόδιο υπουργείο εκτιμά πως σε λίγα χρόνια θα παράγεται υδροπονικά το 100% των λαχανικών, ενώ στην Αυστραλία η υδροπονία ήδη καλύπτει το 20% της συνολικής αξίας των παραγόμενων λαχανικών και δρεπτόν ανθών. Στη χώρα μας οι υδροπονικές καλλιέργειες το 1999 έφταναν τα 600 στρέμματα από 330 το 1996, γεγονός που δείχνει την ανοδική τάση που επικρατεί (Carruthers, 2002). Οι κυριότεροι λόγοι που οδηγούν σε αυτή την αύξηση είναι οι εξής (Καρράς, 2003):

1. Η ανεξάρτηση από το έδαφος και συνεπώς από μια σειρά εδαφογενών ασθενειών με άμεση συνέπεια την κατάργηση πολλών απολυμαντικών και ιδίως του βρωμιούχου μεθυλίου (Savvas, 2002).

2. Υψηλότερες αποδόσεις που σχετίζονται τόσο με την στρεμματική απόδοση όσο και την χρήση του χώρου, αφού υπάρχει άμεση διαδοχή των καλλιεργειών (Ravin et al, 2002). Δεν είναι τυχαίο που τα Ηνωμένα Έθνη χρηματοδοτούν 13 χώρες του τρίτου κόσμου με υδροπονικό εξοπλισμό και την εκπαίδευση στα συστήματα αυτά για την αντιμετώπιση της πείνας (Bradley and Maruland, 1999).

3. Ποιότητα προϊόντων εφάμιλλη αυτής των συμβατικών καλλιεργειών

4. Με την υδροπονία μπορούν να αξιοποιηθούν εδάφη ακατάλληλα για συμβατική καλλιέργεια αφού η υδροπονία κάτω από κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες μπορεί να πραγματοποιηθεί και στην ύπαιθρο. Ήδη το 55,6% των υδροπονικών καλλιεργειών στην Αυστραλία είναι υπαίθριες.

5. Εξοικονομούνται σε μεγάλο βαθμό βασικού συντελεστές παραγωγής όπως το έδαφος και το νερό. Εκτιμάται πως για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας προϊόντων, στην υδροπονία έχουμε 75% μείωση της απαιτούμενης έκτασης και 90% νερού σε σύγκριση με καλλιέργεια στο έδαφος (Bradley and Maruland, 1999).

6. Είναι μέθοδος φιλική προς το περιβάλλον αφού γίνεται σαφώς μικρότερη χρήση φυτοφαρμάκων.

Όμως εκτός από τα πλεονεκτήματα υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα που είναι:

- Το κόστος είναι υψηλότερο από αυτό των συμβατικών καλλιεργειών στο έδαφος.
- Απαιτεί εξειδικευμένη γνώση των παραγωγών.
- Η προκατάληψη των καταναλωτών στα υδροπονικά προϊόντα

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ ΣΤΙΣ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το σύνολο σχεδόν των υδροπονικών καλλιεργειών πραγματοποιείται εντός θερμοκηπίων, τα οποία εξασφαλίζουν ιδανικό περιβάλλον ανάπτυξης όχι μόνο για τα φυτά αλλά και για τους εχθρούς και τις ασθένειές τους. Άρα η χρήση φυτοφαρμάκων είναι το ίδιο απαραίτητη όσο και στις συμβατικές καλλιέργειες, εκτός βέβαια αν εφαρμόζεται βιολογική καταπολέμηση. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει λόγος για τον τρόπο χρήσης των φυτοφαρμάκων, την συμπεριφορά τους και την τύχη τους και θα συγκριθούν με τις καλλιέργειες στο έδαφος, ώστε να κατανοηθεί τόσο η διαδικασία του πειράματος όσο και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

3.2 ΤΡΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

Στις συμβατικές καλλιέργειες οι πλέον συνηθισμένες μέθοδοι εφαρμογής των φυτοφαρμάκων είναι οι εξής δύο:

I. Με ψεκασμό.

II. Με εφαρμογή στο έδαφος ώστε να απορροφηθούν από το ριζικό σύστημα του φυτού.

Όσον αφορά την πρώτη μέθοδο δεν υπάρχει καμιά διαφορά στην υδροπονία, αφού το σύστημα *φυτοφάρμακο- περιβάλλον- φυτό* δεν αλλάζει.

Όσον αφορά τη δεύτερη μέθοδο, στην υδροπονία προκειμένου να απορροφηθεί το φυτοφάρμακο από το ριζικό σύστημα, εφαρμόζεται μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Εδώ όμως το σύστημα *φυτοφάρμακο- έδαφος- φυτό*, των συμβατικών καλλιεργειών, αντικαθίσταται με το σύστημα *φυτοφάρμακο-θρεπτικό διάλυμα – φυτό*, στην περίπτωση των υδροπονικών καλλιεργειών σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα και *φυτοφάρμακο- αδρανές υπόστρωμα – φυτό* στην περίπτωση των υδροπονικών συστημάτων σε στερεά υποστρώματα.

Οι αλλαγές αυτές στην υδροπονία επιδρούν στην τύχη και τη συμπεριφορά των φυτοφαρμάκων. Με βάση την υφισταμένη βιβλιογραφία, η συμπεριφορά αυτή δεν έχει μελετηθεί συστηματικά μέχρι τώρα, εκτός μεμονωμένων περιπτώσεων. Αυτός είναι και ο

λόγος που στον Καναδά απαγορεύεται η χρήση φυτοφαρμάκων μέσω του θρεπτικού διαλύματος αφού η απουσία εδάφους που λειτουργεί ως ρυθμιστής, καθιστά αδύνατον να υπολογιστεί τόσο η τοξικότητα στο φυτό όσο και ο ελάχιστος χρόνος επέμβασης πριν τη συγκομιδή. Ο κυριότερος λόγος για την έλλειψη στοιχείων, που αφορούν τη συστηματική χρήση φυτοφαρμάκων μέσω του θρεπτικού διαλύματος, είναι οικονομικός αφού οι εταιρείες παραγωγής φυτοφαρμάκων κρίνουν προς το παρόν ασύμφορη οικονομικά την δοκιμή υφισταμένων και νέων φυτοφαρμάκων στα υδροπονικά συστήματα. Όμως στην πραγματικότητα η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων μέσω του θρεπτικού διαλύματος, αποτελεί μια συνηθισμένη πρακτική σε πολλές χώρες όσο και στην Ελλάδα λόγω της ευκολίας εφαρμογής, μειωμένου κόστους και ασφάλειας ως προς το προσωπικό που εκτελεί την εφαρμογή.

3.3 ΤΥΧΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Στην περίπτωση των υπαίθριων καλλιεργειών, τα φυτοφάρμακα υφίστανται **διεργασίες αποδόμησης και μετακίνησης** (Αλμπάνης, 1996, Λόλας, 2003).

Οι διεργασίες αποδόμησης διακρίνονται σε:

- **Βιολογική αποσύνθεση:** Διάσπαση, αποσύνθεση ή αδρανοποίηση του φυτοφαρμάκου που οφείλεται σε ζώντες οργανισμούς.

- **Χημική αποσύνθεση:** Καθαρά χημική διάσπαση χωρίς καμιά επίδραση από ζώντες οργανισμούς.

- **Φωτοαποσύνθεση:** Χημική διάσπαση, που οφείλεται στη δράση του φωτός.

Οι διεργασίες μετακίνησης διακρίνονται σε:

- **Προσρόφηση** στα εδαφικά κολλοειδή.

- **Έκπλυση** στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

- **Εξάτμιση ή εξάχνωση** και διαφυγή στην ατμόσφαιρα με μορφή ατμών.

- **Πρόσληψη και/ή έκκριση** από τα φυτά.

- **Συγκράτηση και/ή πρόσληψη** από τη βλάστηση και στη συνέχεια απομάκρυνση με τη συγκομιδή.

- **Επιφανειακή μετακίνηση** με διάβρωση, τον άνεμο ή το νερό.

3.4 Η ΤΥΧΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

▪ Μικροβιακή διάσπαση

Στην υδροπονία σαφώς υπάρχει μικροβιακή χλωρίδα, αλλά η απουσία εδάφους μειώνει τόσο τον αριθμό όσο και το είδος των μικροοργανισμών που διασπούν τα φυτοφάρμακα (Paulitz, 1997; Grosh and Grote, 1998; Brand et al, 2001).

▪ Φωτοδιάσπαση

Στη φωτοδιάσπαση θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η υλική κάλυψη του θερμοκηπίου γιατί το γυαλί ή το πλαστικό φιλτράρει την UV ακτινοβολία.

Στην περίπτωση των ανοιχτών υδροπονικών συστημάτων η τύχη των φυτοφαρμάκων ακολουθεί δύο στάδια. Το 1^ο είναι όμοιο με εκείνο των κλειστών υδροπονικών συστημάτων και διαρκεί από την πρώτη εφαρμογή του φυτοπροστατευτικού προϊόντος μέχρι και το 1^ο πότισμα. Μετά το πρώτο πότισμα το απορρέον θρεπτικό διάλυμα και επομένως και το φυτοπροστατευτικό προϊόν που δεν απορροφήθηκε, καταλήγει ή απευθείας στο έδαφος του θερμοκηπίου ή οδηγείται με κανάλια εκτός αυτού.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός των υπολειμμάτων των γεωργικών φαρμάκων στα τρόφιμα γνώρισε αλματώδη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Οι μέθοδοι προσδιορισμού των υπολειμμάτων διακρίνονται σε **πολυδύναμες ή πολυυπολειμματικές** (multi-residue methods) και **εξειδικευμένες ή μονουπολειμματικές** (specific methods).

Πολυδύναμες ή πολυυπολειμματικές: Οι μέθοδοι αυτές αναπτύχθηκαν για να διευκολύνουν τον έλεγχο ρουτίνας (monitoring) των γεωργικών προϊόντων. Είναι αυτές που επιτρέπουν τον ταυτόχρονο προσδιορισμό πολλών φυτοφαρμάκων (μέχρι και 200). Με τις πολυδύναμες μεθόδους προσδιορίζονται κυρίως φυτοφάρμακα της ίδιας οικογένειας, όπως ορανοφωσφωρικά, οργανοχλωριωμένα κ.α. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για προκαταρκτικό έλεγχο των γεωργικών προϊόντων (screening). Όμως, από μόνες τους οι πολυδύναμες μέθοδοι δεν επαρκούν για την επισήμανση και τον προσδιορισμό του συνολικού φορτίου σε υπολείμματα ενός δείγματος. Για τις ουσίες που δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν με κάποια πολυδύναμη μέθοδο, δηλαδή για μεγαλύτερο από το ήμισυ του αριθμού των κυκλοφορούντων φυτοφαρμάκων, απαιτείται η χρήση εξειδικευμένων μεθόδων που είναι τόσες όσες και τα φάρμακα που προσδιορίζουν.

Εξειδικευμένες ή μονουπολειμματικές μέθοδοι: Είναι αυτές με τις οποίες προσδιορίζεται ένα μόνο φυτοφάρμακο ή και ορισμένες μόνο συγγενείς ουσίες.

Στις αναλύσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων, χρησιμοποιούνται ευρύτατα οι οργανικοί διαλυτές διάφορες φάσεις της ανάλυσης. Επομένως στη γνώση της πολικότητας των διαλυτών είναι απαραίτητη. Παρακάτω δίνονται οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι διαλύτες κατά σειρά αύξουσας πολικότητας, θεωρώντας το νερό σαν πρότυπο πολικού διαλύτη:

Εξάνιο ~ πετρελαϊκός αιθέρας < κυκλοεξάνιο < τολουόλιο < διχλωρομεθάνιο < οξικός αιθυλεστέρας < ακετόνη < μεθανόλη < ακετονιτρίλιο.

Δύο γειτονικοί στη λίστα διαλύτες είναι μεταξύ τους πολύ διαλυτοί. Όσο απομακρύνονται γίνονται μη αναμίξιμοι. Ο κατάλληλος διαλύτης που θα χρησιμοποιηθεί στις φάσεις της ανάλυσης είναι εκείνος που θα έχει συγγενείς ιδιότητες και κυρίως παρόμοια πολικότητα με

το υπό μελέτη φυτοφάρμακο. Ισχύει δηλαδή η γενίκευση «**όμοια ομοίως διαλύονται**» (like dissolves likes).

4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Τόσο οι πρώτες όσο και οι δεύτερες μέθοδοι προσδιορισμού υπολειμμάτων περιλαμβάνουν σε γενικές γραμμές τις ακόλουθες φάσεις:

1. Προετοιμασία των δειγμάτων

Σε ειδική οδηγία της Ε.Ε. ορίζεται το μέρος του γεωργικού προϊόντος στο οποίο αναφέρονται MRLs και επομένως το μέρος στο οποίο πρέπει να γίνει η ανάλυση. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα MRLs αναφέρονται σε ολόκληρα προϊόντα όπως αυτά κυκλοφορούν στο εμπόριο.

Το δείγμα που φτάνει στο εργαστήριο και το οποίο πρέπει να έχει ληφθεί από το αρχικό φορτίο κατά τρόπο που να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αντιπροσωπευτικό, Το δείγμα υφίσταται τεχνητή μείωση και ομογενοποιείται με εργαστηριακούς ομογενοποιητές. Από τα ομογενοποιημένο δείγμα παίρνουμε μια μικρή ποσότητα που προορίζεται για ανάλυση(αναλυτικό δείγμα). Μία αναλόγου βάρους ποσότητα αποθηκεύεται στον καταψύκτη. Στις παλαιότερες μεθόδους το αναλυτικό δείγμα ήταν της τάξεως των 100-250 g. Σήμερα, με την αύξηση της ευαισθησίας των μεθόδων και την τάση για περιορισμό του όγκου των χρησιμοποιούμενων διαλυτών, το αναλυτικό δείγμα είναι της τάξεως των 10-50 g.

2. Εκχύλιση του δείγματος

Η εκχύλιση είναι η φάση κατά την οποία τα φυτοφάρμακα λαμβάνονται από τους φυτικούς ιστούς με κατάλληλα εκχυλιστικά διαλύματα. Η επιλογή των εκχυλιστικών μέσων είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία της ανάλυσης. Επιδίωξη είναι το εκχυλιστικό μέσο που θα χρησιμοποιηθεί να διαθέτει μεγάλη εκχυλιστική ικανότητα, ώστε να μπορεί να «βγάλει» τα μόρια των φυτοφαρμάκων από τα σύμπλοκα των ιστών, παράλληλα όμως να είναι αρκετά εκλεκτικό για να αποφεύγεται η εκχύλιση ανεπιθύμητων ουσιών από το υπό μελέτη υπόστρωμα (το προς ανάλυση προϊόν), ώστε το εκχύλισμα να είναι όσο το δυνατόν πιο καθαρό.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η επιλογή του κατάλληλου εκχυλιστικού μέσου στις πολυυπολειμματικές μεθόδους. Από τα φυτοφάρμακα που μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί

κατά την παραγωγική διαδικασία ή μετασυλλεκτικά, ή να περιέχονται στο δείγμα σαν συνέπεια προγενέστερων χρήσεων και ρύπανσης του περιβάλλοντος, άλλα είναι πολικά, άλλα μη πολικά και άλλα μέσης πολικότητας. Επομένως στο εκχυλιστικό μέσο πρέπει να έχει την κατάλληλη σύνθεση ώστε να μπορεί να εκχυλίσει ουσίες με διαφορετική πολικότητα.

Οι φυτικές ουσίες είναι οι περισσότερες πολικές, με εξαίρεση τους κηρούς και τα έλαια. Σήμερα υπάρχει η τάση για χρήση ενός μόνο διαλύτη. Οι πλέον χρησιμοποιούμενοι διαλύτες είναι: **1) η ακετόνη, 2) ο οξικός αιθυλεστέρας, 3) το διχλωρομεθάνιο, 4) το κυκλοεξάνιο, 5) η μεθανόλη και 6) το ακετονιτρίλιο.** Το ακετονιτρίλιο δίνει καθαρότερα εκχυλίσματα, είναι όμως περισσότερο τοξικό και γι' αυτό η χρήση του έχει αντικατασταθεί από την ακετόνη. Η ακετόνη εξατμίζεται ευκολότερα (είναι περισσότερο πτητική), λιγότερο τοξική και σχετικά φθηνή, έχει όμως μεγάλη συνεκχυλιστική ικανότητα. Ο οξικός αιθυλεστέρας είναι κατάλληλος για εκχύλιση πολικών και μη πολικών φυτοφαρμάκων. Δίνει καθαρότερα εκχυλίσματα από την ακετόνη.

Η περισσότερο χρησιμοποιούμενη σήμερα μέθοδος εκχύλισης είναι αυτή που προτείνεται στην Ολλανδία (Ministry of Public Health, The Netherlands, 1996). και χρησιμοποιεί ακετόνη, διχλωρομεθάνιο και πετρελαϊκό αιθέρα. Η εκχύλιση γίνεται είτε σε κλειστά δοχεία τύπου OMNI-MIXER, είτε σε ανοιχτά τύπου ULTRA-TURRAX. Η αποτελεσματικότητα της εκχύλισης πρέπει να ελέγχεται. Όμως ο τρόπος με τον οποίο ελέγχεται η γενικότερη απόδοση της μεθόδου [δοκιμές ανάκτησης(recovery tests)]. δεν δίνει αξιόπιστα συμπεράσματα για την εκχυλιστική ικανότητα, παρά μόνον για τις απώλειες κατά τη διάρκεια όλης της μεθοδολογίας.

Ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας της εκχύλισης πρέπει να γίνεται με δείγματα που προέρχονται από αγρό στον οποίο έγινε η εφαρμογή ραδιοσημασμένων μορίων του/των υπό μελέτη φυτοφαρμάκων (FAO/WHO, 1998). Τα δείγματα αυτά αντιπροσωπεύουν τις συνθήκες πράξης. Υποβάλλονται σε εκχύλιση τόσο με εξειδικευμένη μέθοδο μέτρησης της ραδιενέργειας, όσο και με την υπό εξέταση μέθοδο.

3. Διήθηση

Το προϊόν της εκχύλισης που αποτελείται από τους φυτικούς ιστούς τεμαχισμένους σε πολύ μικρά σωματίδια (στερεή φάση) και την υγρή φάση, διηθείται, ώστε να απομακρυνθούν τα στερεά σωματίδια. Η διήθηση γίνεται είτε με φυσική ροή πάνω από

τεμάχιο υάλου χαλαζία ή υαλοβάμβακα ειδικής καθαρότητας, είτε υπό κενό σε χωνιά Buchner εφοδιασμένα να χάρτινο ηθμό. Πολλές φορές για σύμπλοκα που είναι δύσκολο να διηθηθούν, προστίθεται στο χωνί γη διατομών (filter acid).

4. Καθαρισμός του εκχυλίσματος

Το εκχύλισμα που λαμβάνεται από την φάση της εκχύλισης είναι μίγμα του/των διαλυτή/διαλυτών που χρησιμοποιήθηκε/ χρησιμοποιήθηκαν για την εκχύλιση και του νερού που περιέχονταν στους φυτικούς ιστούς. Περιέχει επίσης πολλές από τις φυτικές ουσίες που έχουν συνεκχυλιστεί (χρωστικές, κηρούς, αιθέρια έλαια κ.α.). για να επιτευχθεί ο προσδιορισμός των υπολειμμάτων των φυτοφαρμάκων, θα πρέπει να απαλλαγούμε από όσο το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό ανεπιθύμητων ουσιών. Αυτός είναι ο σκοπός της φάσης του καθαρισμού (clean up). Ο καθαρισμός γίνεται με τις εξής τεχνικές:

- ❖ Κατανομή μεταξύ δύο υγρών (LLE)
- ❖ Χρωματογραφία προσρόφησης
- ❖ Χρωματογραφία διαπέρασης γέλης (πηχτής) ή χρωματογραφία μοριακού διαχωρισμού (GPC)
- ❖ Σαρωτική συναπόσταξη
- ❖ Εκχύλιση στερεάς φάσης (SPE)

5. Συμπύκνωση του εκχυλίσματος

Προκειμένου να αυξηθεί η ευαισθησία της ανάλυσης, το καθαρό εκχύλισμα συμπυκνώνεται σε μικρό όγκο(2-5 mL) Η συμπύκνωση γίνεται είτε σε περιστροφικό εξατμιστήρα υπό κενό (rotary evaporation), είτε χωρίς κενό σε συσκευές τύπου Kuderna-Danish. Μικροί όγκοι πτητικών διαλυτών μπορούν να εξατμιστούν με ρεύμα καθαρού αζώτου. Ο όγκος του τελικού δείγματος πρέπει να μετράται με μεγάλη ακρίβεια, γιατί επηρεάζει σημαντικά τον τελικό ποσοτικό προσδιορισμό.

6. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός

Μέχρι το 1960 χρησιμοποιήθηκαν κυρίως βιολογικές μέθοδοι (βιοδοκιμές) ή μέθοδοι της κλασσικής χημείας, όπως η χρωματομετρία, η χρωματογραφία σε χαρτί, η χρωματογραφία λεπτής στιβάδας κ.λ.π. Από τη δεκαετία του 1970 όμως και μετά, η μεθοδολογία προσδιορισμού υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων γνώρισε αλματώδη πρόοδο και

βασίζεται κυρίως στη χρήση εξειδικευμένων οργάνων (ενόργανη) ανάλυση. Τα όργανα αυτά είναι κυρίως ο αέριος χρωματογράφος, ο υγρός χρωματογράφος και ο φασματογράφος μάζας. Για ορισμένες εξειδικευμένες μεθόδους, χρησιμοποιείται ακόμη το φασματοφωτόμετρο ορατού-υπεριώδους. Τα τελευταία χρόνια γνωρίζουν ανάπτυξη οι βιοτεχνολογικές μέθοδοι (ανοσοδοκιμασίες).

4.2.1 Αέρια Χρωματογραφία

Η τεχνική αυτή (Gas Chromatography, GC) αναπτύχθηκε από τους Martin και James το 1952. Ο πρώτος αέριος χρωματογράφος διατέθηκε στο εμπόριο το 1959, και από τότε γίνονται συνέχεια σημαντικές βελτιώσεις.

Με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας, μικρή ποσότητα (1-2 μL) από το τελικό εκχύλισμα εγχύεται στην κορυφή θερμαινόμενης ειδικής στήλης χρωματογραφίας τοποθετημένης σε κλίβανο ώστε το εκχύλισμα να μεταπέσει σε αέριο φάση. Ένα αδρανές αέριο κινείται μέσα στη στήλη και παρασύρει τους ατμούς του δείγματος. Ο χρόνος παραμονής κάθε ουσίας στη στήλη (χρόνος κατακράτησης, retention time), είναι συνάρτηση των ιδιοτήτων της και είναι ένα από τα κριτήρια για τον ποιοτικό προσδιορισμό.

Το μέγεθος του σήματος που καταγράφεται από κατάλληλα όργανα στην έξοδο της στήλης, είναι το κριτήριο για τον ποσοτικό προσδιορισμό. Το σήμα καταγράφεται υπό μορφή κορυφής. Το ύψος της κορυφής ή καλύτερα η επιφάνειά της χρησιμοποιείται για τον ποσοτικό προσδιορισμό.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για φυτοφάρμακα που έχουν ικανοποιητική πτητικότητα και θερμική σταθερότητα. Τα βασικά μέρη ενός χρωματογράφου είναι τα εξής:

- Φιάλες παροχής αερίων (οβίδες)
 - Ο εγχυτής
 - Η στήλη
 - Ο ανιχνευτής
 - Το καταγραφικό

Ο **εγχυτής** είναι το εξάρτημα μέσα στο οποίο γίνεται η έγχυση του δείγματος. Στα σύγχρονα όργανα οι εγχυτές μπορεί να είναι δύο τύπων, Split-splitless ή On-column

Οι **στήλες** που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τριχοειδείς, διαμέτρου 0,22-0,5 mm και μήκους 15-50 m. Η πολικότητα των στηλών είναι καθοριστική για την ανάλυση. Η χρησιμοποίηση στηλών διαφορετικής πολικότητας, συνίσταται σαν η πιο απλή και αξιόπιστη μέθοδος ταυτοποίησης και επιβεβαίωσης (confirmation) των αποτελεσμάτων.

Ο **ανιχνευτής** είναι το εξάρτημα που πληροφορεί για το πότε μια ουσία βγήκε από τη στήλη και πόση είναι η ποσότητά της. Οι ανιχνευτές είναι είτε εξειδικευμένοι για ορισμένα άτομα των μορίων ή μη εξειδικευμένοι. Οι πλέον χρησιμοποιούμενοι ανιχνευτές για αναλύσεις υπολειμμάτων είναι οι παρακάτω:

- Ανιχνευτής αζώτου- φωσφόρου (NPD) που είναι εξειδικευμένος για ουσίες που περιέχουν άζωτο ή φώσφορο στο μόριό τους, π.χ. οργανοφωσφορικά, τριαζίνες.
- Ανιχνευτής φωτομετρίας φλόγας (FPD) που με το κατάλληλο φίλτρο προσδιορίζει ουσίες που στο μόριό τους περιέχεται θείο ή φώσφορος, π.χ. οργανοφωσφορικά.
- Ανιχνευτής δέσμησης ηλεκτρονίων (ECD) για οργανοαλογονούχες ενώσεις

Το **καταγραφικό** καταγράφει υπό μορφή κορυφής το σήμα. Στα σύγχρονα όργανα όλες οι παράμετροι ρυθμίζονται με σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή όπου καταγράφονται και οι κορυφές. Με κατάλληλο software γίνεται και η επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

4.2.2 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης

Η τεχνική της Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Απόδοσης (**HPLC**), χρησιμοποιείται γενικά για φυτοφάρμακα που δεν μπορούν να προσδιοριστούν με αέρια χρωματογραφία, είτε λόγω θερμικής αστάθειας, είτε λόγω χαμηλής πτητικότητας, είτε λόγω μεγάλης πολικότητας, όπως τα βενζαμιδαζολικά μυκητοκτόνα, τα N-μεθυλοκαρβαμιδικά εντομοκτόνα και πολλά ζιζανιοκτόνα όπως φαινολοξικά οξέα, φαινολικά παράγωγα της ουρίας και οι σουλφονουρίες. Το κύριο προσόν της είναι η λειτουργία της σε χαμηλές θερμοκρασίες και γι' αυτό χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό ουσιών ευπαθών στις υψηλές θερμοκρασίες της αέριας χρωματογραφίας, όπως για παράδειγμα βιολογικών μορίων καθώς και ουσιών που δεν μπορούν να αεριοποιηθούν (Παπαδογιάννης, 1992). Το χρωματογραφικό σύστημα της HPLC αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- Φιάλες αποθήκευσης διαλυτών
- Αντλία υψηλής πίεσης, σταθερής ροής (reciprocating pumps)

- Σύστημα εισαγωγής δείγματος (injector)
- Χρωματογραφική στήλη (σε θάλαμο ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας)
- Ανιχνευτή (απορρόφησης UV συνήθως)
- Καταγραφέα

Η τεχνική της υγρής χρωματογραφίας έχει αρκετά κοινά σημεία με την αέρια. Όμως διαφέρει έως προς το ότι η ουσία παραμένει στην ίδια φυσική κατάσταση που είχε και κατά την έγχυση και δεν αεριοποιείται. Η δε κινητή φάση είναι υγρή (διαλύτης ή μίγμα διαλυτών ή μίγμα διαλυτών και νερού και ρυθμιστικών διαλυμάτων), σε αντίθεση με την αέρια χρωματογραφία όπου είναι αέρια

Διακρίνονται δύο μορφές τεχνικής υγρής χρωματογραφίας, αυτή της Κανονικής φάσης (Normal Phase, NP) και αυτή της Αντίστροφης φάσης (Reversed Phase, RP). Κριτήριο της μιας ή της άλλης επιλογής είναι η σχετική πολικότητα μεταξύ της σταθερής (του υλικού πλήρωσης της στήλης) και της κινητής φάσης

Στο σύστημα της κανονικής φάσης της στήλης, η σταθερή φάση είναι πιο πολική από την κινητή. Έτσι οι ουσίες με τη μικρότερη πολικότητα φτάνουν πρώτες στον ανιχνευτή. Μειώνοντας με κατάλληλες αναμίξεις την πολικότητα της κινητής φάσης, αυξάνεται ο χρόνος κατακράτησης στη στήλη.

Στο σύστημα αντίστροφης φάσης της στήλης, η σταθερή φάση είναι λιγότερο πολική από την κινητή. Έτσι οι ουσίες με τη μεγαλύτερη πολικότητα φτάνουν πρώτες στον ανιχνευτή. Αυξάνοντας την πολικότητα της κινητής φάσης, αυξάνεται ο χρόνος κατακράτησης στη στήλη.

Στην έξοδο της στήλης είναι συνδεδεμένος ο ανιχνευτής. Χρησιμοποιείται κυρίως ο ανιχνευτής απορρόφησης ορατού υπεριώδους (UV-VIS), σταθερού ή ποικίλου μήκους κύματος (200-350 nm), που μειονεκτεί σε σχέση με τους ανιχνευτές της αέριας χρωματογραφίας κατά το ότι είναι μη εκλεκτικός και όχι αρκετά ευαίσθητος. Μια σύγχρονη μορφή του, ο Diode Array Detector (DAD), είναι περισσότερο εκλεκτικός, μικρής όμως ευαισθησίας. Ένας άλλος ανιχνευτής ο φθορισμετρικός ανιχνευτής (FL) είναι αρκετά ευαίσθητος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί όμως μόνο για φθορίζουσες ουσίες. Επειδή ορισμένα μόνο φυτοπροστατευτικά προϊόντα έχουν αυτή την ιδιότητα, τα τελευταία χρόνια

χρησιμοποιείται ειδική τεχνική με την οποία ορισμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα μετατρέπονται σε φθορίζοντα παράγωγα, τα οποία προσδιορίζονται με τον FL.

4.2.3 Φασματογραφία Μάζας

Με την τεχνική αυτή (Mass Spectrometry, MS), τα οργανικά μόρια οδηγούνται σε ένα χώρο όπου βομβαρδίζονται με ηλεκτρόνια, με συνέπεια την αποδόμησή τους και το σχηματισμό μοριακών ιόντων. Τα μοριακά ιόντα μετατρέπονται περαιτέρω σε κατιόντα και ουδέτερα μέρη. Τα θετικά φορτισμένα ιόντα διαχωρίζονται σε ένα μαγνητικό πεδίο και καταγράφονται ποσοτικά. Ο διαχωρισμός των ιόντων βασίζεται στη σχέση *μάζας* : *ηλεκτρικού φορτίου* ($m:e$) και η όλη διαδικασία οδηγεί στην καταγραφή του φάσματος μάζης. Σήμερα οι φασματογράφοι μάζας είναι συζευγμένοι με τα συστήματα αέριας και υγρής χρωματογραφίας παίρνοντας τη θέση των ανιχνευτών.

4.2.4 Φασματοσκοπία ορατού υπεριώδους

Οι φασματοσκοπικές μέθοδοι (UV/VIS spectroscopy), βασίζονται στην ικανότητα διαφόρων ουσιών να αλληλεπιδρούν με ακτινοβολίες χαρακτηριστικών συχνοτήτων. Μετράται η απορρόφηση και η διαπερατότητα του δείγματος και βάση αυτών γίνεται η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση

4.2.5 Ανοσοδοκιμασίες

Είναι βιοτεχνολογικές μέθοδοι που γνωρίζουν αρκετή διαδοχή τα τελευταία χρόνια. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέθοδος ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay). Εξειδικευμένες ομάδες εργάζονται για τον προσδιορισμό φυτοφαρμάκων και ιδίως ζιζανιοκτόνων. Χρησιμοποιούνται έως αντιδραστήρια αντισώματα τα οποία παράγονται από πειραματόζωα έως αντίδραση του οργανισμού τους στη μόλυνση από ξένες ουσίες, τα αντιγόνα. Ως αντιγόνα δρουν μόνο μεγαλομοριακές ενώσεις (M.B.>10000 daltons). Τα περισσότερα όμως φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι μικρομοριακές ενώσεις (M.B.<1000 daltons) και ως εκ τούτου δεν είναι δυνατόν να διεγείρουν το ανοσοποιητικό σύστημα των ζωντανών οργανισμών και να προκαλέσουν την παραγωγή αντισωμάτων στο αίμα τους.

Η επιτυχία της σύζευξης, που θα επιτρέψει στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα να καταστούν αντιγόνα προϋποθέτει ότι το μόριο τους διαθέτει κατάλληλες χημικές ομάδες. Στην αντίθετη περίπτωση, συντίθενται τέτοια παράγωγα της μητρικής ουσίας, που θα

επιτρέψουν τη σύζευξη με πρωτεΐνη, χωρίς όμως να δημιουργήσουν προβλήματα άλλης φύσης. Τα παράγωγα αυτά ονομάζονται απτίνες.

4.2.6 Εκτίμηση των αποτελεσμάτων

Σε κάθε στάδιο της αναλυτικής μεθόδου υπάρχει ο κίνδυνος για πιθανό σφάλμα. Τα σφάλματα συχνά προέρχονται από παράγοντες όπως η άγνοια, λάθη, κακή επιστημονική κρίση. Για την αποφυγή τέτοιων σφαλμάτων, παράλληλα με την ανάλυση του κυρίως δείγματος αναλύονται και:

- Το τυφλό δείγμα αντιδραστηρίων (reagent blank), που περιέχει μόνο τους διαλύτες και τα αντιδραστήρια.
- Ο μάρτυρας (control sample), δηλαδή δείγμα χωρίς καθόλου από το γεωργικό φάρμακο που εξετάζεται.
- Τα φορτισμένα δείγματα (spiked ή fortified samples), που είναι δείγματα μάρτυρα τεχνητά φορτισμένα με την δραστική ουσία που εξετάζουμε (Council Directive 94/43 EC).

4.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ

Εάν μια μέθοδος είναι δημοσιευμένη σε εξειδικευμένα περιοδικά διεθνούς κύρους ή είναι γνωστό ότι εφαρμόζεται με επιτυχία σε πολλά εργαστήρια, επιβάλλεται η αξιολόγησή της από τον αναλυτή ή το εργαστήριο που πρόκειται να την χρησιμοποιήσει. Ο έλεγχος αυτός γίνεται μελετώντας τα παρακάτω στοιχεία:

I. Ορθότητα της μεθόδου (ποσοστό ανάκτησης, recovery rate)

Γνωστή ποσότητα του υπό μελέτη φυτοφαρμάκου προστίθεται σε ένα αλεσμένο δείγμα που είναι γνωστό ότι δεν περιέχει τέτοια υπολείμματα. Το δείγμα αναλύεται με την υπό δοκιμή μέθοδο. Γίνεται ο ποσοτικός προσδιορισμός των υπολειμμάτων που ανιχνεύτηκαν. Η ποσότητα που θα προσδιοριστεί συγκρίνεται με την ποσότητα που έχει προστεθεί. Ποσοστό επανάκτησης 100% είναι ιδανική περίπτωση. Όμως αυτό δεν είναι πάντα δυνατόν. Έτσι, τα αποδεκτά εύρη ανάκτησης κυμαίνονται από 70% έως 110%. Για ορισμένες δύσκολες περιπτώσεις μπορεί να γίνουν αποδεκτές ανακτήσεις της τάξεως του 60-140%

II. Εξειδίκευση (specificity)

Εξειδίκευση είναι η ικανότητα της μεθόδου να επιτρέπει με αξιοπιστία τον προσδιορισμό του μητρικού μορίου και των μεταβολιτών που πρέπει να προσδιοριστούν.

III. Ακρίβεια

Η ακρίβεια διακρίνεται σε:

- **Επαναληψιμότητα (Repeatability):** Είναι η δυνατότητα της μεθόδου να επιτυγχάνονται επαναλήψιμα αποτελέσματα από τον ίδιο αναλυτή, κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Για τον έλεγχο της επαναληψιμότητας πρέπει να γίνουν τουλάχιστον 5 ίδιες αναλύσεις. Η επαναληψιμότητα εκτιμάται με την % σχετική τυπική απόκλιση (RSD).

- **Αναπαραγωγιμότητα (Reproducibility):** Είναι η ικανότητα της αναπαραγωγής των αποτελεσμάτων από άλλα ανεξάρτητα εργαστήρια. Για τον έλεγχο της το ίδιο δείγμα διαιρείται σε υποδείγματα και αναλύεται από δύο ή περισσότερα εργαστήρια. Εκτιμάται η % σχετική τυπική απόκλιση (RSD) των αποτελεσμάτων.

IV. Γραμμικότητα του ανιχνευτή

Συνήθως οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται στους προσδιορισμούς υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων δεν δίνουν ευθύγραμμη απόκριση σε όλο το εύρος των συγκεντρώσεων. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν ακριβώς τα εύρη των συγκεντρώσεων, στα οποία η απόκριση των ανιχνευτών είναι ανάλογος της πραγματικής συγκέντρωσης στο δείγμα. Αυτά τα εύρη είναι η γραμμικότητα της μεθόδου υπό τις δεδομένες συνθήκες.

V. Όρια ανίχνευσης και ποσοτικού προσδιορισμού

Όπως έχουμε αναφέρει σε άλλο σημείο, οι μέθοδοι επιτρέπουν την ανίχνευση και τον ποσοτικό προσδιορισμό υπολειμμάτων που υπάρχουν στο δείγμα πάνω από κάποια συγκέντρωση. Εάν ο αναλυτής δεν έχει απόκριση από κάποιο φυτοφάρμακο σε κάποιο δείγμα, αυτό δεν σημαίνει ότι το δείγμα δεν περιέχει καθόλου το εν λόγω φυτοφάρμακο, αλλά μπορεί το φυτοφάρμακο να βρίσκεται σε συγκέντρωση τέτοια που να μη μπορεί να ανιχνευτεί. Επομένως δεν χρησιμοποιούμε ποτέ τον όρο «μηδέν υπολείμματα», αλλά τον

όρο «μη ανιχνεύσιμα υπολείμματα». Η ελάχιστη ποσότητα κάθε φυτοφαρμάκου που δεν είναι δυνατόν να ανιχνευτεί με κάθε μέθοδο, είναι στοιχείο πολύ μεγάλης σημασίας.

Όριο ανίχνευσης[Limits of quantification, (LOQ)], είναι η ελάχιστη συγκέντρωση στο δείγμα που μπορεί να ανιχνευτεί ποιοτικά με την εν χρήσει μέθοδο.

Όριο αναλυτικού προσδιορισμού[Limits of quantification, (LOD)], είναι η ελάχιστη συγκέντρωση που μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά με αξιοπιστία.

4.4 ΔΙΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Η αξιολόγηση των μεθόδων γίνεται με διεργαστηριακές δοκιμασίες. Η υπό μελέτη μέθοδος διανέμεται στα συμμετέχοντα εργαστήρια, καθώς και τα υποδείγματα του ίδιου κοινού δείγματος. Τα αποτελέσματα αξιολογούνται από τον επικεφαλής της μελέτης. Όμως και η αξιοπιστία των εργαστηρίων πρέπει να ελέγχεται. Ο έλεγχος γίνεται με άλλου τύπου διεργαστηριακές δοκιμασίες που λέγονται έλεγχοι επάρκειας. Υπόδειγμα από το ίδιο το υπόδειγμα αποστέλλεται στα υπό αξιολόγηση εργαστήρια. Κάθε εργαστήριο εφαρμόζει τη δική του μέθοδο. Τα αποτελέσματα αξιολογούνται από τον υπεύθυνο, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες αρχές που έχει εκδώσει η International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Καθορίζεται ο βαθμός που επέτυχε κάθε εργαστήριο (z-score)(η απόλυτη τιμή του z).

4.5 ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ

Η αντιμετώπιση των εχθρών και των ασθενειών μέχρι σήμερα γίνεται κυρίως με τα χημικά παρασκευάσματα. Οι ουσίες αυτές είναι τοξικές σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Τα περισσότερα χημικά έχουν διαφορετικό χρόνο παραμονής από μερικές μέρες μέχρι και μήνες μετά την εφαρμογή. Η μακριά διάρκεια δράσης τους όμως επιφέρει ρύπανση στο περιβάλλον αφού λιγότερη από τη μισή ποσότητα των ψεκαστικών υγρών επικάθεται στα φυτά. Έτσι υπολείμματα υπάρχουν παντού και μερικά από τα μόρια που δεν διασπώνται συναντώνται και στο λιπώδη ιστό των ανθρώπων και των ζώων. Μέσω της βιολογικής μεγέθυνσης μπορεί να συγκεντρωθούν μέχρι και 10^7 φορές στο σώμα ψαριών, πτηνών και γενικά στα πάνω άκρα των τροφικών αλυσίδων. Επομένως τα υπολείμματα στα γεωργικά προϊόντα τα οποία καταναλώνονται από τον άνθρωπο προβληματίζουν έντονα τους καταναλωτές και τις αρμόδιες υπηρεσίες και οργανισμούς (εθνικούς και διεθνείς), που αναφέρονται στην προστασία των καταναλωτών (Τσιτσιπής, 2000)

Το πρώτο έτος εφαρμογής των οδηγιών του Συμβουλίου της Ευρώπης για τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων ήταν το 1994. Με τις οδηγίες αυτές καθορίζονται ανώτατα όρια και επιβάλλεται στα κράτη-μέλη να προβαίνουν σε συστηματικούς ελέγχους σε εγχώρια και εισαγόμενα προϊόντα και να κοινοποιούν τα αποτελέσματα των αναλύσεων. Η κοινοποίηση αυτή περιλαμβάνει τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, τις ουσίες που ήταν δυνατό να ανιχνευθούν και να προσδιοριστούν, τον αριθμό των δειγμάτων που αναλύθηκαν, το ποσοστό των δειγμάτων με ανιχνεύσιμα υπολείμματα, το ποσοστό των δειγμάτων με συγκεντρώσεις που υπερέβαιναν τα κοινοτικά όρια και τα προϊόντα στα οποία βρέθηκαν.

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων και σύγκριση των στοιχείων από διάφορες χώρες της Ε.Ε. φαίνεται ότι στο θέμα των ελέγχων υπολειμμάτων υπάρχει έντονη διαφοροποίηση μεταξύ 'πλούσιων' και 'φτωχών' χωρών.

4.6 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Η τομάτα αποτελεί μια καλλιέργεια, στην οποία εφαρμόζονται συνεχώς φυτοπροστατευτικά προϊόντα (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ακαρεοκτόνα) ώστε να αποφευχθούν ή να περιοριστούν οι προσβολές από εχθρούς ή ασθένειες. Παρακάτω αναφέρονται κάποια σημαντικά πειράματα που έγιναν σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας, καθώς ακόμη και σε άλλες καλλιέργειες.

Ο Cabras *et al.* (1985), πραγματοποίησαν πείραμα στη Σαρδηνία τους μήνες Νοέμβριο έως Μάιο με σκοπό να μελετήσουν τον ρυθμό αποικοδόμησης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων deltamethrin, permethrin (εντομοκτόνα), dicofol (ακαρεοκτόνο), fenarimol, triadimefon, chinomethionat και pyrazophos (μυκητοκτόνα) σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. Διενεργήθηκαν συνεχόμενες εφαρμογές των παραπάνω φυτοπροστατευτικών ουσιών, ενώ οι καρποί συγκομίστηκαν όταν ήταν ώριμοι. Μετά την ανάλυση των δειγμάτων προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα: το fenarimol και το triadimefon είναι μη ανιχνεύσιμα μετά από 1 εβδομάδα από την εφαρμογή τους, το chinomethionate 20 ημέρες μετά την τελευταία εφαρμογή είναι μη προσδιορίσιμο, το pyrazophos και το dicofol παρέμειναν σταθερά ακόμη και μετά από 20 ημέρες από την τελευταία. εφαρμογή, το deltamethrin και το permethrin εμφανίζουν και αυτά πολύ αργή αποικοδόμηση, ενώ μείωση των υπολειμμάτων τους παρατηρείται 3 εβδομάδες μετά την τελευταία εφαρμογή.

Ο Garcia *et al.* (1997), πραγματοποίησαν πείραμα σε τομάτες και πράσινα φασολάκια υπό κάλυψη εφαρμόζοντας το φυτοπροστατευτικό προϊόν methomyl (τα επίπεδα MRL για

την τομάτα είναι 0,03mg/kg και για τα πράσινα φασολάκια 0,01mg/kg στην Ισπανία). Σκοπός του πειράματος ήταν να διερευνηθεί η επίδραση του τύπου του θερμοκηπίου, της εφαρμοζόμενης δόσης, των καλλιεργούμενων ειδών, των κλιματικών συνθηκών (χειμώνα και άνοιξη) στα επίπεδα υπολειμμάτων του methomyl. Για παραγωγή προϊόντων χρησιμοποιήσαν δυο τύπους θερμοκηπίων (με επίπεδη οροφή και με ασύμμετρη οροφή) και εφήρμοσαν δύο δόσεις (2,5ml/l (υψηλή δόση) και 1,25 ml/l (χαμηλή δόση). Βρέθηκε ότι ο χρόνος ημίσειας ζωής του methomyl ήταν μεγαλύτερος στα πράσινα φασολάκια σε σχέση με τις τομάτες, την άνοιξη και στο θερμοκήπιο με την επίπεδη οροφή. Η δόση εφαρμογής του methomyl δεν είχε καμία απολύτως επίδραση στο χρόνο ημίσειας ζωής. Σύμφωνα με τα επίπεδα MRL (Ευρωπαϊκή Κοινότητα) για την τομάτα (1 mg/kg) και τα πράσινα φασολάκια (0,02 mg/kg), προκύπτει ότι κατάλληλος χρόνος για την εφαρμογή του methomyl στα φασολάκια είναι 5 ημέρες πριν τη συγκομιδή ενώ για την τομάτα τα επίπεδα των υπολειμμάτων αμέσως μετά την εφαρμογή είναι χαμηλότερα των ισπανικών MRL.

Ο Vidal *et al.* (1998), πραγματοποίησαν παρόμοιο πείραμα με το προηγούμενο, μόνο που αυτή τη φορά έγινε εφαρμογή με το φυτοπροστατευτικό προϊόν chlorpyrifos (εντομοκτόνο), ενώ όλοι οι υπόλοιποι παράμετροι παρέμειναν σταθεροί (τύποι θερμοκηπίων, εφαρμοζόμενες δόσεις, καλλιεργούμενα είδη και κλιματικές συνθήκες). Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί ο ρυθμός αποικοδόμησης του chlorpyrifos και του chlorpyrifos oxon (κύριος μεταβολίτης της μητρικής ουσίας). Παρατηρήθηκε ότι το chlorpyrifos oxon ανιχνεύεται 5 ημέρες μετά την εφαρμογή της μητρικής ουσίας, αλλά σε χαμηλή συγκέντρωση. Επίσης, το είδος της καλλιέργειας και η εποχή επηρεάζουν σημαντικά το χρόνο ημίσειας ζωής του chlorpyrifos και του chlorpyrifos oxon, ενώ οι υπόλοιποι παράμετροι δεν έχουν καμία απολύτως επίδραση. Ο κατάλληλος χρόνος για τη συγκομιδή της τομάτας το χειμώνα, με εφαρμογή πλήρης δόσης και στο θερμοκήπιο με την επίπεδη οροφή είναι 8 ημέρες, έναντι άνω των 15 ημερών για τα πράσινα φασολάκια. Ο αντίστοιχος χρόνος την άνοιξη για τις τομάτες είναι 7 ημέρες και για τα φασολάκια 14 ημέρες.

Ο Torres *et al.* (2002), πραγματοποίησαν πείραμα σε υπό κάλυψη καλλιέργειες (τομάτες, πράσινα φασολάκια, αγγούρι και πιπεριά), εφαρμόζοντας τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα methamidofos, malathion και methiocarb, με σκοπό να μελετηθεί ο ρυθμός υποβάθμισής τους. Χρησιμοποιήθηκαν έξι θερμοκήπια εκ των οποίων δύο με επίπεδη οροφή για τις τομάτες, δύο με επίπεδη οροφή για τα πράσινα φασολάκια, όπου έγινε εφαρμογή methiocarb και δύο με ασύμμετρη οροφή για αγγούρι και πιπεριά, όπου έγινε εφαρμογή με methamidofos και malathion. Προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα: το methamidofos είναι το εντομοκτόνο με τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (5,3 ημέρες), ενώ το methiocarb αποτελεί το

εντομοκτόνο με τη μικρότερη διάρκεια ζωής (1,9 έως 2,9 ημέρες). Το methiocarb βρέθηκε ότι αποικοδομείται

γρήγορα την άνοιξη και στο θερμοκήπιο με την ασύμμετρη οροφή, καθώς ακόμη οι απώλειες του methiocarb είναι μεγαλύτερες στην καλλιέργεια τομάτας απ' ό τι στα πράσινα φασολάκια. Τα υπολείμματα του malathion μεταβολίζονται ελάχιστα στο αγγούρι και στην πιπεριά.

Ο Garau *et al.* (2002) προσπάθησαν να μελετήσουν τη συμπεριφορά ορισμένων νεοεισαχθέντων στην αγορά μυκητοκτόνων, όπως: azoxystrobin, cyprodinil, pyrimethanil και fludioxynil με επίπεδα MRL 2mg/kg, 0,5mg/kg, 2mg/kg και 1mg/kg αντίστοιχα. Με εφαρμογή των παραπάνω μυκητοκτόνων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας, βρέθηκε ότι μια εβδομάδα μετά την εφαρμογή του cyprodinil τα υπολείμματα ήταν κοντά στο MRL, ενώ τα υπολείμματα του fludioxynil και του azoxystrobin ήταν κάτω από το MRL αμέσως μετά την εφαρμογή. Το pyrimethanil βρέθηκε ότι έχει χρόνο ημίσειας ζωής από 2,8 έως 3,5 ημέρες, ενώ 3 ημέρες μετά την εφαρμογή τα υπολείμματα ήταν κάτω από το MRL. Το pyrimethanil, το azoxystrobin και το fludioxynil υφίστανται φωτοδιάσπαση ενώ το cyprodinil υφίσταται εξάτμιση. Στο χρονικό διάστημα πριν τη συγκομιδή βρέθηκε ότι τα επίπεδα των υπολειμμάτων του pyrimethanil, το azoxystrobin και το fludioxynil ήταν κοντά στα MRL, ενώ για το cyprodinil προτείνεται να αυξηθεί ο χρόνος πριν τη συγκομιδή κατά 10 ημέρες ή να αυξηθεί το MRL σε 2mg/kg όπως συμβαίνει σε άλλους καρπούς (φράουλα και λάχανο).

Η Aplada-Sarlis *et al.* (1994) πραγματοποίησαν πείραμα σε καλλιέργεια τομάτας υπό κάλυψη με εφαρμογή του procymidone και του ακαρεοκτόνου propargite, στην Αθήνα από το Σεπτέμβριο έως το Σεπτέμβριο. Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί η αποσύνθεση των παραπάνω φυτοπροστατευτικών προϊόντων, να γίνει επανεκτίμηση του χρόνου επέμβασής από την τελευταία εφαρμογή μέχρι τη συγκομιδή και να μελετηθεί η επίδραση των συνεχόμενων εφαρμογών του procymidone στην καλλιέργεια. Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες και βρέθηκε μεγάλη συγκέντρωση υπολειμμάτων του procymidone στους καρπούς (2 mg/kg κατά την Ε.Ε.), καθώς παρέμεινε σταθερό για 28 ημέρες από την τελευταία εφαρμογή μιας και η εφαρμογή έγινε σε ώριμες τομάτες και σε θερμοκήπιο (απουσία ανέμου, βροχής). Επομένως κρίνεται απαραίτητο να περιοριστεί ο αριθμός των εφαρμογών ή να προσαρμοστεί ο χρόνος από την τελευταία εφαρμογή μέχρι τη συγκομιδή. Αντίθετα το propargite εμφάνισε μειωμένα επίπεδα υπολειμμάτων στον προτεινόμενο χρόνο συγκομιδής από την τελευταία εφαρμογή που είναι 3 ημέρες.

4.7 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ

Στις Ευρωπαϊκές χώρες πρώτο βήμα για την προστασία του καταναλωτή είναι:

- Ο προσδιορισμός της Δόσης χωρίς Παρατηρήσιμη Αρνητική Επίπτωση (No Observed Adverse Effect Level, NOAEL).
- Ο προσδιορισμός της Αποδεκτής Ημερήσιας Λήψης για τον άνθρωπο (Acceptable Daily Intake for man, ADI) , που προκύπτει από το με τη χρήση ενός συντελεστή ασφαλείας, που εκφράζεται σε mg δραστικής ουσίας / kg ζώντος βάρους / ημέρα (Λέντζα-Ρίζου, 1999).
- Ο προσδιορισμός του Ανώτατου Ορίου Υπολειμμάτων (Maximum Residue Levels ή Limits, MRLs), το οποίο αναφέρεται κάθε φορά σε συγκεκριμένο προϊόν φυτοπροστασίας και σε συγκεκριμένο γεωργικό προϊόν. Το MRL εκφράζεται σε mg δραστικής ουσίας / kg προϊόντος. Σύμφωνα με αυτά, τα γεωργικά προϊόντα, εγχώρια ή εισαγόμενα, δεν επιτρέπεται να πωληθούν στο λιανεμπόριο εάν οι δειγματοληπτικοί έλεγχοι δείξουν πως η περιεκτικότητά τους σε υπολείμματα εντομοκτόνων τα υπερβαίνει (Λέντζα-Ρίζου, 1999).

Τα μέτρα που πρέπει να παρθούν για την αντιμετώπιση υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα φυτά αφορούν προληπτικά μέτρα και μέτρα κατά τη συγκομιδή:

1. Προληπτικά μέτρα:

- ⇒ Πρέπει να τηρούνται με σχολαστικότητα οι ημέρες μεταξύ του τελευταίου ψεκασμού και συγκομιδής και να μην ξεπερνιούνται οι συνιστώμενες δόσεις.
- ⇒ Η καταπολέμηση για να είναι ικανοποιητική πρέπει να γίνεται προσεχτικά και έγκαιρα, με τις συνιστώμενες δόσεις και με κατάλληλα μηχανήματα εφαρμογής.
- ⇒ Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων με μεγάλη διάρκεια ζωής.
- ⇒ Η χρησιμοποίηση μεθόδων καταπολέμησης στα πλαίσια της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης.

2. Μέτρα μετά τη συγκομιδή:

⇒ Είναι απαραίτητος ο έλεγχος κανόνων της ορθής γεωργικής πρακτικής, αφού ο έλεγχος των υπολειμμάτων είναι πολύπλοκος, εξειδικευμένος και πολύ υψηλού κόστους.

⇒ Εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των προληπτικών μέτρων και χάραξη κατάλληλης στρατηγικής.

Σε χώρες που πρωτοπορούν στον έλεγχο των τοξικών υπολειμμάτων στα τρόφιμα, το κοινό είναι ευαισθητοποιημένο και απαιτητικό, σε βαθμό που επηρεάζει και τους νομοθέτες και τους κυβερνώντες. Τα μέτρα κρίνονται και αναθεωρούνται κατά διαστήματα, ανάλογα με τα αποτελέσματά τους. Στις χώρες όπου εφαρμόζεται αυστηρά η νομοθεσία περί ελέγχου γεωργικών φαρμάκων, θεωρείται ότι η υγεία των καταναλωτών δεν κινδυνεύει από υπολείμματα στα τρόφιμα. Χώρες δίχως επαρκή εργαστηριακό εξοπλισμό ή χωρίς εξειδικευμένο προσωπικό, ορίζουν χαμηλά ανεκτά όρια υπολειμμάτων και για λόγους ασφαλείας ακολουθούν όσα εφαρμόζουν άλλες χώρες (Τζανακάκης, 1995).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το πείραμα διενεργήθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας σε καλλιέργειες τομάτας (ποικιλίας Formula) όπου πραγματοποιήθηκαν εφαρμογές των **procymidone (Sumilex)**, **heptenophos (Hostaquick)** και **pyrimethanil (Scala)** σε θερμοκηπιακή υδροπονική και σε υπαίθρια καλλιέργεια με στόχο αφενός τη συγκριτική παρακολούθηση της υποβάθμισης των υπολειμμάτων στον καρπό της τομάτας των δύο καλλιεργειών και αφετέρου την παρακολούθηση της πορείας των υπολειμμάτων στο θρεπτικό υγρό της υδροπονικής καλλιέργειας.

Οι παραπάνω ουσίες επελέγησαν για τις παρακάτω ιδιότητές τους:

✓ Το **procymidone**, ένα «παραδοσιακό» μυκητοκτόνο, που είναι ήπια διασυστηματικό και χρησιμοποιείται στην τομάτα για τον έλεγχο των μυκήτων των γενών *Botrytis*

✓ Το **heptenophos** είναι διασυστηματικό εντομοκτόνο με μικρή διάρκεια παραμονής και παρεμβαίνει στο αναπνευστικό σύστημα των εντόμων.

✓ Το **pyrimethanil** είναι ένα σχετικά σύγχρονο μυκητοκτόνο, μη διασυστηματικό, που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του βοτρυτή της τομάτας

Για το όλα τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα έγιναν δυο επαναλήψεις εφαρμογές τόσο στην υδροπονική όσο και στην υπαίθρια καλλιέργεια. Στην υδροπονική καλλιέργεια διενεργήθηκαν ψεκασμοί (για το heptenophos και το pyrimethanil) σε καλυμμένα (με αλουμινόχαρτο) και σε ακάλυπτα φυτοδοχεία, προκειμένου να διερευνηθεί η πιθανή οδός παρουσίας υπολειμμάτων στο θρεπτικό διάλυμα.

Σε διαφορετικές ημερομηνίες μετά την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων ελήφθησαν δείγματα καρπών από τις δύο καλλιέργειες και θρεπτικού διαλύματος από την υδροπονική καλλιέργεια τα οποία μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο προς ανάλυση.

Για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων υπολειμμάτων τόσο στο φυτικό ιστό της τομάτας όσο και στο θρεπτικό διάλυμα της υδροπονικής καλλιέργειας αναπτύχθηκαν και ελέγχθηκαν αναλυτικές μέθοδοι, ενώ για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος (Gas Chromatography, GC).

1.2. ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο Μαγνησίας. Η υπό κάλυψη καλλιέργεια έγινε σε αμφίρρικτο πολλαπλό θερμοκήπιο συνολικής έκτασης 1000 m² με κάλυψη από γυαλί. Το τμήμα όπου φυτεύτηκε η καλλιέργεια ήταν 200 m². Ο αερισμός γινόταν από ανοίγματα οροφής θερμοκηπίου.

Η εφαρμογή των επιλεγμένων φυτοφαρμάκων έγινε σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας θερμοκηπίου, καθώς και σε υπαίθρια καλλιέργεια εκτός θερμοκηπίου. Χρησιμοποιήθηκαν 5 σειρές υπαίθριας τομάτας και 2 σειρές υδροπονικής καλλιέργειας σε φυτοδοχεία (γλάστρες) των 4,5 L, με διάμετρο 8,5 cm και ύψος 20 cm, που είχαν πληρωθεί με περλίτη. Η κάθε σειρά αποτελούνταν από 18 φυτά. Οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 1 m * 50 cm Η ποικιλία τομάτας που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Formula.

Το υδροπονικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε ήταν κλειστό. Η εγκατάσταση αποτελούνταν από ένα ζεύγος καναλιών (σειρών). Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος που εφαρμόστηκε στην καλλιέργεια τομάτας σε κλειστό υδροπονικό σύστημα φαίνεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος που εφαρμόστηκε στην καλλιέργεια τομάτας σε κλειστό υδροπονικό σύστημα

Θρεπτικό στοιχείο	Συγκέντρωση (mg/L)
NO ₃ ⁻	763
NH ₄ ⁺	18
PO ₄ ⁻	97
K ⁺	253
Ca ⁺²	160
Mg ⁺²	36
SO ₄ ²⁻	72
Fe ⁺²	1,7
Cu	0,6
Mn ⁺²	0,5
H ₃ BO ₃	0,28
Zn ⁺²	0,23

1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για την παρακολούθηση των υπολειμμάτων του **Hostaquick (Heptenophos)** πραγματοποιήθηκαν δυο εφαρμογές. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις 3/6/2004 (0 ώρες) και ελήφθησαν δείγματα έως και τις 7/6/2004. Η δεύτερη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 9/6/2004 (0 ημέρες) και ελήφθησαν δείγματα έως και τις 12/6/2004

Για την παρακολούθηση των υπολειμμάτων του **Scala (Pyrimethanil)** πραγματοποιήθηκαν δυο εφαρμογές σε κάθε καλλιέργεια. Στην υδροπονική καλλιέργεια η πρώτη εφαρμογή έγινε στις 9/6/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως και τις 17/6/2004, ενώ η δεύτερη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 17/6/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως και τις 4/7/2004. Στην υπαίθρια καλλιέργεια οι δυο εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν έως εξής: Η πρώτη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 3/8/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως τις 11/8/2004, ενώ η δεύτερη στις 11/8/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως τις 18/8/2004.

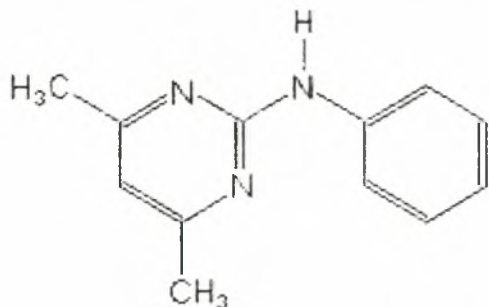
Για το **Sumilex (Procymidone)** πραγματοποιήθηκαν δυο εφαρμογές σε κάθε καλλιέργεια. Στην υδροπονική καλλιέργεια η πρώτη εφαρμογή έγινε στις 17/6/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως και τις 27/6/2004, ενώ η δεύτερη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 27/6/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως και τις 1/7/2004. Στην υπαίθρια καλλιέργεια οι δυο εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν έως εξής: Η πρώτη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 3/8/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως τις 11/8/2004, ενώ η δεύτερη στις 11/8/2004 και ελήφθησαν δείγματα έως τις 18/8/2004.

Στην περίπτωση των καρπών τομάτας της υδροπονικής και της υπαίθριας καλλιέργειας, σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας συλλέχθηκαν 3 δείγματα (επαναλήψεις).

1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

I. pyrimethanil

Συντακτικός τύπος:



Κατηγορία: Μυκητοκτόνο, **Χημική κατηγορία:** Ανιλινοπυριμιδίνες, **Κοινό όνομα:** Pyrimethanil (BSI, ISO), **Εμπορικό όνομα:** Mythos, Scala, **Όνομα κατά IUPAC:** N-(4,6-dimethylpyrimidin-2-yl)aniline, **Όνομα C.A:** 4,6-dimethyl-N-phenyl-2-pyrimidamine, **Άλλα ονόματα:** 2-anilino-4,6-dimethylpyrimidine, **Μοριακός τύπος:** C₁₂H₁₃N₃, **Μοριακό Βάρος:** 199,3, **Φυσική κατάσταση:** Άχρωμος Κρύσταλλος, **Σημείο τήξης:** 96,3⁰C, **Τάση ατμών:** 2,2*10⁻³ Pa (25⁰C,OECD 104), **Ειδικό Βάρος:** 1,15 (20⁰C), **Kow logP:** 2,84 (pH: 6,1, 25⁰C), **Διαλυτότητα στο νερό:** 0,121 g/L (pH: 6,1, 25⁰C), (Διαλυτό σε όλους τους οργανικούς διαλύτες), **Σταθερότητα:** Σταθερό στο νερό, στα όρια του επιθυμητού pH, **pKa:** 3,52, **Χρήση:** Έλεγχος του Botrytis cinerea (γκρι σήψη), σε άμπελο, φρούτα, λαχανικά και καλλωπιστικά, καθώς και της ψωρίασης των φύλλων από το μύκητα Venturia inaequalis των μηλοειδών.

Τρόπος δράσης: Αναχαίτιση της έκκρισης των ενζύμων του μύκητα που προκαλούν την ασθένεια, **Μορφές που κυκλοφορεί:** SC, **Φυτοτοξικότητα:** Μπορεί να προκαλέσει τοξικά φαινόμενα σε κλειστά συστήματα, σε ποσοστό σχετικής υγρασίας ≥80%, σε ευαίσθητα είδη (π.χ. Solanaceae).

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:

➤ **Ζώα:** Στα ποντίκια απορροφάται, μεταβολίζεται και απεκκρίνεται ταχέως. Εφαρμόζοντας μια απλά δόση απεκκρίνεται μέσα σε 7-8 ώρες. Ο μεταβολισμός περιλαμβάνει οξείδωση σε υδροξυλιωμένα παράγωγα και ακολουθούμενη από υποβάθμιση.

➤ **Φυτά:** παρατηρείται ελάχιστος μεταβολισμός στους καρπούς

➤ **Έδαφος και νερό:**

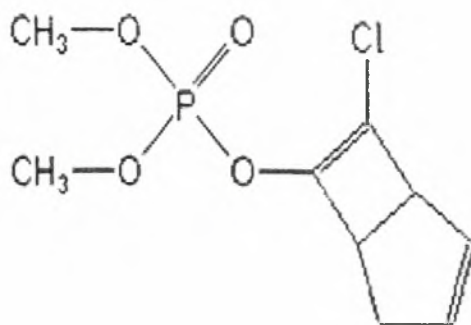
⇒ DT₅₀ στα εργαστήρια 27-82 ημέρες

⇒ DT₅₀ στο έδαφος 7-27 ημέρες. Δεν εκπλύνεται σημαντικά στα υπόγεια νερά.

Τα Ανώτατα Επιτρεπτά Όρια (MRL) του pyrimethanil στην τομάτα είναι 0,05 mg/kg στην Ευρωπαϊκή Ένωση , 1,0 στην Αυστραλία και 2,0 στην Ιταλία.

II. Heptenophos

Συντακτικός τύπος :



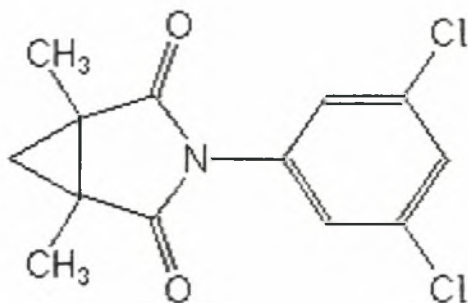
Κατηγορία: Εντομοτοκτόνο, **Χημική κατηγορία:** Οργανοφωσφορικό, **Κοινό όνομα:** heptenophos, **Εμπορικό όνομα:** Hostaquick (για χρήση σε καλλιέργειες) και Ragadan (για χρήση σε ζώα), **Όνομα κατά IUPAC:** 7-chlorobicyclo[3.2.0]-hepta-2,6-dien-6-yl dimethyl phosphate, **Όνομα C.A:** 7-chlorobicyclo[3.2.0]-hepta-2,6-dien-6-yl dimethyl phosphate, **Μοριακός τύπος:** C₉H₁₂ClO₄P, **Μοριακό Βάρος:** 250,6, **Φυσική κατάσταση:** Υγρό (πολύ πυκνό, ≥93%), **Τάση ατμών:** 65 mPa (15⁰C, OECD 104), 170 mPa (25⁰C), **Ειδικό Βάρος:** 1,294 (20⁰C), **Κοw:** 209 (pH:7, 25⁰C), **Διαλυτότητα στο νερό:** 2,2 g/L (pH:7, 20⁰C) **Διαλυτότητα στη μεθανόλη:** >1 Kg/L (25⁰C), **Διαλυτότητα στην ακετόνη:** Kg/L (25⁰C), **Διαλυτότητα στο εξάνιο:** 0,13 Kg/L (25⁰C), **Σταθερότητα:** Υδρολύεται σε όξινα και αλκαλικά περιβάλλοντα, **Χρήση:** Εντομοκτόνο με πολύ γρήγορη δράση στην αρχή και χωρίς υπολείμματα. Εισχωρεί ταχύτατα στους φυτικούς ιστούς και μεταφέρεται γρήγορα, ελέγχοντας μυζητικά έντομα (Αφίδες) και κάποια Δίπτερα, σε ύπαιθρο και θερμοκήπια., **Τρόπος δράσης:** Διασυστηματικό εντομοκτόνο που δρα και έως επαφής, στομάχου και διαπνοής. Παρεμποδιστής της δράσης της χοληνεστεράσης, **Μορφές που κυκλοφορεί:** EC, **Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:**

- **Ζώα:** Στα ποντίκια απεκκρίνεται σε ποσοστό 90% στα ούρα και 6% στους μεταβολίτες μέσα σε 6 ημέρες.
- **Φυτά:** Εξατμίζεται πολύ γρήγορα και δεν αφήνει υπολείμματα

Για το heptenophos δεν έχουν θεσπιστεί Ανώτατα Επιτρεπτά Όρια (MRL)

III. procymidone

Συντακτικός τύπος:



Κατηγορία: Μυκητοκτόνο, **Χημική κατηγορία:** Οργανοφωσφορικό, **Κοινό όνομα:** Procymidone, **Εμπορικό όνομα:** Sumisclex, Sumilex, **Όνομα κατά IUPAC:** N-(3,5-dichlorophenyl)-1,2-dimethylcyclopropane-1,2-dicarboximide, **Όνομα C.A:** 3-(3,5-dichlorophenyl)-1,5-dimethyl-3-azabicyclo[3.1.0]hexane-2,4-dione, **Μοριακός τύπος:** C₁₃H₁₁Cl₂NO₂, **Μοριακό Βάρος:** 284,1, **Φυσική κατάσταση:** Έγχρωμοι κρύσταλλοι, **Σημείο τήξης:** 166⁰C, **Τάση ατμών:** 18 mPa (25⁰C, OECD 104), **Ειδικό Βάρος:** 1,452 (25⁰C), **Kow:** 1380(pH:7, 26⁰C), **Διαλυτότητα στο νερό:** 4,5 mg/L (pH:7, 20⁰C), **Διαλυτότητα στη μεθανόλη:** 16 g/L (25⁰C)

Διαλυτότητα στην ακετόνη: 180 g/L (25⁰C), **Σταθερότητα:** Σταθερό σε κανονικές συνθήκες αποθήκευσης. Σταθερό στην ακτινοβολία, ζέστη και υγρασία., **Χρήση:** Έλεγχος για *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Monilia*, *Helminthosporium*, **Τρόπος δράσης:** Διασυστηματικό με προστατευτικές και θεραπευτικές ιδιότητες. Παρεμποδιστής της σύνθεσης των τριγλυκεριδίων, **Μορφές που κυκλοφορεί:** WP, SC, DP, WG

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:

➤ **Ζώα:** Περιορίζεται ταχύτατα στα ούρα και στους μεταβολίτες.

Έδαφος και νερό: Παραμένει στο έδαφος για 4-12 εβδομάδες (The Pesticides Manual, 1994)

Τα Ανώτατα Επιτρεπτά Όρια (MRL) του procymidone στην τομάτα είναι 2 mg/kg για την Ευρωπαϊκή Ένωση και 5 mg/kg για το FAO/WHO (1992)

1.5 ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για τον ψεκάσμο των φυτών τόσο της υδροπονικής όσο και της συμβατικής καλλιέργειας τομάτας υπό κάλυψη, ήταν τα εξής:

✓ Το εμπορικό σκεύασμα **Hostaquick 55% EC**, το οποίο περιέχει 55% δραστική ουσία heptenophos υπό μορφή γαλακτοποιήσιμου πυκνού εναιωρήματος. Ο ψεκάσμος έγινε με υδατικό εναιώρημα του παραπάνω σκευάσματος με δόση 50 ml/100 L.

✓ Το εμπορικό σκεύασμα **Scala 40% SC**, το οποίο περιέχει 40% δραστική ουσία pyrimethanil υπό μορφή εναιωρούμενου συμπυκνώματος. Ο ψεκάσμος έγινε με υδατικό εναιώρημα του παραπάνω σκευάσματος με δόση 20ml/100L νερό.

✓ Το εμπορικό σκεύασμα **Sumilex 50% WG**, που περιέχει 50% δραστική ουσία procyimidone υπό μορφή. Ο ψεκάσμος έγινε με υδατικό εναιώρημα του παραπάνω σκευάσματος με δόση 100g /100L νερό.

1.6 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Για τον προσδιορισμό των φυτοφαρμάκων που εφαρμόστηκαν στις καλλιέργειες χρησιμοποιήθηκε ο αέριος χρωματογράφος. Όσον αφορά την εκχύλιση των δραστικών ουσιών από τα φυτικά υποστρώματα των καρπών της τομάτας εφαρμόστηκε η μέθοδος της υγρής εκχύλισης με διαλύτες ακετόνη, πετρελαϊκό αιθέρα και διχλωρομεθάνιο. Για την εκχύλιση των δειγμάτων θρεπτικού υγρού της υδροπονικής καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε τεχνική εκχύλισης στερεάς φάσης.

1.6.1 Αντιδραστήρια, διαλύτες και εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε

Για την ανάλυση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω αντιδραστήρια-διαλύτες:

- Acetone καθαρότητας 99,8% της
- Dichloromethane καθαρότητας 99,8%
- Petroleum ether
- Na₂ SO₄ άνυδρο

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν:

- Ηλεκτρική συσκευή για την κοπή και το λιώσιμο των φυτικών ιστών.
- Ομογενοποιητής Ultra Turrax
- Συσκευή υπερήχων
- Φυγόκεντρος
- Περιστρεφόμενος εξατμιστήρας (Rotary Evaporator) -114 της BUCHI
- Συσκευή δημιουργίας ρεύματος N₂
- Αέριος χρωματογράφος με ανιχνευτή N P D

1.6.2 Διαδικασία ανάλυσης δειγμάτων φυτικού ιστού

Για την ανάλυση των δειγμάτων τομάτας για τον προσδιορισμό των heptenophos, του pyrimethanil και του procymidone ακολουθήθηκε η παρακάτω πορεία πολυδύναμης μεθόδου προσδιορισμού υπολειμμάτων (Analytical Methods For Pesticides Residues in Foodstuffs, 1996).

- Ζύγιση 7,5g ομογενοποιημένου δείγματος τομάτας μέσα σε σωλήνα φυγοκέντρου.
- Προσθήκη 15ml ακετόνης και ομογενοποίηση σε Ultra Turrax (7000στρ/min για 30sec).
- Προσθήκη 15ml διχλωρομεθανίου και 15ml πετρελαϊκού αιθέρα και εκ νέου ομογενοποίηση για 30sec.
- Φυγοκέντρηση.
- Λήψη 25ml από το εκχύλισμα και μεταφορά σε σφαιρική φιάλη των 50ml.
- Συμπύκνωση μέχρι ξηρού σε περιστρεφόμενο εξατμιστήρα με μειωμένη πίεση στους 40°C.
- Προσθήκη 5ml οξικού αιθυλεστέρα και μεταφορά του τελικού εκχυλίσματος σε φιαλίδια χρωματογραφίας.

1.6.3 Διαδικασία ανάλυσης δειγμάτων νερού

Στην ανάλυση των δειγμάτων θρεπτικού υγρού των υδροπονικών συστημάτων για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων του heptenophos, του pyrimethanil και του procymidone ακολουθήθηκε η παρακάτω πορεία πολυδύναμης μεθόδου προσδιορισμού υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε νερό (Liaris, K. et al., 2000 ,Miliadis G., .1998).

- Φιλτράρισμα του θρεπτικού υγρού μέσω διηθητικού χαρτιού.
- Ενεργοποίηση φυσιγγίου στερεάς φάσης τύπου C18 με διαδοχική διέλευση 5ml οξικού αιθυλεστέρα, 10ml μεθανόλης και 10ml απιονισμένου νερού.
- Διέλευση 250 ml υγρού από το φυσίγγιο (
- Ξήρανση του φυσιγγίου για περίπου 30min με διέλευση αέρα
- Έκλυση των μορίων με οξικό αιθυλεστέρα μέχρι παραλαβής 1ml.. Μεταφορά του τελικού εκχυλίσματος σε φιαλίδια χρωματογραφίας.

1.6.4 Χρωματογραφική ανάλυση

Για την ανάλυση των heptenophos, pyrimethanil και procymidone στα τελικά εκχυλίσματα των δειγμάτων (καρποί και θρεπτικό διάλυμα) χρησιμοποιήθηκε το σύστημα

της αέριας χρωματογραφίας τύπου Hewlett-Packard 6890 με ανιχνευτή αζώτου-φωσφόρου (NPD) και τριχοειδή χρωματογραφική στήλη (30m x 0,22mm i.d.) τύπου HP-35. Η καταγραφή και επεξεργασία του χρωματογραφικού σήματος έγινε σε H/Y με το πρόγραμμα Chem Station. Οι συνθήκες λειτουργίας του οργάνου ήταν οι εξής:

- Εκχυτής δείγματος σε λειτουργία 'splitless'. Θερμοκρασία εκχυτή 240°C.
- Όγκος έγχυσης δείγματος 2μl.
- Ανιχνευτής 300°C.
- Φέρον αέριο ήλιο, με ροή 1,0 ml/min.
- Αρχική θερμοκρασία φούρνου 100°C (διατήρησή της για 1,2min).
- Αύξηση με ρυθμό 14°C/min μέχρι τους 220°C.
- Αύξηση με ρυθμό 30°C/min μέχρι τους 270°C.

Για την επιβεβαίωση των κορυφών χρησιμοποιήθηκε και άλλη στήλη διαφορετικής πολικότητας (HP -5 , 30m x 0,32) με το ίδιο θερμοκρασιακό πρόγραμμα.

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.1. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ταυτοποίηση των τριών εντομοκτόνων στα χρωματογραφήματα έγινε με βάση τους χρόνους κατακράτησής τους. Ο χρόνος κατακράτησης για τα heptenophos, pyrimethanil και procymidone και είναι 9,2 , 11,6 και 13,4 min., αντιστοίχως.

Τα δείγματα του μάρτυρα, όπως αναμένονταν, δεν εμφάνισαν κορυφές στους χρόνους κατακράτησης των κορυφών των παραπάνω δραστικών ουσιών και ως εκ τούτου δεν παρουσιάστηκε δυσκολία στην επεξεργασία των χρωματογραφημάτων. Επίσης έγινε και επιβεβαίωση των ευρυμάτων με χρήση και του άλλου χρωματογραφικού συστήματος διαφορετικής πολικότητας.

2.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των φυτοπροστατευτικών προϊόντων πραγματοποιήθηκε εφαρμόζοντας τη μέθοδο του εξωτερικού προτύπου, χρησιμοποιώντας την καμπύλη αναφοράς. Η καμπύλη αναφοράς κατασκευάστηκε με μικτά πρότυπα διαλύματα των procymidone, heptenophos και pyrimethanil τόσο στον ανάλογο διαλύτη όσο και σε εκχύλισμα υποστρώματος (για να αντιμετωπισθεί διαφοροποίηση του χρωματογραφικού σήματος λόγω του φαινομένου της επίδρασης υποστρώματος–matrix effect).

Οι καμπύλες αναφοράς για τα προς μελέτη φυτοπροστατευτικά προϊόντα τόσο σε εκχύλισμα υποστρώματος όσο και σε διαλύτη παρουσιάζονται στα σχήματα 1, 2, 3, 4, 5 και 6 όπου:

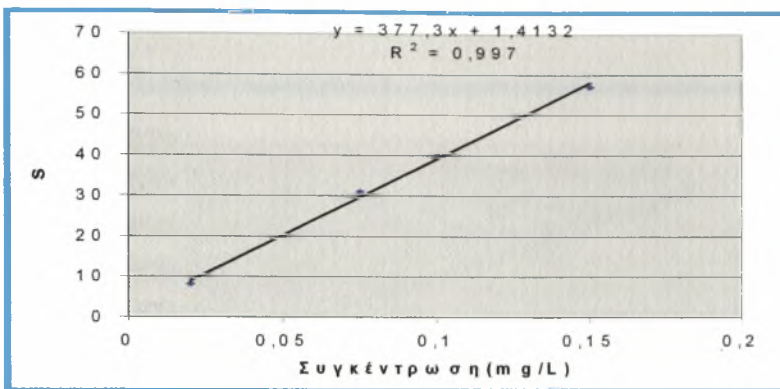
S: η επιφάνεια (εμβαδόν) της κορυφής της ουσίας

H: το ύψος της κορυφής της ουσίας και

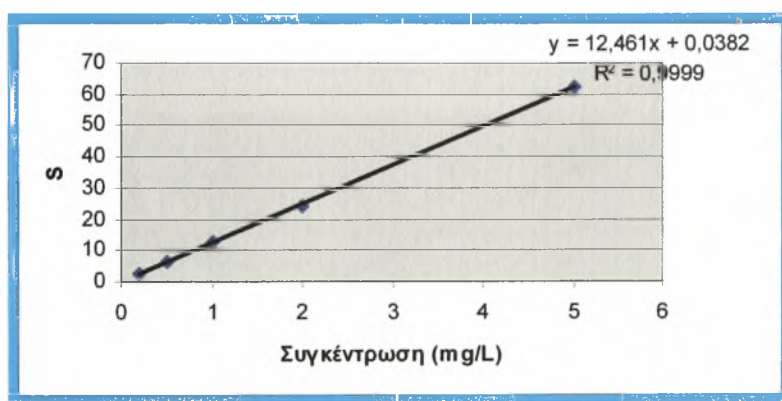
C: η συγκέντρωση της ουσίας στα πρότυπα διαλύματα (mg/L).

Από τα διαγράμματα αυτά προκύπτει η απουσία του φαινομένου της επίδρασης υποστρώματος για το heptenophos και το pyrimethanil..

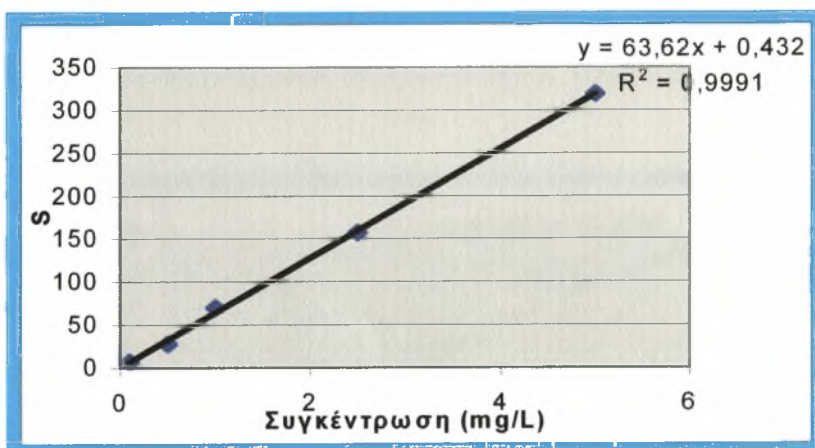
Η συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων για κάθε δείγμα υπολογίστηκε από την επιφάνεια των κορυφών του procymidone, του heptenophos και του pyrimethanil στα χρωματογραφήματα χρησιμοποιώντας παράλληλα την καμπύλη αναφοράς. Οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε μg δραστικής ουσίας/g ιστού για τα δείγματα τομάτας και μg δραστικής ουσίας/L θρεπτικού υγρού



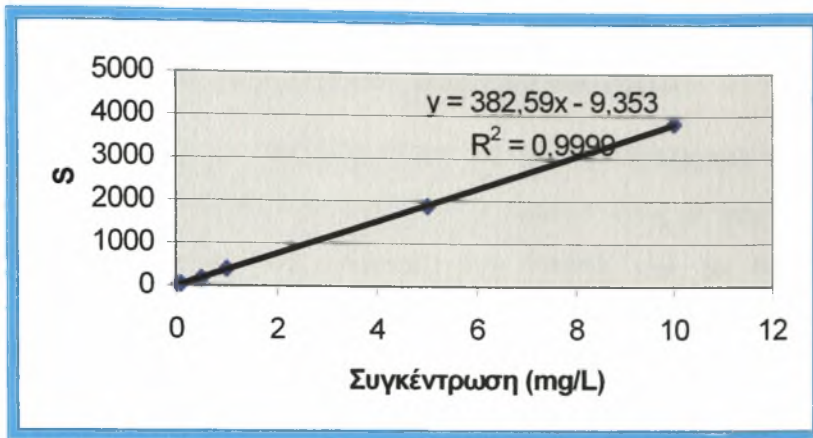
Σχήμα 1: Καμπύλη αναφοράς για το, heptenophos σε εκχύλισμα φυτικού ιστού τομάτα



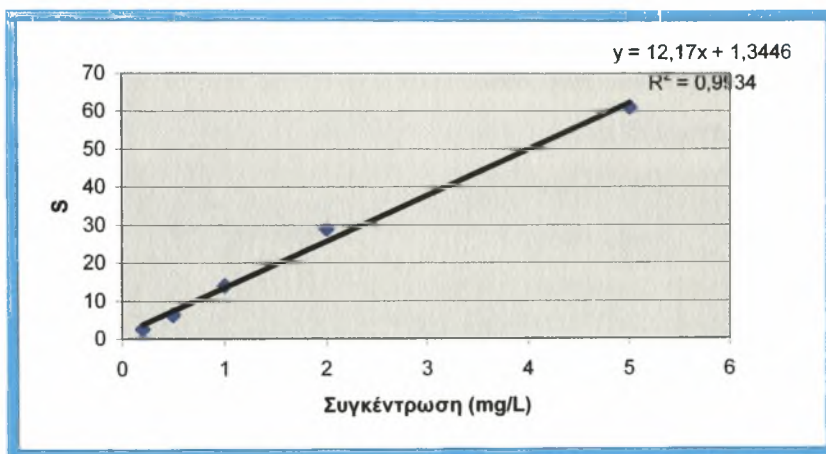
Σχήμα 2: Καμπύλη αναφοράς για το procymidone, σε εκχύλισμα φυτικού ιστού τομάτας



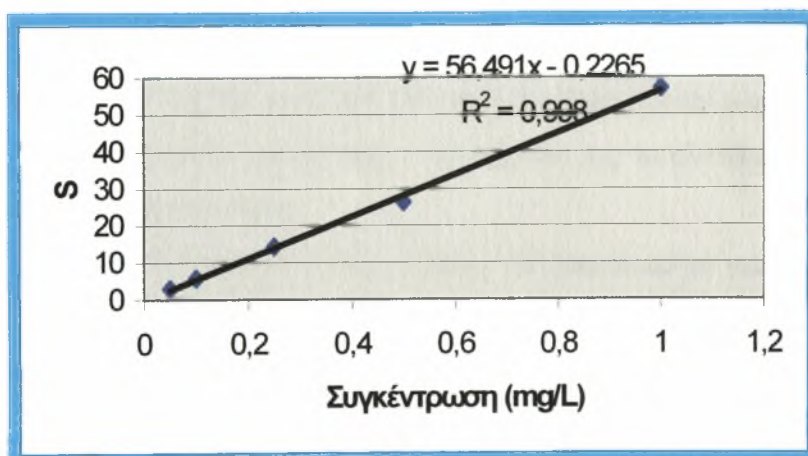
Σχήμα 3: Καμπύλη αναφοράς για το rygimethanil, σε εκχύλισμα φυτικού ιστού τομάτα



Σχήμα 4: Καμπύλη αναφοράς για το heptenophos (σε διαλύτη -οξικό αιθυλεστέρα)



Σχήμα 5: Καμπύλη αναφοράς για το procymidone (σε διαλύτη -οξικό αιθυλεστέρα)



Σχήμα 6: Καμπύλη αναφοράς για το pyrimethanil (σε διαλύτη -οξικό αιθυλεστέρα).

2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ

Οι αναλυτικές μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων των προς μελέτη ουσιών ελέγχθηκαν ως προς την αξιοπιστία τους με πειράματα ανάκτησης. Δείγματα μάρτυρα (7,5g για τους καρπούς και 250mL για το θρεπτικό διάλυμα) φορτίστηκαν με κατάλληλες ποσότητες μικτού πρότυπου διαλύματος procymidone, heptenophos και pyrimethanil έτσι ώστε να προκύψουν φορτισμένα δείγματα. Στη συνέχεια ακολουθήθηκαν οι προαναφερόμενοι μέθοδοι εκχύλισης και ανάλυσης των δειγμάτων, προσδιορίστηκαν οι ποσότητες των υπολειμμάτων που ανακτήθηκαν και συγκρίθηκαν με αυτές που εφαρμόστηκαν για να προκύψει το ποσοστό ανάκτησης. Τα πειράματα ανάκτησης επαναλήφθηκαν 5 φορές και τα αποτελέσματά τους παρουσιάζονται στους Πίνακες 2 και 3.

Πίνακας 2: Ανακτήσεις (%) και σχετική τυπική απόκλιση (RSD) πειραμάτων ανάκτησης υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε φορτισμένα δείγματα τομάτας.

Επίπεδο φόρτισης (mg/L)	Ανάκτηση % ± RSD		
	pyrimethanil	heptenophos	procymidone
0,02	-	88 ± 8	-
0,05	91 ± 2	91 ± 9	-
0,10	95 ± 10	96 ± 4	99 ± 3
0,50	101 ± 6	-	90 ± 8
1,00	89 ± 5	-	95 ± 5
2,00	94 ± 5	-	102 ± 4

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα 2 προκύπτει ότι οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για την ανάλυση των υπολειμμάτων έχουν ικανοποιητικές τιμές ανάκτησης και σχετικής τυπικής απόκλισης καθιστώντας τις ακολουθούμενες μεθόδους αξιόπιστες για ανάλυση υπολειμμάτων.

Τα όρια ποσοτικού προσδιορισμού (LOQ - Limits Of Quantitation) για το heptenophos, το procymidone και το pyrimethanil στην τομάτα, με την ακολουθούμενη μεθοδολογία ανάλυσης, βρέθηκαν να είναι 0,02mg/kg, 0,10 mg/kg και 0,05 mg/kg, αντίστοιχα

Πίνακας 3: Ανακτήσεις φυτοπροστατευτικών προϊόντων από φορτισμένα δείγματα θρεπτικού υγρού

Επίπεδο φόρτισης (mg/L)	Ανάκτηση % \pm RSD		
	pyrimethanil	heptenophos	procymidone
0,1	-	86 \pm 13	-
0,5	96 \pm 3	90 \pm 9	-
1,0	94 \pm 6	95 \pm 5	88 \pm 10
10,0	96 \pm 5	-	89 \pm 8
50,0	97 \pm 8	-	92 \pm 7

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα 3 προκύπτει ότι οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για την ανάλυση των υπολειμμάτων έχουν ικανοποιητικές τιμές ανάκτησης και σχετικής τυπικής απόκλισης καθιστώντας τις ακολουθούμενες μεθόδους αξιόπιστες για ανάλυση υπολειμμάτων.

Τα όρια ποσοτικού προσδιορισμού (LOQ - Limits Of Quantitation) για το Heptenophos, το procymidone και το Pyrimethanil στο θρεπτικό υγρό της υδροπονικής καλλιέργειας, με την ακολουθούμενη μεθοδολογία ανάλυσης, βρέθηκαν να είναι 0,10 $\mu\text{g/L}$, 3 $\mu\text{g/L}$ και 0,5 $\mu\text{g/L}$, αντίστοιχα.

2.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ.

Στους πίνακες 4, 5, 6, 7, 8, 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων για την παρακολούθηση της υποβάθμισης των υπολειμμάτων του **heptenophos**, του **procymidone** και του **pyrimethanil** σε καρπούς υδροπονικής και υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας σε διάφορα χρονικά διαστήματα από την 1^η και 2^η εφαρμογή.

Πίνακας 4: Μέση συγκέντρωση (mg/kg) υπολειμμάτων *heptenophos* και σχετική τυπική απόκλιση (RSD) σε καρπούς τομάτας υδροπονικής καλλιέργειας σε διάφορα χρονικά διαστήματα μετά την 1^η και μετά την 2^η εφαρμογή για n=3 (Κάθε τιμή είναι ο μέσος όρος από 3 επαναλήψεις)

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ωρες	Συγκέντρωση (mg/kg)	R.S.D
1ος ψεκασμός			
3/6/2004	0	0,105	48
3/6/2004	12	0,042	
4/6/2004	24	0,033	8
7/6/2004	96	0,007	8
2ος ψεκασμός			
9/6/2004	0	0,097	39
10/6/2004	12	0,029	9
10/6/2004	24	0,020	3

Γενικά παρατηρείται μια γρήγορη υποβάθμιση των υπολειμμάτων του *heptenophos*, μετά τον 1^ο και 2^ο ψεκασμό. Συγκεκριμένα μετά από τις πρώτες 24 ώρες η συγκέντρωση των υπολειμμάτων του *heptenophos* είναι 0,033 mg/kg παρατηρείται δηλαδή μείωση της τάξεως του 68%. Μετά το 2^ο ψεκασμό η συγκέντρωση των υπολειμμάτων του *heptenophos* είναι 0,020 mg/kg παρατηρείται δηλαδή μείωση της τάξεως του 79%. Άρα το να ξεπεραστεί το Ανώτατο Επιτρεπτό όριο είναι πρακτικά αδύνατο

Πίνακας 5: Μέση συγκέντρωση (mg/kg) υπολειμμάτων *procymidone* και σχετική τυπική απόκλιση (RSD) σε καρπούς τομάτας υδροπονικής καλλιέργειας για n=3

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ημέρες	Συγκέντρωση (mg/kg)	R.S.D.
1ος ψεκασμός			
20/6/2004	0	0,83	17
22/6/2004	2	0,89	20
24/6/2004	4	0,85	15
27/6/2004	7	0,76	13
2ος ψεκασμός			
27/6/2004	0	1,49	21
29/6/2004	2	1,35	9
1/7/2004	4	1,29	11
4/7/2004	7	1,25	20

Πίνακας 6: Μέση συγκέντρωση υπολειμμάτων *procymidone* και σχετική τυπική απόκλιση (RSD) σε καρπούς τομάτας υπαίθριας καλλιέργειας για n=3

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ημέρες μετά την εφαρμογή	Συγκέντρωση (mg / kg)	RSD
1^{ος} ψεκασμός			
3/8/2004	0	0,70	14
4/8/2004	1	0,73	15
6/8/2004	3	0,68	21
11/8/2004	8	0,63	21
2^{ος} ψεκασμός			
11/8/2004	0	1,25	14
14/8/2004	3	1,12	16
16/8/2004	5	1,06	14
16/8/2004	5	0,82	24
18/8/2004	7	0,99	15
18/8/2004	7	1,10	18

Οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του *procymidone*, τόσο στην υπαίθρια όσο και στην υδροπονική καλλιέργεια τομάτας βρέθηκαν κάτω από την τιμή του Ανώτατου Επιτρεπτού Ορίου (MRL), που είναι 2 mg/Kg, ακόμη και μετά τον 1^ο και 2^ο ψεκάσμο. Τόσο στον 1^ο ψεκάσμο όσο και στον 2^ο οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του *procymidone*, τις πρώτες ακόμη μέρες (3) από τη συλλογή, βρέθηκαν να κυμαίνονται μεταξύ 0,68-0,89 mg/Kg και 1,12 -1,35 mg/Kg, για τον 1^ο και 2^ο ψεκάσμο αντιστοίχως. Τα υπολείμματα του *procymidone* μειώνονται σχετικά αργά και στις δύο καλλιέργειες, χωρίς να παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο καλλιεργειών. Στις 5-7 ημέρες από τον 1^ο ψεκάσμο βρέθηκε το 90-92 % της αρχικής συγκέντρωσης, ενώ στις 7 ημέρες από τον 2^ο ψεκάσμο βρέθηκε το 84-87% της αρχικής συγκέντρωσης. Όπως φαίνεται από τις τιμές των συγκεντρώσεων στο 2^ο ψεκάσμο και λαμβανομένου υπόψη της εμμονής του φυτοπροστατευτικού προϊόντος, ενδέχεται σε 3 ή 4 συνεχόμενους ψεκασμούς να ξεπεραστεί η τιμή του MRL, όπως έχει βρεθεί και από το αντίστοιχο πείραμα (Arlada-Sarlis *et al.*, 1994) που έχει προαναφερθεί.

Πίνακας 7: Μέση συγκέντρωση (mg/kg) υπολειμμάτων pyrimethanil (Scala) και σχετική τυπική απόκλιση (RSD) σε καρπούς τομάτας υδροπονικής καλλιέργειας σε διάφορα χρονικά διαστήματα μετά την 1^η και μετά την 2^η εφαρμογή για n=3

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ημέρες μετά την εφαρμογή	Συγκέντρωση (mg/L)	RSD
1ος ψεκασμός			
9/6/2004	0	1,34	11
10/6/2004	1(12ώρες)	1,38	5
10/6/2004	1(24ώρες)	0,91	8
11/6/2004	2	0,67	19
12/6/2004	3	0,58	19
14/6/2004	5	0,42	17
17/6/2004	8	0,32	9
2ος ψεκασμός			
17/6/2004	0	1,58	15
20/6/2004	3	0,91	17
22/6/2004	5	0,60	17
24/6/2004	7	0,40	16
24/6/2004	7	0,30	11
27/6/2004	10	0,32	11
27/6/2004	10	0,28	9
29/6/2004	12	0,20	17
1/7/2004	14	0,13	31
4/7/2004	17	0,13	15

Πίνακας 8: Μέση συγκέντρωση (mg/kg) υπολειμμάτων pyrimethanil (Scala) και σχετική τυπική απόκλιση (RSD) σε καρπούς τομάτας υπαίθριας καλλιέργειας σε διάφορα χρονικά διαστήματα μετά την 1^η και μετά την 2^η εφαρμογή για n=3

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ημέρες μετά την εφαρμογή	Συγκέντρωση (mg/kg)	RSD
1ος ψεκασμός			
3/8/2004	0	1,16	8
4/8/2004	1	0,81	15
6/8/2004	3	0,65	33
11/8/2004	8	0,28	27
2ος ψεκασμός			
	0	1,24	15
14/8/2004	3	0,85	16
16/8/2004	5	0,69	17
18/8/2004	7	0,33	32
18/8/2004	7	0,45	18

Οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του **pyrimethanil** στις τομάτες που συλλέχθηκαν μερικές ώρες μετά την 1^η εφαρμογή βρέθηκαν να κυμαίνονται μεταξύ 1,16 και 1,34mg/kg και μεταξύ 1,24 και 1,58 mg/kg μετά τη 2^η εφαρμογή. Τα υπολείμματα του **pyrimethanil** μειώνονται σχετικά γρήγορα και στις 3 ημέρες από την 1^η και 2^η εφαρμογή βρέθηκαν 44-58% των αρχικών συγκεντρώσεων, ενώ στις 7 ή 8 ημέρες από την εφαρμογή βρέθηκαν 19-24% αυτών.

Η μελέτη του ρυθμού υποβάθμισης του **pyrimethanil**, για όλες τις περιπτώσεις του πειράματος μας, βρέθηκε να ακολουθεί κινητική αντιδράσεων πρώτης τάξης που περιγράφεται από εξίσωση της μορφής $\log c = at + b$, όπου $\log c$ ο λογάριθμος της παραμένουσας συγκέντρωσης υπολειμμάτων, a η κλίση της ευθείας ή ο ρυθμός μείωσης των υπολειμμάτων και t ο χρόνος (χρονικό διάστημα από την εφαρμογή).

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται οι εξισώσεις που προκύπτουν από την παραπάνω συσχέτιση καθώς και οι συντελεστές συσχέτισης (r) για κάθε εξεταζόμενη περίπτωση. Όπως φαίνεται οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης (r) βρέθηκαν μεγαλύτερες από τη θεωρητική τιμή 0,917 (που υπολογίζεται από τους στατιστικούς πίνακες για επίπεδο εμπιστοσύνης 99%), δηλαδή όλοι οι προκύπτοντες συντελεστές συσχέτισης είναι στατιστικά σημαντικοί. Συγκεκριμένα η ημιλογαριθμική συσχέτιση της παραμένουσας ποσότητας, $\log(c)$, με το

χρόνο (σε ημέρες) για χρονικό διάστημα 7 ή 8 ημερών, αποδεικνύεται στατικά σημαντική, για όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις.

Ο χρόνος ημιζωής υπολογίζεται από τη σχέση : $T_{1/2} = 0,693 / 2,303 \cdot a$, όπου a η κλίση της ευθείας, όπως προκύπτει από την ημιλογαριθμική επεξεργασία. Οι προκύπτουσες τιμές χρόνου ημιζωής για το **pyrimethanil** δεν διαφέρουν περισσότερο από 10% μεταξύ τους για κάθε περίπτωση ούτε όσον αφορά τις καλλιέργειες (συμβατική και υδροπονική υπο κάλυψη και υπαίθρια) ούτε όσον αφορά τη συχνότητα εφαρμογής (1^η και 2^η εφαρμογή). Οι προκύπτουσες τιμές χρόνου ημιζωής για το pyrimethanil είναι συγκρίσιμες με τις τιμές που αναφέρονται στη μοναδική σχετική αναφορά που βρέθηκε στη βιβλιογραφία για καλλιέργεια τομάτας (Garau et al, 2002), όπου οι χρόνοι ημιζωής του pyrimethanil βρέθηκαν 2,8 και 3,5 ημέρες για την πρώτη και δεύτερη εφαρμογή του μυκητοκτόνου, αντίστοιχα σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια.

Όσον αφορά τα επίπεδα των υπολειμμάτων του **pyrimethanil** στο χρονικό διάστημα των τριών ημερών μετά την εφαρμογή, που προτείνεται σαν PHI, βρέθηκε να κυμαίνονται από 0,58 έως 0,65 mg/kg μετά την 1^η εφαρμογή και από 0,85 έως 0,91 mg/kg μετά τη δεύτερη εφαρμογή, τιμές που είναι χαμηλότερες της τιμής MRL, που είναι 1,0 mg/kg για την Αυστραλία και 2,0 mg/kg για την Ιταλία. Παραπλήσια αποτελέσματα προέκυψαν και στην προαναφερόμενη εργασία (Garau et al, 2002), όπου 4 ημέρες μετά την εφαρμογή μετρήθηκαν υπολείμματα pyrimethanil ίσα με 0,49 και 0,55 mg/kg, μετά την πρώτη και δεύτερη εφαρμογή, αντίστοιχα

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Εξισώσεις πρώτου βαθμού που περιγράφουν την υποβάθμιση του pyrimethanil σε

τομάτες συμβατικής και υδροπονικής υπό κάλυψη καλλιέργειας μετά τον πρώτο και δεύτερο ψεκασμό,

Συντελεστές συσχέτισης (r) των εξισώσεων και Χρόνοι ημιζωής του pyrimethanil ($T_{1/2}$) σε ημέρες

	Ημιλογαριθμική εξίσωση $\log c = a t + b$	r	$T_{1/2}$ (ημέρες)
1 ^η εφαρμογή Υδροπονική	$\log c = -0,0735 t + 0,0366$	0,962	4,1
2η εφαρμογή Υδροπονική	$\log c = -0,0782 t + 0,1864$	0,993	3,8
1η εφαρμογή Συμβατική	$\log c = -0,0780 t - 0,0383$	0,975	3,9
2η εφαρμογή Συμβατική	$\log c = -0,0813 t + 0,1228$	0,994	3,7

* Κασσαβέτη Κατερίνα (Παν. Θεσσαλίας, 2004, πτυχιακή εργασία)

Στους πίνακες 10, 11 και 12, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων για την παρακολούθηση της υποβάθμισης των υπολειμμάτων του **heptenophos**, του **procymidone** και του **pyrimethanil** στο θρεπτικό διάλυμα.

Πίνακας 10: Μέση συγκέντρωση (mg/L) υπολειμμάτων **heptenophos** στο θρεπτικό διάλυμα σε διάφορα χρονικά διαστήματα μετά την 1^η και μετά την 2^η εφαρμογή

Χρόνος δειγματοληψίας	Ημέρες μετά την εφαρμογή	Συγκέντρωση	
		Διάλυμα τροφοδοσίας (μg/L)	Διάλυμα απορροής (μg/L)
1ος ψεκασμός			
3/6/2004	0	26,00	20,00
4/6/2004	1	2,60	2,12
5/6/2004	2	1,94	1,62
6/6/2004	3	1,44	1,03
	4	1,22	0,83
2ος ψεκασμός (με κάλυψη στις γλάστρες)			
9/6/2004	0	0,21	0,19
10/6/2004	1	0,14	0,11
12/6/2004	4	0,11	0,09

Παρατηρείται μια συγκέντρωση του **heptenophos** της τάξης των 20mg/L στο αρχικό διάλυμα απορροής που λήφθηκε μία ώρα μετά τον 1^ο ψεκασμό, με το πρώτο πότισμα της καλλιέργειας (0 ώρες).

Το **heptenophos** εμφανίζει μια σημαντική και συνεχή μείωση των υπολειμμάτων από 26μg/l σε 1,2μg/l στη δεξαμενή τροφοδοσίας (ποσοστό μείωσης 95%) και από 20μg/l σε 1,0 μg/l στην απορροή (ποσοστό μείωσης 96%), από την εφαρμογή του (0 ώρες) έως την 3^η ημέρα μετά την εφαρμογή του. Η σημαντική αυτή μείωση της συγκέντρωσης του **heptenophos** στο θρεπτικό διάλυμα αποδίδεται κατά κύριο λόγο στην υδρόλυση του μορίου.

Επίσης από τα αποτελέσματα δεν παρατηρείται διαφοροποίηση της συγκέντρωσης του **heptenophos** μεταξύ του διαλύματος τροφοδοσίας και του διαλύματος απορροής.

Στη δεύτερη εφαρμογή (0 ημέρες έως 3^η ημέρα), όπου οι γλάστρες είναι καλυμμένες, παρατηρείται ότι η συγκέντρωση των υπολειμμάτων του **heptenophos** βρέθηκε να είναι περίπου 100 φορές μικρότερη (0,21μg/l αντί 26μg/l) αποδεικνύοντας ότι η απορροή του

ψεκαστικού υγρού από το φυτό προς τη γλάστρα είναι η οδός εισροής του φαρμάκου στο θρεπτικό διάλυμα.

Πίνακας 11: Μέση συγκέντρωση (mg/L) υπολειμμάτων *procymidone* στο θρεπτικό διάλυμα σε διάφορα χρονικά διαστήματα μετά την 1^η και μετά την 2^η εφαρμογή

Χρόνος δειγματοληψίας	Ημέρες μετά την εφαρμογή	Συγκέντρωση	
		Διάλυμα τροφοδοσίας (μg/L)	Διάλυμα απορροής (μg/L)
1ος ψεκασμός			
20/6/2004	0	36	34
22/6/2004	2	24	24
24/6/2004	4	17	14
27/6/2004*	7		13
2ος ψεκασμός			
27/6/2004	0	56	67
29/6/2004	2	12	18
1/7/2004	4	5	6

* Έγινε ανανέωση του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας

Παρατηρείται μια συγκέντρωση του *procymidone* της τάξης των 34 mg/L στο αρχικό διάλυμα απορροής που λήφθηκε μία ώρα μετά τον 1^ο ψεκασμό και των 67 mg/L μετά τον 2^ο ψεκασμό, με το πρώτο πότισμα της καλλιέργειας (0 ώρες).

Το *procymidone* εμφανίζει μια αργή μείωση των υπολειμμάτων στον 1^ο ψεκασμό, από 34 μg/l σε 13 μg/l στη δεξαμενή απορροής (ποσοστό μείωσης 58 %) και από 67μg/l σε 6 μg/l μετά τον 2^ο ψεκασμό (ποσοστό μείωσης 73%), από την εφαρμογή του (0 ημέρες) έως την 4^η ημέρα μετά την εφαρμογή του. Στη δεξαμενή τροφοδοσίας παρατηρείται μείωση από 36 σε 17 μg/l μετά τον πρώτο ψεκασμό (ποσοστό μείωσης 53%) και από 56 σε 5 μg/l (ποσοστό μείωσης 91%), μετά τον 2^ο ψεκασμό, μετά από 4 ημέρες από την κάθε εφαρμογή.

Επίσης από τα αποτελέσματα δεν παρατηρείται διαφοροποίηση της συγκέντρωσης του *procymidone* μεταξύ του διαλύματος τροφοδοσίας και του διαλύματος απορροής.

Πίνακας 12: Μέση συγκέντρωση (mg/L) υπολειμμάτων *pyrimethanil* στο θρεπτικό διάλυμα σε διάφορα χρονικά διαστήματα μετά την 1^η και μετά την 2^η εφαρμογή

Χρόνος δειγματοληψίας	Ημέρες μετά την εφαρμογή	Συγκέντρωση	
		Διάλυμα τροφοδοσίας (μg/L)	Διάλυμα απορροής (μg/L)
1^η Εφαρμογή (με κάλυψη στις γλάστρες)			
9/6/2004	0	nm*	0,67
10/6/2004	1	1,30	0,87
12/6/2004	3	1,10	0,82
17/6/2004	8	nm	0,50
2^η Εφαρμογή (χωρίς κάλυψη στις γλάστρες)			
17/6/2004	0	nm	76
18/6/2004	1	nm	17
20/6/2004	3	33,00	30
22/6/2004	5	39,00	19
24/6/2004	7	31,00	28
27/6/2004	10	**	18
27/6/2004	10	**	15
29/6/2004	12	9,5	11
1/7/2004	14	10,0	6,0

*nm: Δεν ελήφθησαν μετρήσεις

** Έγινε ανανέωση του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας

Στην πρώτη εφαρμογή (0 ημέρες έως 8^η ημέρα), όπου οι γλάστρες είναι καλυμμένες, παρατηρείται ότι η συγκέντρωση των υπολειμμάτων του *pyrimethanil* βρέθηκε να είναι περίπου 100 φορές μικρότερη (0,67μg/l αντί 76μg/l) αποδεικνύοντας ότι η απορροή του ψεκαστικού υγρού από το φυτό προς τη γλάστρα είναι η οδός εισροής του φαρμάκου στο θρεπτικό υγρό.

Στη δεύτερη εφαρμογή του *pyrimethanil* παρατηρείται μια συγκέντρωση της τάξης των 76μg/l στο αρχικό διάλυμα απορροής που λήφθηκε μία ώρα μετά τον ψεκασμό, με το πρώτο πότισμα της καλλιέργειας (0 ημέρες).

Ακολούθως το *pyrimethanil* εμφανίζει μια σταδιακή μείωση των υπολειμμάτων από 76μg/l σε 28μg/l στη δεξαμενή τροφοδοσίας (ποσοστό μείωσης ~60%) από την εφαρμογή

του (0 ώρες) έως την 7^η ημέρα μετά την εφαρμογή του. Σημειώνεται ότι, όπως παρατηρήθηκε και για τα άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα της μελέτης, δεν προκύπτει διαφοροποίηση της συγκέντρωσης του pyrimethanil μεταξύ του διαλύματος τροφοδοσίας και του διαλύματος απορροής κατά το ανωτέρω χρονικό διάστημα

Στους πίνακες 13, 14 και 15, παρουσιάζονται τα ποσοστά μείωσης του **heptenophos**, του **procymidone** και του **pyrimethanil** στην υδροπονική καλλιέργεια τομάτας

Πίνακας 13: Ποσοστό μείωσης του *heptenophos* σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας

Χρόνος δειγματοληψίας (ώρες)	% Ποσοστό Μείωσης	Χρόνος δειγματοληψίας (Ωρες)	% Ποσοστό Μείωσης
1 ^{ος} ψεκασμός		1 ^{ος} ψεκασμός	
0	0	0	0
12	59,68	12	70
24	68	24	79

Πίνακας 14: Ποσοστό μείωσης του **procymidone** σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας

Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης	Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης
1ος ψεκασμός		2ος ψεκασμός	
0	0	0	
2	-	2	9
4	2	4	13
7	8	7	16

Πίνακας 15: ποσοστό μείωσης του *pyrimethanil* σε τομάτα υδροπονίας

Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης	Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης
1 ^{ος} Ψεκασμός		2 ^{ος} Ψεκασμός	
0	0	0	0
3	56	3	42
5	67	5	62
8	76	7	76

Στους πίνακες 16 και 17 παρουσιάζονται τα ποσοστά μείωσης του **procymidone** και του **pyrimethanil** στην υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας

Πίνακας 16: Ποσοστό μείωσης του *procymidone* σε υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας

Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης	Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης
1^{ος} ψεκασμός		2^{ος} ψεκασμός	
0	0	0	0
1	-	-	-
3	3,5	3	10
7	9,5	5	16

Πίνακας 17: Ποσοστό μείωσης του *pyrimethanil* σε υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας

Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης	Χρόνος δειγματοληψίας (Ημέρες)	% Ποσοστό μείωσης
1^{ος} ψεκασμός		2^{ος} ψεκασμός	
1	30	3	31
3	44	5	44
8	65	7	73

2.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

2.5.1 Υπολείμματα στους καρπούς τομάτας

Από την παρακολούθηση της πορείας των υπολειμμάτων των **heptenophos**, **procymidone** και **pyrimethanil**, στους καρπούς τομάτας τόσο της υπαίθριας όσο και της υδροπονικής καλλιέργειας μετά από τον ψεκασμό τους με τα αντίστοιχα φυτοπροστατευτικά προϊόντα προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για το κάθε παρασιτοκτόνο:

heptenophos

Γενικά παρατηρείται μια γρήγορη υποβάθμιση των υπολειμμάτων του **heptenophos**, μετά τον 1^ο και 2^ο ψεκασμό. Συγκεκριμένα μετά από τις πρώτες 24 ώρες η συγκέντρωση των υπολειμμάτων του **heptenophos** είναι 0,033 mg/kg παρατηρείται δηλαδή μείωση της τάξεως του 68%. Μετά το 2^ο ψεκασμό η συγκέντρωση των υπολειμμάτων του **heptenophos**

είναι 0,020 mg/kg παρατηρείται δηλαδή μείωση της τάξεως του 79%. Άρα το να ξεπεραστεί το Ανώτατο Επιτρεπτό όριο είναι πρακτικά αδύνατο

procymidone

Οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του **procymidone**, τόσο στην υπαίθρια όσο και στην υδροπονική καλλιέργεια τομάτας βρέθηκαν κάτω από την τιμή του Ανώτατου Επιτρεπτού Ορίου (MRL), που είναι 2 mg/Kg, ακόμη και μετά τον 1^ο και 2^ο ψεκασμό. Τόσο στον 1^ο ψεκασμό όσο και στον 2^ο οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του **procymidone**, τις πρώτες ακόμη μέρες (3) από τη συλλογή, βρέθηκαν να κυμαίνονται μεταξύ 0,68-0,89 mg/Kg και 1,12 -1,35 mg/Kg, για τον 1^ο και 2^ο ψεκασμό αντιστοίχως. Τα υπολείμματα του **procymidone** μειώνονται σχετικά αργά και στις δύο καλλιέργειες, χωρίς να παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο καλλιεργειών. Στις 5-7 ημέρες από τον 1^ο ψεκασμό βρέθηκε το 90-92 % της αρχικής συγκέντρωσης, ενώ στις 7 ημέρες από τον 2^ο ψεκασμό βρέθηκε το 84-87% της αρχικής συγκέντρωσης. Όπως φαίνεται από τις τιμές των συγκεντρώσεων στο 2^ο ψεκασμό και λαμβανομένου υπόψη της εμμονής του φυτοπροστατευτικού προϊόντος, ενδέχεται σε 3 ή 4 συνεχόμενους ψεκασμούς να ξεπεραστεί η τιμή του MRL, όπως έχει βρεθεί και από το αντίστοιχο πείραμα (Aplada-Sarlis *et al.*, 1994) που έχει προαναφερθεί.

pyrimethanil

Οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του **pyrimethanil** στις τομάτες που συλλέχθηκαν μερικές ώρες μετά την 1^η εφαρμογή βρέθηκαν να κυμαίνονται μεταξύ 1,16 και 1,34mg/kg και μεταξύ 1,24 και 1,58 mg/kg μετά τη 2^η εφαρμογή. Τα υπολείμματα του **pyrimethanil** μειώνονται σχετικά γρήγορα και στις 3 ημέρες από την 1^η και 2^η εφαρμογή βρέθηκαν 44-58% των αρχικών συγκεντρώσεων, ενώ στις 7 ή 8 ημέρες από την εφαρμογή βρέθηκαν 19-24% αυτών.

Όσον αφορά τα επίπεδα των υπολειμμάτων του **pyrimethanil** στο χρονικό διάστημα των τριών ημερών μετά την εφαρμογή, που προτείνεται σαν PHI, βρέθηκε να κυμαίνονται από 0,58 έως 0,65 mg/kg μετά την 1^η εφαρμογή και από 0,85 έως 0,91 mg/kg μετά τη δεύτερη εφαρμογή, τιμές που είναι χαμηλότερες της τιμής MRL, που είναι 1.0 mg/kg για την Αυστραλία και 2,0 mg/kg για την Ιταλία.

2.5.2 Υπολείμματα στο θρεπτικό διάλυμα

Από την παρακολούθηση της πορείας των υπολειμμάτων των **heptenophos**, **procymidone** και **pyrimethanil**, στο θρεπτικό διάλυμα της υδροπονικής καλλιέργειας, μετά από τον ψεκάσμό της με τα αντίστοιχα φυτοπροστατευτικά προϊόντα προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για το κάθε παρασιτοκτόνο:

- Παρουσία των υπολειμμάτων στο θρεπτικό διάλυμα απορροής του 1^{ου} ποτίσματος, που ακολουθούσε μετά τον ψεκάσμό της καλλιέργειας, σε συγκεντρώσεις από 20 έως 76 μg/L. Οι συγκεντρώσεις αυτές ήταν και οι μεγαλύτερες που παρατηρήθηκαν στη διάρκεια του πειράματος.
- Παραμονή των υπολειμμάτων των Από την παρακολούθηση της πορείας των υπολειμμάτων των **procymidone** και **pyrimethanil** στο θρεπτικό υγρό σε επίπεδα >10 μg/L για όλο σχεδόν το χρονικό διάστημα της μελέτης
- Γρήγορη μείωση των υπολειμμάτων του **heptenophos** (<1 μg/L μετά την τρίτη ημέρα από τον ψεκάσμό), προφανώς εξαιτίας της υψηλού βαθμού υδρόλυσής του.
- Δεν υπάρχει διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων που βρέθηκαν στο θρεπτικό υγρό της απορροής και της τροφοδοσίας, γεγονός που αποδίδεται αφενός στην καλή ομογενοποίηση του θρεπτικού υγρού με την ανά ώρα άρδευση, αφετέρου στην απουσία σημείων κατακράτησης ή παραμονής των υπολειμμάτων στο σύστημα της καλλιέργειας.
- Εισροή των υπολειμμάτων στο θρεπτικό διάλυμα με την απορροή του ψεκαστικού υγρού, από το φυτό προς το φυτοδοχείο και ακολούθως δια μέσω του υποστρώματος στο θρεπτικό διάλυμα απορροής. Φαίνεται πως το υπόστρωμα δεν συγκρατεί τα οργανικά μόρια των παρασιτοκτόνων, γεγονός που είναι αναμενόμενο από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του υποστρώματος (περλίτης) και επιβεβαιώνεται και από άλλους ερευνητές (Καρράς, 2003).
- Ανάγκη μείωσης των εισροών δια μέσω της απορροής του ψεκαστικού υγρού με εφαρμογή άλλων τεχνικών ψεκασμού, όπως με την χρήση ψεκαστικών υπέρμικρου όγκου.
- Ανάγκη περαιτέρω έρευνας για τη συμπεριφορά και την πορεία των υπολειμμάτων στο θρεπτικό υγρό.
- Ανάγκη διαχείρισης του θρεπτικού υγρού και όχι άμεσης απόρριψής του στο περιβάλλον, καθόσον η επιβάρυνσή του σε υπολείμματα είναι υψηλή

(υπενθυμίζεται, για λόγους σύγκρισης, ότι το όριο παρουσίας για μια παρασιτοκτόνο ουσία στα πόσιμα νερά ή τα επιφανειακά που προορίζονται για πόσιμα, είναι 0,10 $\mu\text{g/L}$ και ότι το συνολικό φορτίο σε παρασιτοκτόνα δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,50 $\mu\text{g/L}$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams, P., 2002.** Nutritional Control in Hydroponics. In: Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. **Savvas D. & Passam H.:** Embryo Publications, Athens.
- Bradley, P., and Maruland, C., 1999.** Simplified Hydroponics to Reduce Global Hungry. *Acta Hort.* 401: 85-87.
- Carruthers, S., 2002.** Hydroponics as an agricultural production system. *Practical Hydroponics and Greenhouses.* Issue 63 Mar/ Apr.-2002.
- FAO, 1990.** Soiless culture for horticultural crop production. FAO-Plant Production and Protection; Paper 101. Rome, Italy.
- FAO, 1996.** Trade Yearbook. Agricultural Statistic Series. FAO, Rome, Vol. 50.
- FAO, 1998.** Production Yearbook. Agricultural Statistic Series. FAO, Rome, Vol. 52.
- Garau, V.L., Angioni, A., Aguilera Del Real, A., Russo, M., Gabras, P., 2002.** Disappearance of Pyrimethanil, Azoxystrobin, Cyprodinil and Fludioxonil on Tomatoes in a Greenhouse. Dipartimento di Tossicologia, Università di Cagliari, Italy
- Garsia, Gr., M. D., Vidal, M. J. L. and Galera, M.M., Torrebrana, R. C., Gonzales, C., 1997.** Determination and Degradation of Methomyl in Tomatoes and Green Beans Grown in Greenhouses. University of Almeria, Department of Analytical Chemistry. University of Almeria, Department of Statistics. Andaluz Service of Health. Almeria, Spain.
- Gevao, B., Semple, K. T., and Jones, K. C., 2000.** Bound pesticides residues in soils: a review. *Environment Pollution* 108, 3-14.
- Kipp, J. A., Wever, G., de Kreij, C., 2000.** International Substrate Manual. Elsevier, The Netherlands..
- Liapis, K, Miliadis, G. and Tsiropoulos, N., 2000.** "Confirmation and determination of pesticides residues in water samples by mass spectrometry", *Bull. Environ. Contam. Tox.*, 65, 811-817
- Maloupa, E., Gerasopoulos, D., Zervaki, D., and Traka-Mavrova, A., 1999.** Evolution of soiless culture technique in Greece. A look into the future. In: Regional Working Group

Greenhouse Crop Production in the Mediterranean Region. Proc. 1st Meeting FAO Thematic Working Group Soiless Culture. Technical Publication no3. Halkidiki, Greece. pp 46-63.

Marfa, O., 2001. Closed soiless techniques for cut flower production as an alternative to MB in Mediterranean conditions. Inst. De Recerca I Tecnologia Agroalimentaries, Gabrils, Catalonia, Spain.

Michel, J.K., and Riviere, L.M., 1999. La mouillabilite des substrats organiques. RHM-*Revue-Horticol*, 406: 72-74,76

Miliadis GE, 1998. Analysis of pesticides residues in water samples by gas capillary chromatography., *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 61, 255-260.

Minuto, A., Camponogara, C., Clini, C., Gullino, M.L., and Caribaldi, A., 2001. Alternatives to MB for cut flowers. *Patalogia Vegetale*, University of Torino, Italy.

Mumpton, F.A., 1999. La roca magica : Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*,

Porter, I.J., and Mattner, S.W., 2001. Non chemical alternatives to MB for soil treatment in strawberry production. Department of Natural resources & Environment. Aystralia, VIC 3176.

Prasad, M.,1997. Physical, chemical and biological properties of coir dust. *Acta Hort.*, 450:21-29.

Raviv, M., Wallach, R., Silber, A., and Bar, A., 2002. Substrates and their analysis. In: *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*

Raviv, M., Lieth, J.H., Burger, D.W., Wallach, R., 2001. Optimisation of transpiration and potential growth rates of “Cardinal” rose with respect to root-zone physical properties. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 126:638-645.

Sarlis-Aplada, P., Liapis, K.S., Miliadis, E.G., 1994. Study of Procymidone and Propargite Residue Levels Resulting from Application to Greenhouse Tomatoes. Benaki Phytopathological Institute, Athens.

Savvas, D., 2002. General Introduction. In: *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*. **Savvas D. & Passam H.** (eds): Embryo Publications, Athens.

Schroder, F.G., 1999. Alternative vegetables grown in Hydroponic systems. Acta Hort. 481: 213-220

Silber, A., and Raviv, M., 2001. Disinfestations effects on the chemical properties of tuff. Acta Hort. 554: 41-50.

Sonneveld, C., 2002. Composition of Nutrient Solutions. In: Hydroponic and Production of Vegetables and Ornamentals. Savvas D. & Passam H. (eds): Embryo Publications, Athens.

Tomlin C. 1994. The Pesticides Manual, 6th ed, British Crop Protection Council and The Royal Society of Chemistry, London,

Torres, H. M. E., Gonsales, E. F.J., Cano, C. M.L., Frias, M. M. and Vidal, M. J. L., 2002. Residues of Methamidophos, Malathion and Methiocarb in Greenhouse Crops. Department of Analytical Chemistry, University of Almeria, Spain.

Ministry of Public Health. Welfare and Sport. "Multi-residue Method", Pesticides amenable to gas chromatography. The Netherlands, 1996

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλμπάνης, Τ., 1996. Ρύπανση και Τεχνολογία Προστασίας Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Βασιλακάκης, Μ.Δ., 1996. Εχθροί- Ασθένειες- Καταπολέμηση. Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Δενδροκομίας: σελ. 217-228

Ελευθεροχωρινός, Η.Γ., 1996. Ζιζανιολογία. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.

Καρράς, Γ., 2003. Συμπεριφορά φυτοφαρμάκων κατά την εφαρμογή τους σε φυτά σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Κασσαβέτη Κατερίνα, 2004. Πτυχιακή εργασία, "Συγκριτική παρακολούθηση των υπολειμμάτων επιλεγμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε υπαίθρια και υπό κάλυψη υδροπονική καλλιέργεια τομάτας", Παν. Θεσσαλίας.

Λέντζα-Ρίζου, Χ., 1999. Μέθοδοι προσδιορισμού υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων. Μεταβολισμός των φυτοφαρμάκων- Αποικοδόμηση. Γεωργική Φαρμακολογία. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Σελ. 210-240, σελ. 72-87.

Λέντζα-Ρίζου, Χ., 1994. Διεθνείς ρυθμίσεις για την προστασία των καταναλωτών. Διαδικασία καθορισμού κοινοτικών ανώτατων ορίων υπολειμμάτων. Υπολείματα Γεωργικών Φαρμάκων στα Αγροτικά Προϊόντα. Επτάλοφος ΑΒΕΕ, Αθήνα: σελ. 13-32, σελ. 33-57

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

Παπαδογιάννης, Ι., 1992. Διαχωριστικές τεχνικές στην Ενόργανη Χημική Ανάλυση, Εκδ. Α. Σιμώνης-Σ. Χατζηπάντου, Θεσσαλονίκη

Παπαδόπουλος, Γ.Α., 1998. Εδαφολογία. ΤΕΙ Ηπείρου.

Σάββας, Δ., 1998. Υδροπονία Κλλωπιστικών Φυτών. Άρτα.

Σδούκος, Θ.Α., 1993. «Φυσικές Διεργασίες της Χημικής Τεχνολογίας». Τόμος Ι. Μηχανική των ρευστών και τεχνική σωματιδίων. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

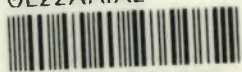
Τζανακάκης, Μ.Ε., 1995. Καταπολέμηση των εντόμων, μέθοδοι και μέτρα καταπολέμησης. Εντομολογία: university studio press, Θεσσαλονίκη" σελ. 196-198, σελ. 307-310, σελ. 323-352.

Τζανακάκης, Μ.Ε., Κατσόγιαννος, Β.Ι., 1995. Έντομα γιγαρτόκαρπων δέντρων (μηλοειδών). Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου. Αγρότυπος: σελ. 84-94, 106-118, 125-132.

Τσιτσιπής, Ι.Α., 2000. Η έννοια της φυτοπροστασίας. Χημικά φυτοπροστατευτικά στην καταπολέμηση. Αρχές φυτοπροστασίας. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Βόλος: σελ. 18-30, σελ. 92-109.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074276