

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Βασίλειος Α. Τσακίρης

«Αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά (*Cydia pomonella* L.),
με τη χρήση σύγχρονων ήπιων φυτοπροστατευτικών μέσων,
στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης»



Επιβλέπων Καθηγητής : Ιωάννης Α. Τσιτσιπής

Ν. Ιωνία Μαγνησίας, Σεπτέμβριος 2001

«Αντιμετώπιση της καρπόκαπας στη μηλιά (*Cydia pomonella* L.), με τη χρήση σύγχρονων ήπιων φυτοπροστατευτικών μέσων, στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης»



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

Αριθ. Εισ.: 698/1
Ημερ. Εισ.: 01-07-2003
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
634.119
ΤΣΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**Ι. Α. ΤΣΙΤΣΙΠΗΣ : ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ****Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής &
Ζωικής Παραγωγής
Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας****Δ. Π. ΛΥΚΟΥΡΕΣΗΣ : Καθηγητής Γεωπονικού****Πανεπιστήμιου Αθήνας****Ε. ΚΑΠΑΤΟΣ : Ερευνητής Α΄ ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.****(Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Βόλου)**

στην οικογένειά μου

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία μελετάται η αντιμετώπιση της καρπόκαψας *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) στη μηλιά, με τη χρήση σύγχρονων και φιλικών προς το περιβάλλον φυτοπροστατευτικών μέσων, στην περιοχή της Ζαγοράς Πηλίου. Τα φυτοπροστατευτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν, το εντομοκτόνο fenoxycarb (Insegar), που κατατάσσεται στους ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων (IGRs), το μικροβιακό σκεύασμα Madex που βασίζεται στον εντομοπαθογόνο ιό CpGV (*Cydia pomonella* Granulosis Virus) και η σκόνη σωματιδίων καολίνη, ή Particle Film (PF) που χρησιμοποιείται στην τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων ή Particle Film Technology (PFT).

Η εργασία χωρίζεται σε γενικό και ειδικό μέρος. Στο γενικό μέρος δίδονται πληροφορίες για τη μορφολογία, βιολογία και οικονομική σημασία, κυρίως όμως για τις μεθόδους και τα μέσα αντιμετώπισης της καρπόκαψας. Στο ειδικό μέρος περιγράφεται το πειραματικό τμήμα της εργασίας, το οποίο πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Ζαγοράς. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας, με βάση τα οποία στη συνέχεια ακολουθεί ο σχολιασμός και η εξαγωγή των συμπερασμάτων που αφορούν στο θέμα που μελετά η εργασία.

Ευχαριστίες

Θερμότερες ευχαριστίες εκφράζονται στον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, Ι. Α. Τσιτσιπή, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στον επίκουρο Καθηγητή Γ. Νάνο του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε σε θέματα της εργασίας σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο της Δενδροκομίας. Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται στον εντομολόγο - ερευνητή Dr. Gary J. Puterka της Υπηρεσίας Γεωργικής Έρευνας του Kearneysville (Δ. Βιρτζίνια, Η.Π.Α.), για την προμήθεια του φυτοπροστατευτικού μέσου PF. Επίσης ευχαριστίες εκφράζονται στη Χελλαφάρμ ΑΕ, για την προσφορά του ιολογικού σκευάσματος Madex.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στους γεωπόνους του Γεωργικού Συνεταιρισμού Ζαγοράς, Ιωάννα Μπούτλα και Ιουλία Παπούλια για τη βοήθεια που προσέφεραν και για την προμήθεια των φερομονικών παγίδων και του ορμονικού εντομοκτόνου Insegar, καθώς επίσης και στον παραγωγό – κάτοικο Ζαγοράς, Ι. Βισβίκη για την παραχώρηση τμήματος του οπωρώνα του, στο οποίο πραγματοποιήθηκε το πειραματικό μέρος της εργασίας. Επίσης, πολλές ευχαριστίες εκφράζονται και στο προσωπικό του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συμπαράσταση και βοήθεια που προσέφερε. Τέλος, θερμά ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την αμέριστη αγάπη, ενθάρρυνση και συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελίδα
Τριμελής εξεταστική επιτροπή.....	3
Πρόλογος.....	5
Ευχαριστίες.....	6
Περίληψη.....	10

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή.....	12
2. Ταξινομική θέση.....	13
3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	14
4. Γεωγραφική εξάπλωση.....	16
5. Ξενιστές.....	17
6. Οικονομική σημασία.....	17
7. Βιολογικός κύκλος – Ζημιές.....	18
8. Φυσικοί εχθροί.....	20
9. Αντιμετώπιση.....	21
9.1. Υγιεινή του οπωρώνα.....	22
9.2. Χημική αντιμετώπιση.....	22
9.2.1. Συνθετικά εντομοκτόνα.....	23
9.2.1.1. Εντομοκτόνα με νευροτοξική δράση.....	23
9.2.1.2. Ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων (IGRs).....	24
9.2.2. Εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης.....	26
9.2.3. Ορυκτέλαια.....	27
9.2.4. Τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων (Particle Film Technology, PFT).....	28
9.2.5. Καθορισμός της χρονικής στιγμής επέμβασης.....	31
9.2.5.1. Φερομονικές παγίδες.....	31
9.2.5.2. Άθροιση ημεροβαθμών – Φαινολογικά μοντέλα.....	32
9.2.5.3. Λουρίδες νύμφωσης.....	33

9.2.5.4. Ημερολογιακά.....	34
9.3. Μέθοδος διατάραξης της σύζευξης.....	34
9.4. Μέθοδοι προσέλκυσης – θανάτωσης “attract and kill”.....	37
9.4.1. Μαζική παγίδευση ενηλίκων αρσενικών.....	37
9.4.2. Προσέλκυση και έκθεση στη δράση εντομοκτόνου.....	38
9.4.3. Μέθοδος προσέλκυσης και εφαρμογής μιμητικών ορμόνης νεότητας ή εντομοπαθολόγων.....	39
9.5. Μέθοδος του στείρου εντόμου.....	40
9.6. Βιολογική αντιμετώπιση.....	40
9.6.1. Μικροβιακά σκευάσματα.....	41
9.6.1.1. Granulosis virus.....	41
9.6.1.2. <i>Bacillus thuringiensis</i>	44
9.6.1.3. Νηματώδεις.....	44
9.6.1.4. Μύκητες.....	45
9.6.2. Παρασιτοειδή.....	45
9.7. Άλλες μέθοδοι.....	47
9.8. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση.....	48
10. Σκοπός της εργασίας.....	51

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή.....	53
2. Υλικά και μέθοδοι.....	60
2.1. Παρακολούθηση ενήλικου πληθυσμού (αρσενικών).....	61
2.2. Τοποθέτηση λουρίδων νύμφωσης.....	62
2.3. Άθροιση ημεροβαθμών – Μοντέλα ανάπτυξης καρπόκαψας.....	63
2.4. Εφαρμογή φυτοπροστατευτικών μέσων.....	65
2.5. Εκτίμηση προσβολής.....	69
2.6. Μέτρηση φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων και ποιότητας των καρπών σε δένδρα που εφαρμόστηκε η τεχνική PFT.....	70
2.7. Λοιπές καλλιεργητικές φροντίδες.....	72
3. Αποτελέσματα.....	74

3.1. Διακύμανση ενήλικου πληθυσμού (αρσενικών).....	74
3.2. Προνομφικός πληθυσμός – Λουρίδες νύμφωσης	75
3.3. Αξιολόγηση μοντέλων ανάπτυξης καρπόκαψας.....	76
3.4. Επίπεδα προσβολής.....	77
3.4.1. Λοιπές προσβολές.....	80
3.5. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων και ποιότητα των καρπών σε δένδρα που εφαρμόσθηκε η τεχνική PFT.....	80
4. Συζήτηση και συμπεράσματα.....	82
Summary.....	87
Βιβλιογραφία.....	88

Περίληψη

Μελετήθηκε η αντιμετώπιση της καρπόκαψας, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), στη μηλιά με τη χρήση σύγχρονων και φιλικών προς το περιβάλλον φυτοπροστατευτικών μέσων (ΦΜ), στην περιοχή της Ζαγοράς Πηλίου, κατά το έτος 2000. Εφαρμόστηκαν τέσσερις μεταχειρίσεις, από τις οποίες, η μία ήταν ο μάρτυρας και οι άλλες τρεις ήταν τα ακόλουθα ΦΜ: το ορμονικό εντομοκτόνο fenoxycarb (Insegar 25 WP), το μικροβιακό σκεύασμα Madex που βασίζεται στον εντομοπαθογόνο ιό CpGV (*Cydia pomonella* Granulosis Virus) και το, αμερικάνικης προέλευσης, σκεύασμα της σκόνης σωματιδίων καολίνη, ή Particle Film (PF), που χρησιμοποιείται στην τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων ή Particle Film Technology (PFT). Τα επίπεδα προσβολής από την καρπόκαψα ήταν γενικά χαμηλά, ωστόσο, φάνηκε ότι καλύτερη προστασία παρείχε το Insegar (ζημιά: 0.06 %), παρόμοια προστασία παρείχε η σκόνη PF (ζημιά: 0,08 %) και μικρότερη προστασία το Madex (ζημιά: 0,41 %), ενώ το ποσοστό προσβολής στο μάρτυρα ήταν 1,48 %. Διακρίθηκαν δύο γενιές της καρπόκαψας στην περιοχή, με χαμηλούς ωστόσο πληθυσμούς. Στους κορμούς των δένδρων τοποθετήθηκαν λουρίδες νύμφωσης από κυματοειδές χαρτόνι, ωστόσο ο αριθμός των προνυμφών που παρατηρήθηκαν ήταν ιδιαίτερα χαμηλός. Βρέθηκαν συνολικά πέντε προνύμφες. Επίσης, με τη βοήθεια μετεωρολογικών δεδομένων έγινε η αξιολόγηση τριών μοντέλων ανάπτυξης της καρπόκαψας, τα οποία ήταν τα εξής: Μοντέλο 1: 10 – 31 °C με 550 ημεροβαθμούς ανά γενιά, Μοντέλο 2: 11,1 – 34,4 °C με 575 ημεροβαθμούς ανά γενιά, και Μοντέλο 3: 10 – 31,1 °C με 588 ημεροβαθμούς για την πρώτη γενιά και 657 ημεροβαθμούς για κάθε μία από τις επόμενες γενιές. Μεταξύ αυτών φάνηκε ότι το μοντέλο 2 περιγράφει καλύτερα την ανάπτυξη της καρπόκαψας. Τέλος, κατά τη μέτρηση χαρακτηριστικών της φυσιολογίας των φύλλων και της ποιότητας των καρπών σε δένδρα στα οποία εφαρμόστηκε η σκόνη PF και σε δένδρα του μάρτυρα, βρέθηκε ότι ήταν αυξημένη η συνολική χλωροφύλλη στα φύλλα των δένδρων με το PF (8,49 mg / g Ξ.Ο.), σε σχέση με την χλωροφύλλη στο μάρτυρα (7,86 mg / g Ξ.Ο.) και επίσης, ήταν αυξημένη η ξηρή ουσία (ΞΟ) στα φύλλα του μάρτυρα (44,7 %), πιθανόν λόγω αυξημένης διαπνοής, σε σχέση με την ΞΟ στα φύλλα με το PF (42,8 %). Παράλληλα, στους καρπούς των δένδρων με το PF ήταν αυξημένη η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών συστατικών (13,1 %), όπως επίσης και η αντίσταση της σάρκας στην πίεση (7,82 kg), σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (12,2 % και 7,44 kg, αντίστοιχα).

Γ Ε Ν Ι Κ Ο Μ Ε Ρ Ο Σ

1. Εισαγωγή

Από τα πολλά είδη μηλιάς που υπάρχουν στον κόσμο, εκείνο που έχει δώσει τις πιο πολλές καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι το είδος *Malus pumila* (τάξη: Rosales, οικ.: Rosaceae, υποοικ.: Pomoidae) (Βασιλακάκης 1996). Η καλλιέργεια της μηλιάς είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο και καταλαμβάνει την τρίτη θέση στα οπωροφόρα δένδρα με ετήσια παγκόσμια παραγωγή περίπου 47.000.000 τόνους (Κουκουργιάννης 1997). Από το 1986 έως το 1994 η παγκόσμια παραγωγή μήλων αυξήθηκε κατά 17 %. Μεγάλο μέρος της αύξησης αυτής οφείλεται στην Κίνα, της οποίας η παραγωγή αυξήθηκε κατά 87,5 %, καταλαμβάνοντας την πρώτη θέση στον κόσμο. Ακολουθούν κατά σειρά σπουδαιότητας η πρώην Σοβιετική Ένωση, οι Η.Π.Α., η Ιταλία, η Γαλλία, η Γερμανία, και η Πολωνία. Στην Ελλάδα η έκταση στην οποία καλλιεργούνταν μηλιές το 1992 ήταν 182.200 στρέμματα, ενώ το 1996 περιορίστηκε σε 137.300 στρέμματα. Παρά τη μείωση αυτή στην έκταση, η παραγωγή διατηρήθηκε στα ίδια σχεδόν επίπεδα και αυτό οφείλεται στον εκσυγχρονισμό της καλλιέργειας, στη χρήση περισσότερο παραγωγικών ποικιλιών, καθώς και στις σύγχρονες τεχνικές. (Κουκουργιάννης 1997)

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (www.fao.org), η παραγωγή μήλων στην Ελλάδα κατά το προηγούμενο έτος (2000) ανήλθε στους 326.000 τόνους, ενώ το 1999 ήταν 318.220 τόνοι. Κατά τα έτη 1998 και 1997, η παραγωγή ήταν μεγαλύτερη και έφτασε αντίστοιχα τους 358.090 και 373.323 τόνους.

Κατά περιόδους έχουν διαδοθεί στη χώρα μας διάφορες ποικιλίες μηλιάς (Κουκουργιάννης 1997). Από το 1991 έως το 1995 έχουν καταχωρηθεί στον Εθνικό Κατάλογο 47 ποικιλίες. Οι κυριότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται τα τελευταία χρόνια είναι οι εξής: η Red Delicious με κανονικές παραλλαγές – ποικιλίες τις: Starking Delicious, Imperial Double Red Delicious, Topred Delicious, Richard, Classic Delicious κ. α. και spur παραλλαγές – ποικιλίες τις: Starkrimson, Redchief, Oregon, Scarlet κ. α., η Golden Delicious, η Ozark gold, η Mutsu, η Jonathan, η Jonagold, η Jonagored, η Granny Smith, η Royal Gala, η Mondial Gala, η Fuji, η Florina, η Summered, η Delicious Πυλαφά και το Φυρίκι.

Σημαντικοί εντομολογικοί εχθροί της μηλιάς είναι η πράσινη αφίδα της μηλιάς (*Aphis pomi* De Geer), η ρόδινη αφίδα της μηλιάς (*Dysaphis plantaginea* Passerini), η ματόπειρα, ή βαμβακάδα της μηλιάς (*Eriosoma lanigerum* Hausmann), η ψώρα του Σαν Ζοζέ (*Quadrastpidiotus perniciosus* Comstock), ο τίγρης της μηλιάς (*Stephanitis pyri* F.), ο ανθονόμος της μηλιάς (*Anthonomus pomorum* L.), οι νάρκες των γιγαρτόκαρπων

(*Phyllonorycter blancardella* F., *P. corylifoliella* Haw. και *Leucoptera malifoliella* O. G. Costa), ο φυλλορύκτης της μηλιάς (*Lyonetia clerkella* L.), ο υπονομευτής της μηλιάς (*Yponomeuta malinellus* Zeller), τα ξυλοφάγα έντομα σέζια (*Synanthedon myopiformis* Borkhausen), κόσσοσ (*Cossus cossus* L.) και ζεύξερα (*Zeuzera pyrina* L.) και ο φυλλοδέτης (*Adoxophyes orana* Fischer von Rösslerstamm). Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις σημαντικό εχθρό της μηλιάς αποτελεί η μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

Ωστόσο, ο σημαντικότερος εντομολογικός εχθρός της μηλιάς σε παγκόσμια κλίμακα είναι η καρπόκαψα (*Cydia pomonella* L.), η οποία συγχρόνως θεωρείται και ως ο σημαντικότερος εχθρός της αχλαδιάς. Σε περιπτώσεις που δε λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπιση του εντόμου αυτού, τα επίπεδα της προσβολής είναι συνήθως υψηλά και η προσβολή αυτή αναλύεται σε πτώση των καρπών από τα δένδρα και σε μη εμπορευσιμότητα της παραγωγής. Για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας είναι διαθέσιμες ποικίλες μέθοδοι, πολλές από τις οποίες μπορούν να ενσωματωθούν με επιτυχία τόσο στην ολοκληρωμένη όσο και στην βιολογική φυτοπροστασία. Ωστόσο, η έρευνα που αφορά στις ήδη υπάρχουσες αλλά και σε νέες μεθόδους αντιμετώπισης της καρπόκαψας συνεχίζεται, με σκοπό αφενός την αντιμετώπιση σχετιζόμενων προβλημάτων, όπως είναι η ανθεκτικότητα που έχει αναπτύξει το έντομο αυτό σε διάφορα εντομοκτόνα και η ρύπανση του περιβάλλοντος και αφετέρου την εξασφάλιση της υψηλής ποιότητας της παραγωγής και την προστασία του καταναλωτή.

2. Ταξινόμική θέση

Με την κοινή ονομασία καρπόκαψα είναι γνωστό το είδος εντόμου *Cydia pomonella* L., το οποίο ανήκει στην οικογένεια Tortricidae, της πολυπληθούς τάξης των λεπιδόπτερων (Lepidoptera). Μετά την τάξη των Coleoptera, τα Lepidoptera είναι η μεγαλύτερη τάξη εντόμων (Romoser and Stoffolano 1998) και αποτελείται από περισσότερα από 150.000 γνωστά είδη, 5.000 από τα οποία ζουν στην Ευρώπη (Collins 1993). Η οικογένεια Tortricidae ανήκει στην υπεριοικογένεια Tortricoidea (Collins 1993), η οποία με τη σειρά της κατατάσσεται σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς στην υποτάξη των Heterocera, της τάξης των Lepidoptera (Romoser and Stoffolano 1998). Σύμφωνα με τον Collins (1993), η οικογένεια Tortricidae αποτελείται από 320 είδη, τα οποία απαντώνται στη Βρετανία.

Εκτός από την καρπόκαψα, άλλοι εντομολογικοί εχθροί των καρποφόρων δένδρων και της αμπέλου, που ανήκουν στην οικογένεια Tortricidae, είναι οι φυλλοδέτες και

ανήκουν στα γένη *Adoxophyes*, *Archips*, *Argyrotaenia*, *Cacoecimorpha*, *Choristoneura*, *Hedya*, *Pandemis*, *Sparganothis*. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998)

3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ενήλικο. Το ενήλικο άτομο της καρπόκαψας έχει μήκος 7 – 10 mm, άνοιγμα πτερυγών 14 – 24 mm και χρωματισμό χαρακτηριστικό που δεν συγγέεται με άλλα είδη που προσβάλλουν γιγαρτόκαρπα, παρά μόνο με ένα άλλο είδος της ίδιας οικογένειας, το *Laspeyresia pyrinora*. Οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν γενικό χρώμα τεφρό ή τεφροκάστανο και λεπτές εγκάρσιες ή καστανόμαυρες γραμμώσεις (Εικ. 1). Σε πολλά άτομα, το 1/3 περίπου της βάσης των πρόσθιων πτερυγών είναι σαφώς πιο σκοτεινό από το μεσαίο. Κοντά στην κορυφή και προς την πυγαία γωνία τους, οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν μια σχετικά μεγάλη σκοτεινόχρωμη κηλίδα, το *speculum*. Η χαρακτηριστική αυτή κηλίδα έχει βασικό χρώμα καστανό, και πλαισιώνεται από δύο μπρούτζινες και λαμπερές γραμμές σε σχήμα παρένθεσης. Η εσωτερική (προς το κέντρο της πτέρυγας) γραμμή έχει δίπλα και κατά μήκος της μια στενή μαύρη ζώνη. Κατά μήκος της πρόσθιας παρυφής (*costa*) των πρόσθιων πτερυγών, υπάρχουν μικρές σκοτεινές καμπύλες γραμμές σε σχήμα κόμματος, που γίνονται πιο έντονες στο ακραίο ήμισυ της πτέρυγας. Οι κροσσοί είναι χρώματος χρυσαφί. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998)



Εικόνα 1 Ενήλικο άτομο καρπόκαψας (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998)

Οι οπίσθιες πτέρυγες έχουν χρώμα καστανό προς χαλκόχρουν με χρυσίζουσες ανταύγειες. Είναι σκοτεινότερες προς την περίμετρο, και έχουν στη βάση του *cubitus* μια ομάδα μακριών σκοτεινών τριχών σε σχήμα λαβίδας. Στην κοιλιακή (κάτω) επιφάνειά τους, και τα δύο ζεύγη πτερυγών έχουν στο θηλυκό το ίδιο χρώμα, τεφροκάστανο με χαλκόχρωμες ανταύγειες, ενώ στο αρσενικό οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν στη μέση και

προς τα εμπρός μια σκοτεινόχρωμη κηλίδα σχεδόν ορθογώνιου σχήματος. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998)

Αυγά. Τα αυγά της καρπόκαψας έχουν σχήμα δισκοειδές - ατρακτοειδές και η διάμετρός τους είναι 1 mm. Τις πρώτες μέρες μετά τη γέννησή τους είναι αδιαφανή και έχουν χρώμα λευκό. Λίγες μέρες μετά, αποκτούν στην περιφέρειά τους έναν κοκκινωπό δακτύλιο, ενώ πριν την εκκόλαψή τους γίνονται περισσότερο διαφανή και είναι πλέον ορατό το κεφάλι της προνύμφης που πρόκειται να εξέλθει, το οποίο έχει μαύρο χρώμα. (Εικ. 2)



Εικόνα 2 Αυγά καρπόκαψας και νεοεκκολαπτόμενη προνύμφη (<http://axp.ipm.ucdavis.edu>)

Προνύμφη. Η νεοεκκολαπτόμενη προνύμφη έχει μαύρο κεφάλι, ενώ το υπόλοιπο σώμα της είναι λευκό (Εικ. 2). Η ώριμη προνύμφη αποκτά χρώμα σώματος λευκό έως ροζ ή κοκκινωπό και το κεφάλι της είναι σκούρο καφέ (Εικ. 3). Το μήκος μιας ώριμης προνύμφης κυμαίνεται από 12-20 mm.



Εικόνα 3 Προνύμφες καρπόκαψας (<http://axp.ipm.ucdavis.edu>)

Νύμφη. Η νύμφη έχει μήκος 10-12 mm και χρώμα κίτρινο-καφέ έως σκούρο καφέ (Εικ. 4). Η νύμφωση γίνεται μέσα σε βομβύκιο από μετάξινης ίνες που κατασκευάζει η προνύμφη.

(<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6cydpom.htm>)

(<http://axp.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html>)



Εικόνα 4 Νύμφη καρπόκαψας (<http://axp.ipm.ucdavis.edu>)

4. Γεωγραφική εξάπλωση

Η περιοχή της κεντρικής Ασίας εικάζεται ότι είναι η περιοχή από την οποία κατάγεται η καρπόκαψα (Mills et al. 2000). Ωστόσο, εδώ και δεκαετίες η καρπόκαψα αποτελεί τον σημαντικότερο εντομολογικό εχθρό στις περισσότερες περιοχές σε παγκόσμια κλίμακα, όπου καλλιεργούνται γιγαρτόκαρπα, κυρίως μήλα και αχλάδια. Μεταξύ των βορειότερων και νοτιότερων γεωγραφικών ορίων μέσα στα οποία έχει εξαπλωθεί η καρπόκαψα διαμέσου των ετών, παρουσιάζει αξιοσημείωτη προσαρμοστικότητα και είναι ικανή να συγχρονίζει το βιολογικό της κύκλο με την καλλιεργητική περίοδο των ξενιστών της, υπό ποικίλες κλιματικές συνθήκες (Riedl et al. 2000). Στη σημαντική αυτή ικανότητά της, οφείλει η καρπόκαψα τη μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση την οποία έχει σημειώσει.

Ως αποτέλεσμα της γεωγραφικής εξάπλωσης της καρπόκαψας, έχουν δημιουργηθεί γενετικώς διακριτές φυλές του εντόμου αυτού, αφενός ως προς την προτίμηση στον ξενιστή (host races) και αφετέρου ως προς την προσαρμογή στις εκάστοτε τοπικές κλιματικές συνθήκες (geographic races). Συγκεκριμένα, μέσω της εξέλιξης η καρπόκαψα μετατράπηκε από μονοφάγο είδος, με μοναδικό ξενιστή τη μηλιά,

σε oligοφάγο είδος με επιπλέον ξενιστές άλλα γιγαρτόκαρπα και πυρηνόκαρπα. Συνεπώς αναπτύχθηκαν και οι αντίστοιχες φυλές ξενιστών (host races) (Riedl et al. 2000).

Παράλληλα, όπως προαναφέρθηκε δημιουργήθηκαν και γεωγραφικές φυλές (geographic races) της καρπόκαψας, οι οποίες διαφέρουν ως προς την αντίδραση στη φωτοπερίοδο, αλλά πιθανόν και ως προς άλλα χαρακτηριστικά. Οι βόρειοι πληθυσμοί της καρπόκαψας αντιδρούν σε χρονικά μεγαλύτερη φωτοπερίοδο, σε σχέση με τους νότιους πληθυσμούς. Για παράδειγμα στη Β. Αμερική η κρίσιμη φωτοπερίοδος για την καρπόκαψα αυξάνει περίπου 1,2 h, για κάθε 10° που αυξάνει το γεωγραφικό πλάτος (Riedl et al. 2000).

5. Ξενιστές

Η καρπόκαψα είναι σημαντικός εχθρός της μηλιάς και της αχλαδιάς και συνήθως αποτελεί σε αυτές τις δενδροκομικές καλλιέργειες, τον εχθρό κλειδί (key pest). Επίσης αποτελεί εχθρό της κυδωνιάς, της καρυδιάς και της βερικοκιάς, ενώ λιγότερο συχνά προσβάλλει ροδακινιά, αμυγδαλιά και δαμασκηλιά. Σε σπάνιες περιπτώσεις, η προνύμφη της καρπόκαψας μπορεί να αναπτυχθεί και σε καρπούς λωτού, σορβιάς, καστανιάς, μουσμουλιάς (*Eriobotrya japonica*), ροδιάς, πορτοκαλιάς (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

6. Οικονομική σημασία

Η καρπόκαψα είναι ο πλέον ευρύτατα διαδεδομένος πρωταρχικός εντομολογικός εχθρός (key pest) σε όλες τις περιοχές που καλλιεργούνται γιγαρτόκαρπα (μήλα και αχλάδια), σε παγκόσμια κλίμακα. Η οικονομική σημασία της καρπόκαψας είναι ιδιαίτερα μεγάλη και συγκεκριμένα όταν δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για την αντιμετώπισή της, είναι δυνατό η ζημιά στην παραγωγή να φτάσει ετησίως το 80 – 95 % στην καλλιέργεια της μηλιάς και το 40 – 60 % στην καλλιέργεια της αχλαδιάς (<http://www.oksir.org/faq.html>).

Σύμφωνα με άλλη πηγή και ειδικά για τη Νέα Ζηλανδία, η ζημιά από την καρπόκαψα στην παραγωγή των γιγαρτοκάρπων, όταν δεν ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπισή της, μπορεί να φτάσει το 80 %, η και περισσότερο (http://plant-protection.massey.ac.nz/171_284/cs_notes/sect_2_1/page37.htm).

7. Βιολογικός κύκλος – Ζημιές

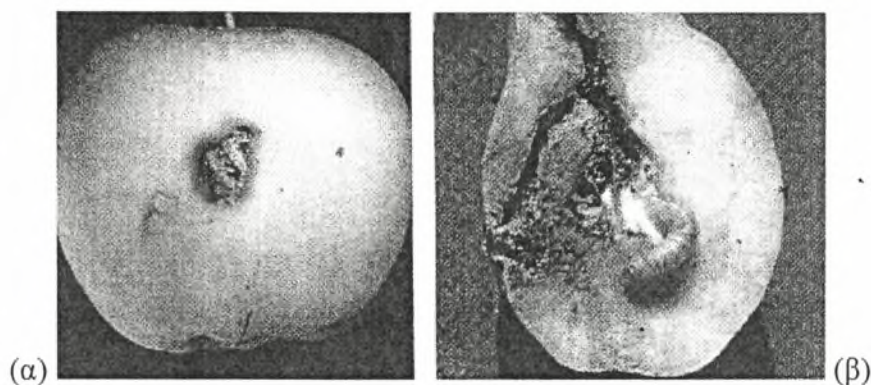
Ο αριθμός των γενιών της καρπόκαψας ποικίλλει, ανάλογα με το κλίμα της περιοχής. Στην Ελλάδα συνήθως έχει δύο έως τρεις (2 – 3) γενιές το έτος, ενώ σε ψυχρές χώρες μία γενιά. Διαχειμάζει ως αναπτυγμένη προνύμφη σε διάπαυση, (Εικ. 3) σε βομβύκιο που κατασκευάζει κάτω από ξηρούς φλοιούς και ρωγμές του κορμού και των κλάδων, ή σε διάφορα άλλα κοντινά καταφύγια και στο έδαφος. Σε δέντρα με λείο φλοιό, που δεν προσφέρουν αρκετά καταφύγια διαχείμασης, το ποσοστό του προνυμφικού πληθυσμού που διαχειμάζει στο έδαφος είναι μεγαλύτερο. Η νύμφωση (Εικ. 4) γίνεται την άνοιξη και τα ενήλικα εμφανίζονται τον Απρίλιο-Μάιο. Στη βόρεια Ελλάδα εμφανίζονται κυρίως τον Μάιο, και το μέγιστο του ενήλικου πληθυσμού παρατηρείται μία έως δύο (1-2) εβδομάδες μετά την πτώση των πετάλων της μηλιάς ποικιλίας Red Delicious. Το θηλυκό τοποθετεί τα αυγά του στα φύλλα, στους μικρούς βλαστούς, ή στους μικρούς καρπούς. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998) Κάθε ενήλικο θηλυκό που προέρχεται από τη διαχειμάζουσα γενιά, γεννά 30 – 70 αυγά (Anonymous 1999).

Η νεαρή προνύμφη της πρώτης (1^{ης}) αφού βαδίζει και φτάσει σε ένα νεαρό καρπό, μπαίνει μέσα στον καρπό συνήθως από τον κάλυκα. Μπορεί όμως να μπει και από άλλα σημεία, ιδίως δε όπου ο καρπός ακουμπά σε γειτονικό καρπό, φύλλο, ή βλαστό. Η προνύμφη, ανοίγοντας στοά, κατευθύνεται προς το κέντρο του καρπού όπου βρίσκονται οι σπόροι και τρώει τους τρυφερούς τότε σπόρους και τη σάρκα του καρπού (Εικ. 5β). Έχει τη συνήθεια να απομακρύνει τα κοκκώδη αποχωρήματά της από τη στοά της. Για να το επιτύχει αυτό, ή διευρύνει την οπή και τη στοά εισόδου της, ή ανοίγει άλλη στοά, συνήθως στα πλάγια του καρπού. Η οπή αυτή με τα σκοτεινά αποχωρήματα, που συνήθως συκρατούνται γύρω της, είναι εμφανής και προδίδει την παρουσία της προνύμφης στον καρπό (Εικ. 5α). Συνήθως ένας μικρός καρπός δεν αρκεί για τη διατροφή της προνύμφης και υπάρχουν αναφορές σύμφωνα με τις οποίες η προνύμφη της πρώτης (1^{ης}) γενιάς προσβάλλει και δεύτερο καρπό πριν συμπληρώσει την ανάπτυξή της (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Σύμφωνα με πειράματα που έχουν γίνει στην Αμερική (Landolt et al. 2000), έχει βρεθεί ότι οι καρποί μήλων που έχουν ήδη προσβληθεί από καρπόκαψα, προσελκύνουν περισσότερο τις νεοεκκολαπτόμενες προνύμφες, σε σχέση με παρόμοιους καρπούς που δεν έχουν προσβληθεί. Συγχρόνως στους προσβεβλημένους αυτούς καρπούς ανιχνεύονται υψηλές ποσότητες της προσελκυστικής για τις προνύμφες ουσίας (E,E)-a-farnesene. Αντίθετα, άλλοι τύποι ζημιάς στους καρπούς των μήλων δεν προκάλεσαν παρόμοια αποτελέσματα σε σχέση με αυτά που προκάλεσαν οι προσβεβλημένοι από καρπόκαψα

καρποί, όσον αφορά είτε στην αυξημένη προσελκυστικότητα για τις προνύμφες, είτε στις αυξημένες ποσότητες της ουσίας (E,E)-*a*-farnesene.

Η πλήρως αναπτυγμένη προνύμφη, αφού διατραφεί στον καρπό, εξέρχεται από αυτόν και νυμφώνεται μέσα σε υπόλευκο βομβύκιο, κάτω από ξερούς φλοιούς ή σε ρωγμές του φλοιού του κορμού του δένδρου, ή στην ανάγκη και στο έδαφος. Τα ενήλικα της γενιάς αυτής (1^{ης}), εξέρχονται συνήθως τον Ιούλιο και τα θηλυκά γεννούν τα αυγά τους κυρίως στην επιφάνεια των καρπών και σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, και σε βλαστούς και φύλλα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).



Εικόνα 5 (α) Εμφανή αποχωρήματα της προνύμφης στην επιφάνεια προσβεβλημένου καρπού και (β) διαμόρφωση στοών στο εσωτερικό του (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998)

Η νεαρή προνύμφη της δεύτερης (2^{ης}) γενιάς μπαίνει στον καρπό συνήθως από σημείο επαφής του με άλλον καρπό, βλαστό ή φύλλο. Συμπληρώνει την ανάπτυξή της στον ίδιο καρπό και υφαίνει το βομβύκιο διαχείμασης σε προφυλαγμένες θέσεις του δέντρου ή και στο έδαφος. Συγχρόνως εισέρχεται σε διάπαυση. Οι προσβεβλημένοι καρποί (Εικ. 5) ή πέφτουν πρόωρα, ή είναι ακατάλληλοι για την αγορά. Σε περιοχές σχετικά ζεστές και όπου η παρουσία καρπών στα δένδρα το επιτρέπει, θεωρείται ότι υπάρχει και τρίτη (3^η) γενιά (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Ο κύριος παράγοντας που ευθύνεται για την είσοδο των ανεπτυγμένων προνυμφών της δεύτερης (2^{ης}) γενιάς σε διάπαυση, είναι η φωτοπερίοδος. Σύμφωνα με το πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας (Anonymous 1999), η κρίσιμη διάρκεια ημέρας που προκαλεί την είσοδο της προνύμφης σε διάπαυση, τοποθετείται στις αρχές με μέσα Αυγούστου. Η διάπαυση αυτή στην οποία εισέρχεται η καρπόκαψα τότε ονομάζεται φθινοπωρινή διάπαυση. Υπάρχει και άλλο ένα είδος διάπαυσης της καρπόκαψας, η εαρινή διάπαυση. Αυτό το είδος διάπαυσης αφορά σε ένα μικρό τμήμα (10 – 18 %) του προνυμφικού πληθυσμού της πρώτης (1^{ης}) γενιάς της καρπόκαψας. Οι προνύμφες αυτές

εισέρχονται σε διάπαυση και δεν δραστηριοποιούνται μέχρι τον Ιούλιο, ενώ μερικές παραμένουν σε εαρινή διάπαυση μέχρι την επόμενη άνοιξη (Anonymous 1999).

8. Φυσικοί εχθροί

Οι φυσικοί εχθροί δεν είναι ικανοί να διατηρήσουν τους πληθυσμούς της καρπόκαψας κάτω από τα επίπεδα οικονομικής ζημιάς. Εντούτοις, μπορεί να βοηθήσουν στον έλεγχο των πληθυσμών της καρπόκαψας, καθώς επίσης και άλλων εχθρών, με την προϋπόθεση όμως ότι στον οπωρώνα εφαρμόζονται εκλεκτικά φυτοπροστατευτικά μέσα, τα οποία δεν επηρεάζουν τους πληθυσμούς των ωφέλιμων αρθρόποδων. Σχετικές ερευνητικές εργασίες υποστηρίζουν ότι ένα σημαντικό τμήμα του πληθυσμού της καρπόκαψας μπορεί να ελεγχθεί με φυσικό τρόπο, μέσω βιολογικών παραγόντων. Ένα σημαντικό παράσιτο αυγών και προνυμφών της καρπόκαψας, αποτελεί το υμενόπτερο *Ascogaster quadridentata*, της οικογένειας Braconidae (Anonymous 1999).

Στο γένος *Trichogramma* των υμενόπτερων, της οικογένειας Trichogrammatidae, ανήκουν αρκετά και σημαντικά είδη που είναι παρασιτοειδή της καρπόκαψας. Πρόκειται συγκεκριμένα, για παρασιτοειδή ωών, εναποθέτουν δηλαδή τα ωά τους στα ωά της καρπόκαψας. Τέτοια είδη είναι τα: *Trichogramma dendrolimi* και *T. embryophagum* (Rost and Hassan 1988), όπως επίσης είναι και το είδος *T. platneri*, (Εικ. 6), (<http://axp.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html>). Άλλα είδη που ανήκουν στο ίδιο γένος και είναι επίσης παρασιτοειδή ωών είναι τα *T. minutum* και *T. pretiosum* (Hagley and Laing 1989) καθώς επίσης και τα *T. bezdenkovii* και *T. cacoeeciae* (Sorokina 1991) και *T. kilinceri* (Bulut and Kilincer 1989).



Εικόνα 6 Παρασιτοειδής *T. platneri* που αποθέτει το ωό του σε ωό καρπόκαψας
(<http://axp.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html>)

Όσον αφορά στα παρασιτοειδή προνυμφών της καρπόκαψας, από σχετικές έρευνες που έγιναν σε οπωρώνες ολοκληρωμένης παραγωγής καθώς και σε αμεταχειριστούς οπωρώνες, σε Ελβετία και Γερμανία (Athanassov et al. 1997), φάνηκε ότι το μέσο ποσοστό παρασιτισμού σε προνύμφες που μόλις είχαν ολοκληρώσει το στάδιο της διάπαυσης, ήταν 4,5 %. Για τον παρασιτισμό αυτό, έξι ήταν τα υπεύθυνα είδη παρασιτοειδών, τα οποία είναι τα εξής (σε φθίνουσα σειρά, ως προς τον πληθυσμό τους): *Trichogramma evanescens*, *Pristomerus vulnerator*, *Ascogaster quadridentata*, *Perilampus tristis* (υπερπαρασιτοειδές), *Elodia tragica* (*Elodia morio*) και *Microdus rufipes* (*Bassus rufipes*).

Στα ίδια πειράματα μελετήθηκε και η ύπαρξη παρασιτοειδών των νυμφών της καρπόκαψας. Συγκεκριμένα, βρέθηκαν τέσσερα είδη: *Pimpla turionellae*, *Liotryphon caudatus*, *Dibrachys cavus* και *P. tristis*, ενώ το μέσο ποσοστό παρασιτισμού των νυμφών ήταν 37,6 % (Athanassov et al. 1997).

Στους φυσικούς εχθρούς της καρπόκαψας θα μπορούσαν επίσης να καταταχθούν είδη εντομοπαθογόνων νηματωδών του γένους *Steinernema* (*S. carpocapsae*), μια και νηματώδεις αυτού του γένους έχουν απομονωθεί από προνύμφες καρπόκαψας (Mills et al. 2000). Ωστόσο, η επίδραση που έχουν οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις στα επίπεδα των πληθυσμών της καρπόκαψας ως φυσικοί εχθροί, είναι μικρότερη από αυτήν που έχουν τα παρασιτοειδή έντομα.

9. Αντιμετώπιση

Ο παραγωγός πρέπει κάθε χρόνο να προγραμματίζει την αντιμετώπιση της καρπόκαψας. Ο κίνδυνος για την παραγωγή εξαρτάται από την πυκνότητα πληθυσμού του εντόμου, τη δραστηριότητα και την εξέλιξη του πληθυσμού (που εξαρτώνται κυρίως από κλιματικούς παράγοντες) και από την αφθονία των καρπών στα δένδρα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Υπάρχουν ποικίλες μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να αντιμετωπισθεί η καρπόκαψα. Συγκεκριμένα, πέρα από τη διατήρηση της σωστής υγιεινής στον οπωρώνα, εφαρμόζεται η χημική μέθοδος αντιμετώπισης με τη χρήση διαφόρων σκευασμάτων καθώς και μέθοδοι αντιμετώπισης που βασίζονται στην αξιοποίηση της συμπεριφοράς των εντόμων, ενώ πιο σπάνια εφαρμόζεται η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης. Όλοι αυτοί οι τρόποι αντιμετώπισης αναλύονται στη συνέχεια.

9.1. Υγιεινή του οπωρώνα

Σε περιπτώσεις που υπάρχει μεγάλο πλήθος ξενιστών της καρπόκαψας στην περιφέρεια του οπωρώνα (μηλεώνα), είναι πιθανό να μεταναστεύσουν και να εισβάλουν στον οπωρώνα ενήλικα άτομα της καρπόκαψας. Για το λόγο αυτό και όταν είναι εφικτό, προτείνεται η απομάκρυνση ή κατάλληλη μεταχείριση των δένδρων ξενιστών σε ακτίνα 400 m από την περιφέρεια του οπωρώνα, έτσι ώστε να αποφευχθεί ο παραπάνω κίνδυνος. Συμπεριλαμβάνονται δένδρα εγκαταλελειμμένων οπωρώνων και άγρια δένδρα ξενιστές (Anonymous 1999).

Άλλες χρήσιμες πρακτικές υγιεινής περιλαμβάνουν την καταστροφή των προσβεβλημένων καρπών που έχουν απομείνει μετά την διαλογή κατά τη συγκομιδή και συγχρόνως την απομάκρυνση των καρπών από κοντινούς απέκαστους οπωρώνες με μήλα, αχλάδια, βερίκοκα, κυδώνια, ξυνόμηλα και καρύδια, καθώς επίσης και τους ασυγκόμιστους καρπούς από γυρεοδότριες ποικιλίες και σπορόφυτα που βρίσκονται μέσα στον οπωρώνα. Όλοι αυτοί οι καρποί, αντί να καταστραφούν, είναι δυνατό εναλλακτικά να δοθούν ως τροφή σε ζώα. Επιπρόσθετα, είναι αναγκαίο να απομακρυνθούν από τον οπωρώνα διάφορα άλλα αντικείμενα τα οποία παραμένουν και μπορεί να αποτελέσουν εναλλακτικά καταφύγια διαχείμανσης της καρπόκαψας, εκτός από τον κορμό των δένδρων. Τέτοια αντικείμενα είναι τα υπολείμματα του κλαδέματος και γενικά της καλλιέργειας, οι ξύλινοι πάσσαλοι υποστύλωσης των δένδρων, οι κλούβες και τελάρα που χρησιμοποιούνται κατά τη συγκομιδή και οι σωροί από ξύλα (Anonymous 1999).

Μερικοί από τους καρπούς που έχουν προσβληθεί από την διαχειμάζουσα γενιά της καρπόκαψας (Μάιο – Ιούνιο) είναι δυνατό να πέσουν από το δένδρο και οι προνύμφες να παραμένουν και να αναπτύσσονται μέσα σε αυτούς. Μπορεί να μειωθεί ο πληθυσμός της επόμενης γενιάς, αν οι καρποί αυτοί συνθλιβούν με μηχανικά μέσα ή καταστραφούν (με θάψιμο ή φωτιά) μέσα σε λίγες μέρες μετά την πτώση τους. Η ημερήσια απομάκρυνση τέτοιων καρπών δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα, αν και δεν μπορεί να εφαρμοσθεί στην πράξη σε μεγάλης έκτασης οπωρώνες (Anonymous 1999).

9.2. Χημική αντιμετώπιση

Η χημική μέθοδος αντιμετώπισης εφαρμόζεται κατά την περίοδο δραστηριότητας του εντόμου, και στοχεύει στην θανάτωση των νεαρών προνυμφών, προτού αυτές εισέλθουν στους καρπούς, ή προτού εκκολαφθούν από τα αυγά (θανάτωση στο εμβρυακό στάδιο). Τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της χημικής αντιμετώπισης διακρίνονται παρακάτω σε συνθετικά εντομοκτόνα, σε εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης

και σε ορυκτέλαια, ενώ ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη νέα τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων καολίνη (Particle film technology).

9.2.1. Συνθετικά εντομοκτόνα

9.2.1.1. Εντομοκτόνα με νευροτοξική δράση

Τα οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά και πυρεθροειδή είναι εντομοκτόνα με νευροτοξική δράση και χρησιμοποιούνται εναντίον των νεαρών προνυμφών της καρπόκαψας κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του θέρους. Ανάμεσα στα οργανοφωσφορικά είναι τα azinphos-methyl, chlorpyrifos, diazinon, methidathion, parathion-methyl, phosalone, phosmet, phosphamidon, quinalphos και tetrachlorvinphos. Το quinalphos αναφέρεται ότι έχει και ωοκτόνο δράση (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998). Άλλα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα εναντίον της καρπόκαψας είναι τα εξής: acephate, chlorpyrifos – methyl, dimethoate, ethion, fenitrothion, fenthion, formothion, malathion, methamidophos, omethoate, omethoate + parathion-methyl, parathion και triazophos (Γιαννοπολίτης 2000).

Στα καρβαμιδικά εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας ανήκουν το carbaryl και το methomyl. Ειδικά το methomyl έχει προνυμφοκτόνο και εμβρυοκτόνο (ωοκτόνο) δράση (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Από τα πυρεθροειδή έχουν χρησιμοποιηθεί τα bifenthrin, l-cyhalothrin, cyfluthrin, fenpropathrin, flucithrin, και fluvalinate. Τα πυρεθροειδή αυτά, εκτός του τελευταίου, εμποδίζουν και την εκκόλαψη, αλλά πρέπει να μη χρησιμοποιούνται συχνότερα από δύο φορές το έτος, επειδή σκοτώνουν σε μεγάλο βαθμό και ωφέλιμα εντομοφάγα και ακαρεοφάγα έντομα και ακάρεα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εξάρσεις πληθυσμών ανεπιθύμητων εντόμων και προ παντός φυτοφάγων ακάρεων. Συνεπώς, τα πυρεθροειδή δεν μπορούν να ενσωματωθούν σε πρόγραμμα ολοκληρωμένης καταπολέμησης σε οπωρώνες γιγαρτόκαρπων, αλλά και άλλων καρποφόρων δέντρων γενικότερα. Με την χρήση των ανωτέρω οργανοφωσφορικών, καρβαμιδικών και πυρεθροειδών εντομοκτόνων, θανατώνεται και ποσοστό του ενήλικου πληθυσμού της καρπόκαψας (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Είναι αρκετές οι περιπτώσεις ανάπτυξης ανθεκτικότητας της καρπόκαψας στα οργανοφωσφορικά κυρίως εντομοκτόνα, με πρώτη αυτή της ανθεκτικότητας στο azinphos-methyl, που διαπιστώθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 (Thwaite et al.

2000). Πρόσφατα, διαπιστώθηκε ανάπτυξη ανθεκτικότητας ευρωπαϊκών πληθυσμών της καρπόκαψας και σε πυρεθροειδή εντομοκτόνα (Sauphanor et al. 2000). Η ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα και ιδίως οι περιπτώσεις διασταυρωτής ανθεκτικότητας, η ασφάλεια των τροφίμων, η δημόσια υγεία, το ενδιαφέρον για την προστασία του περιβάλλοντος και οι κανονισμοί για τα υπολείμματα των γεωργικών φαρμάκων στα γεωργικά προϊόντα, έχουν ενισχύσει το ενδιαφέρον για την εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης της καρπόκαψας (Thwaite et al. 2000).

9.2.1.2. Ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων (IGRs)

Οι ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων (Insect Growth Regulators, IGRs) είναι ορμονικά εντομοκτόνα τα οποία διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, που είναι οι ακόλουθες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι παρεμποδιστές βιοσύνθεσης της χιτίνης (Chitin Synthesis Inhibitors, CSIs), οι οποίοι εμποδίζουν το σχηματισμό της χιτίνης, ή την απόθεσή της, με αποτέλεσμα η έκδυση να μην πραγματοποιείται κανονικά, ή το σχηματιζόμενο δερμάτιο να είναι λεπτό και εύθραυστο. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι ουσίες που είναι μιμητικές της ορμόνης νεότητας των εντόμων (Juvenile Hormone Analogs, JHAs), οι οποίες έχουν δράση παρόμοια με αυτήν της ορμόνης νεότητας, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η ανάπτυξη του εντόμου και το ίδιο να διατηρείται σε ανήλικο στάδιο. Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι ανταγωνιστές, ή ουσίες μιμητικές της εκδυσόνης (Ecdysone Agonists, EAs), οι οποίοι διεγείρουν – επαυξάνουν τη δράση της ορμόνης της έκδυσης (εκδυσόνης). Η εφαρμογή κάθε ουσίας που ανήκει σε οποιαδήποτε από αυτές τις κατηγορίες, έχει ως αποτέλεσμα να διαταράσσει και να διακόπτει την κανονική ανάπτυξη του εντόμου και τελικά να οδηγεί στο θάνατο αυτού (Charmillot and Riedl 2000).

Οι IGRs θεωρούνται γενικά ασφαλείς ουσίες και είναι λιγότερο επικίνδυνες από τα ως τώρα χρησιμοποιούμενα σε μεγάλη κλίμακα ανόργανα και οργανικά συνθετικά εντομοκτόνα, διότι επεμβαίνουν σε ζωτικούς για τα έντομα φυσιολογικούς μηχανισμούς, που δεν τους έχουν τα σπονδυλωτά και κυρίως τα θηλαστικά. Τέτοιοι μηχανισμοί είναι η σύνθεση της χιτίνης, ο σχηματισμός του δερματίου, η έκδυση και η μεταμόρφωση. Επίσης οι IGRs χαρακτηρίζονται από εκλεκτικότητα και δεν βλάπτουν τα ωφέλιμα εντομοφάγα και ακαρεοφάγα αρθρόποδα, στον βαθμό που τα βλάπτουν άλλα συμβατικά εντομοκτόνα. Χαρακτηριστικά, οι Gut et al. (1999), διαπίστωσαν ειδικά για το tebufenozide, ότι όχι μόνο προσφέρει ικανοποιητικό έλεγχο των λεπιδόπτερων – εχθρών της μηλιάς, αλλά επιπλέον μπορεί γρήγορα να αποκαταστήσει προβλήματα μείωσης των πληθυσμών

ωφέλιμων αρθρόποδων, λόγω της προηγούμενης εφαρμογής οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων και συγκεκριμένα του azinphos-methyl. Συνεπώς, οι IGRs μπορούν να ενταχθούν με επιτυχία σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης και παραγωγής, με απαραίτητη ωστόσο προϋπόθεση την τήρηση των οδηγιών χρήσεάς τους, μια και μερικοί από αυτούς μπορεί να χαρακτηρίζονται από μικρότερη εκλεκτικότητα, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με την τοξικότητα του diflubenzuron και triflumuron σε μερικούς υδρόβιους οργανισμούς (Τζανακάκης 1995).

Τα εντομοκτόνα που ανήκουν στους CSIs και κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας είναι τα diflubenzuron, flufenoxuron, hexaflumuron, lufenuron, teflubenzuron και triflumuron. Οι ουσίες αυτές έχουν και ωοκτόνο και προνυμφοκτόνο δράση. Από τα JHAs χρησιμοποιείται το fenoxycarb, που δρα στην καρπόκαψα κυρίως ως ωοκτόνο και από τους EAs χρησιμοποιείται το tebufenozide, ενώ στην ίδια ομάδα ανήκει και το methoxyphenozide. Παρακάτω ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 1) με τον τρόπο διαχωρισμού των IGRs και τα εμπορικά σκευάσματα αυτών που κυκλοφορούν και χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα (Γιαννοπολίτης 2000).

Πίνακας 1 Ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων εναντίον της καρπόκαψας: δραστικές ουσίες και εμπορικά σκευάσματα

		Δραστική ουσία Κοινό όνομα	Εμπ. Σκευάσμα
IGRs¹	CSIs²	diflubenzuron	Dimilin
		flufenoxuron	Cascade
		hexaflumuron	Consult
		lufenuron	Match
		teflubenzuron	Nomolt
		triflumuron	Alsystin
	EAs³	methoxyphenozide	-
		tebufenozide	Mimic
	JHAs⁴	fenoxycarb	Insegar

¹ IGRs: Ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων (Insect Growth Regulators)

² CSIs: Παρεμποδιστές βιοσύνθεσης χιτίνης (Chitin Synthesis Inhibitors)

³ EAs: Ανταγωνιστές της εκδυσόνης (Ecdysone Agonists)

⁴ JHAs: Μιμητικά της ορμόνης νεότητας (Juvenile Hormone Analogs)

Έπειτα από εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποίησαν οι Charmillot et al. (2001), κατέληξαν στα ακόλουθα συμπεράσματα, όσον αφορά στην προνυμφοκτόνο και ωοκτόνο αποτελεσματικότητα ορισμένων IGRs. Τα CSIs εντομοκτόνα: diflubenzuron, hexaflumuron και teflubenzuron, είναι αξιοσημείωτα πιο αποτελεσματικά ως ωοκτόνα, με LC_{50} : 0,6 , 1,3 και 15 p.p.m. αντίστοιχα, παρά ως προνυμφοκτόνα, με LC_{50} : 104, 1208 και 204 p.p.m. αντίστοιχα. Αντίθετα το flufenoxuron, που ανήκει επίσης στους CSIs, είναι σχεδόν το ίδιο αποτελεσματικό ως προνυμφοκτόνο (LC_{50} : 9,9 p.p.m.), όσο και ως ωοκτόνο (LC_{50} : 5,4 p.p.m.). Το tebufenozide που ανήκει στους EAs, δρα αποκλειστικά ως προνυμφοκτόνο με LC_{50} : 0,4 p.p.m., ενώ το methoxyphenozide έχει παρόμοια αποτελεσματικότητα τόσο εναντίον των προνυμφών (LC_{50} : 0,8 p.p.m.), όσο και εναντίον των αυγών (LC_{50} : 0,6 p.p.m.). Τέλος το fenoxycarb, των JOAs, δρα ως ένα άριστο ωοκτόνο με LC_{50} : 0,05 p.p.m.

Μέχρι πρόσφατα οι IGRs χρησιμοποιούνταν ευρέως σε πολλές φρουτοπαραγωγές χώρες της Ευρώπης, μέχρι τη στιγμή όμως που προέκυψαν περιπτώσεις ανάπτυξης ανθεκτικότητας και σε αυτήν την κατηγορία εντομοκτόνων (Avilla and Gut 2000). Έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις ανάπτυξης ανθεκτικότητας της καρπόκαψας στους IGRs, σε αρκετές χώρες της Ευρώπης (Charmillot and Riedl 2000).

Έπειτα από εργαστηριακές δοκιμές με πληθυσμούς της καρπόκαψας από τη Γαλλία, επιβεβαιώθηκε η ανάπτυξη ανθεκτικότητας στον CSI, diflubenzuron. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε διασταυρωτή ανθεκτικότητα και στους άλλους δύο CSIs που κυκλοφορούν στη Γαλλία, στο teflubenzuron και στο triflumuron. Διασταυρωτή ανθεκτικότητα, παρατηρήθηκε όμως και στον EA: tebufenozide, ουσία στην οποία δεν είχαν εκτεθεί ποτέ πριν οι συγκεκριμένοι πληθυσμοί της καρπόκαψας. Σε δοκιμές που συνεχίστηκαν στην τρίτη γενιά ενός από αυτούς τους πληθυσμούς της καρπόκαψας, προέκυψαν ενδείξεις ανάπτυξης διασταυρωτής ανθεκτικότητας και στο JHA: fenoxycarb (Sauphanor and Bouvier 1995).

9.2.2. Εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης

Εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της καρπόκαψας είναι η ροτενόνη, η ουσία ryaniá που χρησιμοποιείται μόνο στη μηλιά και το πύρεθρο, η αποτελεσματικότητα των οποίων, εναντίον της καρπόκαψας, ποικίλει. Από τα παραπάνω εντομοκτόνα, αυτό που έχει δώσει τα καλύτερα αποτελέσματα είναι το πύρεθρο. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα αυτά δόθηκαν από την εφαρμογή σκευασμάτων του πύρεθρου που περιείχαν συγχρόνως και πιπερόνυλο βουτοξείδιο ως

συνεργιστική ουσία, μια και το πύρεθρο διασπάται γρήγορα εκτεθειμένο στο φως, στη θερμότητα και στον αέρα. Τέτοια σκευάσματα χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία για τον έλεγχο της καρπόκαψας, στις περιπτώσεις όμως που ήταν χαμηλά τα επίπεδα του πληθυσμού του εντόμου αυτού. Στις περιπτώσεις που ο πληθυσμός της καρπόκαψας έχει φτάσει σε υψηλά επίπεδα, η εφαρμογή σκευασμάτων του πύρεθρου δεν εξασφαλίζει την μείωση των επιπέδων αυτών. Επιπλέον, η χρήση του πύρεθρου απαγορεύεται στην παραγωγή βιολογικών προϊόντων (Αnonymous 1999).

Όσον αφορά στη ροτενόνη, η χρήση της μπορεί να βλάψει ωφέλιμα αρθρόποδα, με αποτέλεσμα να είναι πιθανή η έξαρση φυτοφάγων ακάρεων στον οπωρώνα (Αnonymous 1999). Επιπλέον, λόγω του ότι είναι δηλητήριο της αναπνοής, η οξεία τοξικότητά της είναι πολύ μεγάλη και στα θηλαστικά. Σήμερα η ροτενόνη δεν χρησιμοποιείται (Παπαδοπούλου – Μουρκίδου 1991).

Γενικά, τα εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης εφαρμόζονται κατά την περίοδο εκκόλαψης των αυγών. Μπορούν να γίνουν συνολικά πέντε έως δώδεκα εφαρμογές τέτοιων σκευασμάτων ανά καλλιεργητική περίοδο, με διαστήματα μεταξύ των εφαρμογών πέντε έως επτά ημερών (Αnonymous 1999).

9.2.3. Ορυκτέλαια

Σε δένδρα σχετικά μεγάλης ηλικίας όπου το πλείστο του πληθυσμού διαχειμάζει σε προστατευμένες θέσεις του φλοιού και όχι στο έδαφος, συνιστάται χειμερινός ψεκάσμος των δέντρων και των χώρων και υλικών συσκευασίας, για θανάτωση των πλήρως αναπτυγμένων προνυμφών που διαχειμάζουν. Σύνηθες εντομοκτόνο τότε είναι χειμερινό ορυκτέλαιο ενισχυμένο με δινιτροορθοκρεζόλη (DNOC), ή υδατοαιωρήσιμα σκευάσματα ενώσεων δινιτροορθοκρεζόλης ή άλλης κατάλληλης δινιτροφαινόλης (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998). Η δινιτροορθοκρεζόλη (DNOC) είναι ουσία εντομοτοξική αλλά και φυτοτοξική και για αυτό χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε χειμερινούς πολτούς (Τζανακάκης 1995), ωστόσο σήμερα δεν χρησιμοποιείται στην ελληνική αγορά (Γιαννοπολίτης 2000).

Στην ελληνική αγορά μεταξύ των διαφόρων σκευασμάτων ελαίων (πολτών) για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, κυκλοφορούν τα σκευάσματα Pacol 3 Oil (ορυκτέλαιο + parathion) και Δενδροξάλ Oil (παραφινέλαιο) που είναι θερινά λάδια και τα σκευάσματα Atrplus 60 Oil και Sun – Oil 11E (παραφινέλαιο) που είναι χειμερινά λάδια (Γιαννοπολίτης 2000).

9.2.4. Τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων (Particle Film Technology, PFT)

Η τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων (Particle Film Technology, PFT), είναι μία νέα τεχνική που αναπτύχθηκε πρόσφατα στην Αμερική και αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη μέθοδο αντιμετώπισης εχθρών και ασθενειών των φυτών, μια και είναι ασφαλής για τον άνθρωπο, τα ωφέλιμα αρθρόποδα και γενικά για το περιβάλλον.

Συγκεκριμένα, επιστήμονες της Υπηρεσίας Γεωργικής Έρευνας της Βιρτζίνιας των Η.Π.Α. (Michael Glenn (εδαφολόγος) και Gary Puterka (εντομολόγος)) και της παρασκευάστριας εταιρείας Engelhard ανακάλυψαν ότι καλύπτοντας την επιφάνεια φυτών με ανόργανα μικροσκοπικά σωματίδια, που προέρχονται από ορυκτά, εξασφαλίζεται η προστασία αυτών έναντι ορισμένων εχθρών και ασθενειών. Τα σωματίδια αυτά έχουν συγκεκριμένο μέγεθος και σχήμα, το οποίο αποκτούν μετά από κατάλληλη επεξεργασία, ενώ παράλληλα χαρακτηρίζονται από χαμηλή τοξικότητα. Τα πρώτα σκευάσματα της τεχνικής της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων (PFT) που δημιουργήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία σε πειράματα που έγιναν στη Β. Αμερική, στην Ευρώπη και στη Ν. Αμερική. Η εμπορική διάθεση και χρήση τέτοιων σκευασμάτων ξεκίνησε το 1999 σε ορισμένες πολιτείες των Η.Π.Α. και το κόστος της τεχνικής αυτής ήταν ανταγωνιστικό σε σχέση με αυτό της τυπικής χημικής αντιμετώπισης (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Τα σκευάσματα της τεχνικής PFT βασίζονται στον καολίνη. Αποτελούνται δηλαδή από μικροσκοπικά σωματίδια καολίνη, κατάλληλου σχήματος και μεγέθους. Ο καολίνης ($\text{Al}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$) είναι ένα φυσικό ορυκτό και συγκεκριμένα είναι ορυκτό της αργίλου (Θεοδωρίκας 1991). Επίσης, θεωρείται γενικά ασφαλείς και δε βλάπτει τους γαιοσκώληκες και τα ωφέλιμα έντομα (π.χ. Coccinellidae), ούτε επηρεάζει τη μετακίνηση της γύρης και γονιμοποίηση των ανθέων. Σύμφωνα με τον Michael Glenn, με τη χρήση τέτοιων σκευασμάτων καολίνη μειώνονται οι ποσότητες των εφαρμοζόμενων φυτοπροστατευτικών, και παράλληλα σε πολλές περιπτώσεις ενισχύεται η υγεία των φυτών και βελτιώνεται η ποιότητα των καρπών, ενώ μακροπρόθεσμα βελτιώνεται η κατάσταση του εδάφους (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Το πρώτο σκεύασμα καολίνη που δημιουργήθηκε ήταν το υδρόφοβο σκεύασμα M-96-018, το οποίο εφαρμόζεται στα δένδρα ως σκόνη επίπασης και έχει την ιδιότητα να κάνει τη φυτική επιφάνεια υδρόφοβη. Το υλικό αυτό εμποδίζει την πρόκληση ζημιών από αρθρόποδα (έντομα και ακάρεα), καθώς και την εκδήλωση ασθενειών (από μύκητες και βακτήρια), μέσω διαφόρων μηχανισμών. Ειδικότερα για τις ασθένειες, εμποδίζεται η

εκδήλωσή τους, διότι ο υδρόφοβος καολίνης αποτρέπει την άμεση επαφή μεταξύ των φύλλων και του νερού ή του αρχικού μολύσματος. Η εφαρμογή σκευασμάτων καολίνη υπό τη μορφή της σκόνης επίπασης δεν ήταν πρακτική, λόγω της διασκόρπισης του σκευάσματος στην ατμόσφαιρα κατά την εφαρμογή (drift) και λόγω της έλλειψης της ιδιότητας προσκόλλησης αυτού στην φυτική επιφάνεια. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν υδρόφιλα σκευάσματα (υδατοδιαλυτές σκόνες), τα οποία είναι δυνατό να εφαρμοσθούν με τα ήδη υπάρχοντα ψεκαστικά συστήματα (Puterka and Glenn 2000).

Έχουν δοκιμασθεί με επιτυχία σκευάσματα καολίνη για την αντιμετώπιση εντόμων, ακάρεων, αλλά και ασθενειών που προκαλούνται από μύκητες και βακτήρια. Η εφαρμογή της τεχνικής αυτής δεν ενδείκνυται μόνο για δενδρώδεις καλλιέργειες αλλά έχει τη δυνατότητα εφαρμογής και σε κηπευτικές αλλά και εκτατικές καλλιέργειες. Όσον αφορά στην εφαρμογή αυτών των σκευασμάτων, δεν απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός και μπορεί να πραγματοποιηθεί με τα συνηθισμένα ψεκαστικά συστήματα. Τα συνήθη σκευάσματα του καολίνης έχουν τη μορφή λευκής υδρόφιλης σκόνης η οποία διασπείρεται στο νερό. Το υδατικό εναιώρημα που προκύπτει ψεκάζεται στην επιφάνεια των φυτών. Είναι σημαντικό να καλυφθεί πλήρως η φυτική επιφάνεια. Μετά την εξάτμιση του νερού παραμένει στην φυτική επιφάνεια μία λευκή αλευρώδης μεμβράνη ή επίχρισμα (film) (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Όσον αφορά στην αλληλεπίδραση που έχει η εφαρμογή τέτοιων σκευασμάτων με την φωτοσύνθεση των φύλλων, ο Michael Glenn υποστηρίζει ότι δεν παρεμποδίζεται η φωτοσύνθεση, διότι οι ιδιότητες των σωματιδίων του καολίνης είναι τέτοιες ώστε το ηλιακό φως να διαχέεται μέσα στα φύλλα, με αποτέλεσμα η μείωση στην ηλιακή ακτινοβολία να είναι πολύ μικρή. Επίσης κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης γίνεται ελεύθερα η ανταλλαγή νερού και CO₂ μεταξύ των φύλλων και της ατμόσφαιρας. Επιπλέον, λόγω των ανακλαστικών ιδιοτήτων που έχουν τα σωματίδια, μειώνεται το θερμικό stress στα φύλλα, καθώς επίσης και η θερμοκρασία στο δένδρο ή στο φυτό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης, ενώ παράλληλα οι καρποί προστατεύονται από το ηλιακό έγκαυμα και έχουν συχνά καλύτερο χρωματισμό, υψηλότερη περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά, μειωμένη εσωτερική κατάρρευση (internal breakdown) και αυξημένο βάρος (Glenn and Puterka 2000).

Επίσης, η εφαρμογή σκευασμάτων καολίνης έχει έμμεσα πλεονεκτήματα και για το έδαφος. Συγκεκριμένα, ενώ με τη χρήση ορισμένων άλλων φυτοπροστατευτικών μειώνονται οι πληθυσμοί των γαιοσκωλήκων, ο καολίνης επιτρέπει την ελεύθερη μετακίνηση των γαιοσκωλήκων μέσα στο έδαφος, με αποτέλεσμα να ανακυκλώνεται η

οργανική ύλη και να δημιουργούνται στοές στο έδαφος και συνεπώς να διευκολύνεται η κίνηση του εδαφικού νερού και αέρα. Η βελτιωμένη αυτή δομή του εδάφους που οφείλεται στη δράση των γαιοσκωλήκων ενισχύει την αύξηση και παραγωγικότητα των φυτών (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Η επίδραση που έχει η τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων καολίνη στους εχθρούς των φυτών εξηγείται από τον Gary Puterka. Ο ίδιος λέει ότι τα σωματίδια καολίνη αποτρέπουν έντομα και ακάρεα από τις φυτικές επιφάνειες και αυτό γίνεται με διάφορους τρόπους. Η μεμβράνη των σωματιδίων καλύπτει τη φυτική επιφάνεια δημιουργώντας ένα προστατευτικό στρώμα – εμπόδιο. Όταν κάποιο έντομο έρθει σε επαφή με μία τέτοια επιφάνεια, τότε τα μικροσκοπικά σωματίδια του καολίνη προσκολλώνται στο σώμα του, με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η συμπεριφορά του και τελικά να απωθείται από την επιφάνεια αυτή. Όμως ακόμα και αν δεν προσκολληθούν τα σωματίδια καολίνη στο σώμα του εντόμου, το περιβάλλον αυτό εξακολουθεί να είναι ανεπιθύμητο για το έντομο. Σε έντομα, ή στάδια εντόμων τα οποία δεν έχουν την ικανότητα πτήσης και συνεπώς δεν μπορούν να εγκαταλείψουν αυτό το ανεπιθύμητο περιβάλλον, διαταράσσεται η συμπεριφορά τους και χάνουν τον προσανατολισμό τους όταν προσκολλώνται στο σώμα τους τα σωματίδια του καολίνη και δεν είναι πλέον ικανά να διατραφούν ή να αποθέσουν τα αυγά τους. Μία άλλη εξήγηση που δίδεται από τον ίδιο ερευνητή, σχετικά με τον τρόπο δράσης της μεμβράνης σωματιδίων είναι η ακόλουθη. Η μεμβράνη σωματιδίων καολίνη που καλύπτει την επιφάνεια ενός φυτού, δρα ως απωθητικό-αποτρεπτικό για τα έντομα, λόγω του λευκού χρώματος που αποκτά και της υψηλής ανακλαστικότητας, με αποτέλεσμα τα έντομα που πλησιάζουν το φυτό αυτό να μην το αναγνωρίζουν ως ξενιστή τους. Αυτό ίσως είναι κάτι παρόμοιο με την τακτική του ασβεστώματος, το οποίο έχει αποδειχθεί ότι απωθεί ορισμένα έντομα, όπως για παράδειγμα τις αφίδες (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Η εφαρμογή της τεχνικής PFT είναι προτιμότερη, σύμφωνα με τον Puterka, σε καλλιέργειες, οι καρποί των οποίων μετά τη συγκομιδή πλένονται και κερώνονται, όπως συμβαίνει με πολλά φρούτα, πιπεριές και αγγούρια, ή σε καλλιέργειες στις οποίες είναι εκμεταλλεύσιμα τα υπόγεια μέρη τους, όπως αραχίδα, πατάτα και γλυκοπατάτα. Αυτό συμβαίνει διότι η λευκή μεμβράνη που παραμένει στα φύλλα, στους βλαστούς και στους καρπούς μπορεί να απομακρυνθεί είτε μέσω της βροχόπτωσης, είτε με τεχνητά μέσα μετά τη συγκομιδή. Ο συνήθης εξοπλισμός πλυσίματος που διαθέτουν τα διαλογητήρια των γεωργικών συνεταιρισμών, αρκεί για να απομακρυνθεί η λευκή σκόνη από τους καρπούς (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

9.2.5. Καθορισμός της χρονικής στιγμής επέμβασης

Ο κατάλληλη χρονική στιγμή για την επέμβαση εναντίον της καρπόκαψας με χημικά μέσα καθορίζεται συνήθως με παρακολούθηση της πορείας του ενήλικου πληθυσμού, σε συνδυασμό με την εκκόλαψη των πρώτων προνυμφών κάθε γενιάς. Άλλος τρόπος είναι ημερολογιακά, σε συνδυασμό με ορισμένο στάδιο έκπτυξης των ανθέων των δέντρων ξενιστών, ενώ πιο σπάνια χρησιμοποιούνται λουρίδες νύμφωσης, ή εφαρμόζονται μοντέλα ανάπτυξης της καρπόκαψας.

9.2.5.1. Φερομονικές παγίδες

Σύμφωνα με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιούνται φερομονικές παγίδες οι οποίες τοποθετούνται στον οπωρώνα, και μέσω αυτών παρακολουθείται η πορεία του ενήλικου αρσενικού πληθυσμού. Μετά τις πρώτες συλλήψεις αρσενικών (της διαχειμάζουσας γενιάς) στις παγίδες, παρακολουθείται κατά το λυκόφως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία. Όταν οι μεταβλητές αυτές ξεπεράσουν τους 15°C και 60% αντίστοιχα, αρχίζουν τακτικές δειγματοληψίες φύλλων και καρπών για τη διαπίστωση αυγών και εκκολάψεων. Βάσει αυτών καθορίζεται η ημερομηνία του πρώτου ψεκασμού. Αυτός γίνεται με τις πρώτες εκκολάψεις των αυγών. Αν το εντομοκτόνο έχει και ωοκτόνο δράση, ο ψεκασμός γίνεται νωρίτερα. Οι υπηρεσίες γεωργικών προειδοποιήσεων, που βρίσκονται στα Περιφερειακά Κέντρα Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου, παρακολουθούν την πορεία του πληθυσμού της καρπόκαψας και δίνουν οδηγίες στους δενδροκαλλιεργητές για το πότε και με ποια εντομοκτόνα να ψεκάσουν. Για τη βόρεια Ελλάδα, ο πρώτος ψεκασμός πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας από την έναρξη πτήσης (πρώτες συλλήψεις ενηλίκων στις φερομονικές παγίδες) αν το εντομοκτόνο έχει ωοκτόνο δράση, και 10 περίπου μέρες αργότερα αν έχει μόνο προνυμφοκτόνο δράση. Χρειάζεται και δεύτερος ψεκασμός 2 περίπου εβδομάδες αργότερα. Εναντίον της πρώτης γενεάς του εντόμου συνιστάται ένας ψεκασμός μόλις οι συλλήψεις στις παγίδες γίνουν αξιόλογες, συνήθως μέσα Ιουλίου, και δεύτερος ένα μήνα αργότερα. Οι οδηγίες όμως του κάθε Κέντρου αφορούν σχετικά μεγάλη περιοχή. Γι' αυτό είναι σκόπιμο, όσοι καλλιεργητές μπορούν, να εξετάζουν τα δέντρα τους οι ίδιοι, ώστε να ξέρουν πότε αρχίζει η ωοτοκία και πότε η εκκόλαψη των προνυμφών του οπωρώνα τους (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Ένας από τους κύριους στόχους, κατά τον προγραμματισμό των επεμβάσεων για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας με βάση τις συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες, είναι η ανάπτυξη συσχετίσεων μεταξύ των συλλήψεων στις φερομονικές παγίδες από τη μία και

βάση αυτών, της προκαλούμενης ζημιάς από την άλλη (trap thresholds – damage levels). Σύμφωνα με το πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας (1999) και για τις τοπικές συνθήκες, η σχέση μεταξύ των συλλήψεων στις φερομονικές παγίδες και του επιπέδου του πληθυσμού της καρπόκαψας είναι αυτή που φαίνεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 Παράδειγμα σχέσης μεταξύ των συλλήψεων στις φερομονικές παγίδες και του επιπέδου του πληθυσμού της καρπόκαψας

Επίπεδο πληθυσμού καρπόκαψας	Συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες* (Αριθμ. ατόμων / παγίδα / εβδομάδα)
Χαμηλό	< 2
Μέσο	3 - 10
Υψηλό	> 10

* Για την ανάπτυξη και επαλήθευση αυτών των σχέσεων, η πυκνότητα με την οποία τοποθετήθηκαν οι παγίδες ήταν: 1 παγίδα ανά 20 acres

Ωστόσο, ο αριθμός των αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας που συλλαμβάνονται σε μία φερομονική παγίδα, είναι γενικά πιθανό να μην ανταποκρίνεται στο επίπεδο του πραγματικού ενήλικου αρσενικού πληθυσμού της καρπόκαψας, και συνεπώς να καθίσταται δύσκολο, ή αδύνατο να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα από τις συλλήψεις των φερομονικών παγίδων. Ο αριθμός των συλλήψεων της καρπόκαψας σε μία φερομονική παγίδα μπορεί να επηρεασθεί από μία σειρά παραγόντων, όπως είναι η πυκνότητα του πληθυσμού, η μετανάστευση, το φως του φεγγαριού, η θερμοκρασία, η ταχύτητα του ανέμου, ο τρόπος τοποθέτησης και συντήρησης της παγίδας και της φερομόνης και τέλος ο ανταγωνισμός μεταξύ της συνθετικής φερομόνης και της φυσικής φερομόνης που παράγεται από τα θηλυκά άτομα (Blomefield and Knight 2000).

9.2.5.2. Άθροιση ημεροβαθμών – Φαινολογικά μοντέλα

Άλλος τρόπος για τον προσδιορισμό του χρόνου εξόδου των ενηλίκων της γενεάς που διαχείμασε και του χρόνου εκκόλαψης των προνυμφών της 1^{ης} γενεάς είναι με τη μέθοδο του "αθροίσματος θερμοκρασιών". Μετά την ολοκλήρωση της χειμερινής διάπαυσης, η νύμφωση, η διάρκεια του νυμφικού σταδίου και, συνεπώς, η έξοδος των ενηλίκων, πραγματοποιούνται όταν συμπληρωθεί ορισμένο, για τη συγκεκριμένη περιοχή ή πληθυσμό, άθροισμα ημεροβαθμών πάνω από τη θερμοκρασία-ουδό ανάπτυξης. Γνωρίζοντας τη θερμική σταθερά (K), βρίσκουμε τον αριθμό αναγκαίων ημερών (y) για τη συμπλήρωση ορισμένου σταδίου του εντόμου από τον τύπο $K=y(t-a)$, όπου t η

επικρατούσα θερμοκρασία και a η θερμοκρασία-ουδός ανάπτυξης του συγκεκριμένου σταδίου. Στη συνέχεια, με τον ίδιο τρόπο, προσδιορίζεται η χρονική στιγμή εκκόλαψης των αυγών (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Πιο συχνά όμως και με σκοπό την άθροιση των ημεροβαθμών που απαιτούνται για την ανάπτυξη της καρπόκαψας, εκτός από την ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης, λαμβάνεται υπ' όψιν και η μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης, πέρα από την οποία θεωρητικά δε σημειώνεται ανάπτυξη του εντόμου. Σε κάθε φαινολογικό μοντέλο δηλαδή, χρησιμοποιείται ένα εύρος θερμοκρασιών μέσα στο οποίο σημειώνεται η ανάπτυξη του εντόμου, ενώ για την ανάπτυξη κάθε σταδίου απαιτείται συγκεκριμένος αριθμός ημεροβαθμών. Η άθροιση των ημεροβαθμών και συνεπώς η εφαρμογή του μοντέλου, ξεκινά με τις πρώτες συνεχείς συλλήψεις ενήλικων αρσενικών στις φερομονικές παγίδες.

Από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας των Η.Π.Α. προτείνονται δύο μοντέλα για την ανάπτυξη της καρπόκαψας, όπου το καθένα σχετίζεται με τη χρήση διαφορετικών φυτοπροστατευτικών μέσων (Anonymous 1999). Συγκεκριμένα, προκειμένου για τη χρήση συνθετικών οργανικών εντομοκτόνων, στο προτεινόμενο μοντέλο, η ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 10°C και η μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 31°C , ενώ για τη χρήση ορυκτέλαιων καθώς και βοτανικών και μικροβιακών σκευασμάτων, προτείνεται διαφορετικό μοντέλο, στο οποίο η ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 11°C και η μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 34°C .

9.2.5.3. Λουρίδες νύμφωσης

Ο χρόνος εμφάνισης (εξόδου) των ενηλίκων της διαχειμάζουσας γενεάς μπορεί να διαπιστωθεί και με τη χρήση των «λουρίδων νύμφωσης». Την εποχή της συγκομιδής των μήλων, τοποθετούμε γύρω από τους κορμούς των δέντρων, σε απόσταση 30-40 cm από το έδαφος, λουρίδες πλάτους 7-10 cm κατάλληλου ρυτιδωμένου χαρτιού, δηλαδή αυλακωτού (κυματοειδούς) χαρτιού συσκευασίας, με σωληνίσκους μεγέθους τέτοιου που να χωρούν άνετα οι προνύμφες της καρπόκαψας. Φροντίζουμε οι λουρίδες αυτές να εφαρμόζουν καλά στον κορμό (συνήθως τις δένουμε με ένα σπάγκο ή σύρμα). Αν οι λουρίδες αυτές τοποθετηθούν έγκαιρα και σωστά, ένα μεγάλο ποσοστό των προνυμφών που εγκαταλείπει τους καρπούς για να βρει καταφύγιο διαχείμασης θα μπει στους σωληνίσκους (οπές) των λουρίδων. Κατά το τέλος του χειμώνα, πριν αρχίσει η έκπτυξη των οφθαλμών των γιγαρτόκαρπων δέντρων, αφαιρούμε τις λουρίδες από τους κορμούς και τις τοποθετούμε σε ένα ή περισσότερα κλουβιά στον οπωρώνα, σε κάπως προφυλαγμένα από τον ήλιο θέση. Μόλις ανοίξουν τα πρώτα άνθη της μηλιάς, παρακολουθούμε καθημερινά τα

κλουβιά για να διαπιστώσουμε πότε θα βγουν από τις λουρίδες τα πρώτα ενήλικα και εν συνεχεία με τι ρυθμό θα βγαίνουν τα υπόλοιπα. Εγκλωβίζοντας ενήλικα που βγήκαν από τις λουρίδες νύμφωσης σε φύλλωμα μηλιάς και παρακολουθώντας πότε αρχίζει η εκκόλαψη των πρώτων προνυμφών από τα αυγά, προσδιορίζουμε την ημέρα του πρώτου ψεκασμού (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Λουρίδες νύμφωσης έχουν χρησιμοποιηθεί και για προσδιορισμό του χρόνου επέμβασης εναντίον της 2ης (θερινής) γενεάς του εντόμου. Τότε, συνιστάται ψεκασμός λίγες μέρες μετά το μέγιστο των εξόδων ενηλίκων από τις εγκλωβισμένες λουρίδες (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

9.2.5.4. Ημερολογιακά

Εναντίον των νεαρών προνυμφών της 1^{ης} γενεάς, συνιστώνται τρεις ψεκασμοί ανά 10-15 ημέρες. Ο πρώτος γίνεται 10 ημέρες από την πτώση των πετάλων της μηλιάς ποικιλίας Red Delicious, ή 20 ημέρες από την πτώση των πετάλων της αχλαδιάς. Εναντίον των προνυμφών της 2ης γενεάς, ο πρώτος ψεκασμός γίνεται κατά τις αρχές Ιουλίου και ακολουθούν ψεκασμοί ανά 10-15 ημέρες ως τα μέσα Αυγούστου. Στον τελευταίο ψεκασμό, το εντομοκτόνο που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι μικρής υπολειμματικής διάρκειας ώστε να μην αφήσει ανεπιθύμητα υπολείμματα, στους καρπούς κατά τη συγκομιδή. Οι επεμβάσεις ημερολογιακά, έχουν το μειονέκτημα ότι γίνονται άσχετα με την ύπαρξη επικίνδυνου πληθυσμού του εντόμου και ότι είναι περισσότερες από όσες γίνονται στα πλαίσια μιας κατευθυνόμενης καταπολέμησης με βάση τις συστάσεις των υπηρεσιών γεωργικών προειδοποιήσεων. Συνεπώς, μειώνουν σε μεγαλύτερο βαθμό τους πληθυσμούς ωφέλιμων αρθρόποδων στον οπωρώνα και ρυπαίνουν περισσότερο το περιβάλλον. Όπου εξακολουθούν να γίνονται ημερολογιακά, χρειάζεται τουλάχιστον επιλογή του κατάλληλου εντομοκτόνου, ώστε η βλάβη αυτή να μην είναι υπερβολική (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

9.3. Μέθοδος διατάραξης της σύζευξης

Η μέθοδος διατάραξης της σύζευξης (mating disruption) εντάσσεται στις βιολογικές μεθόδους αντιμετώπισης της καρπόκαψας, καθώς και άλλων εντόμων, είναι όμως δυνατό να ενσωματωθεί και στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εντόμων, δίνοντας πολύ καλά αποτελέσματα, όταν όμως πληρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις. Η μέθοδος διατάραξης της σύζευξης στηρίζεται στην ελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων φερομόνης φύλου στο περιβάλλον, σε οπωρώνες που καλύπτουν μεγάλη έκταση, με

αποτέλεσμα τα έντομα-δέκτες (αρσενικά άτομα) να μην είναι ικανά να εντοπίσουν τα έντομα-πομπούς (θηλυκά άτομα) για να συζευχθούν (Τζανακάκης 1995).

Έχουν δοθεί διάφορες ερμηνείες για τον τρόπο δράσης της μεθόδου αυτής. Με τη φερομόνη ομοιόμορφα κατανεμημένη στο περιβάλλον σε συγκεκριμένη συγκέντρωση, το αρσενικό πιθανότατα παύει να ανταποκρίνεται λόγω προσαρμογής των αισθητηρίων κυττάρων των κεραιών του και λόγω εθισμού του κεντρικού νευρικού συστήματος. Σύμφωνα με άλλη ερμηνεία, όντας μεγάλη η συγκέντρωση της φερομόνης στο περιβάλλον, το αρσενικό παθαίνει «σύγχυση», χάνει τον προσανατολισμό του και δεν μπορεί να εντοπίσει το θηλυκό. Είναι όμως πιθανό και τα θηλυκά να έχουν την ικανότητα να αντιλαμβάνονται τη συγκέντρωση της φερομόνης στο περιβάλλον τους και να μην παράγουν πλέον φερομόνη, αν η συγκέντρωση αυτή υπερβαίνει ορισμένο όριο. Ασχέτως όμως ερμηνείας, όταν διασπαρεί φερομόνη στην περιοχή, ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη συγκέντρωση κατά την κατάλληλη χρονική περίοδο, τα δύο φύλα δεν μπορούν να συναντηθούν για να συζευχθούν. Η ουσία με την οποία επιδιώκεται η παρεμπόδιση της συνάντησης των δύο φύλων, εκτός από φερομόνη μπορεί να είναι μία συγγενής ελκυστική ουσία (παραφερομόνη), ή μία ανταγωνιστική ουσία η οποία μειώνει την ελκυστικότητα της φερομόνης, ενώ για την διασπορά της φερομόνης χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι (πηκτική φερομόνη ή κοκκώδες φερομονικό σκεύασμα) και διάφορα μέσα (τύποι εξατμιστήρων) (Τζανακάκης 1995).

Για την εφαρμογή της μεθόδου της διατάραξης της σύζευξης με σκοπό την αντιμετώπιση της καρπόκαψας πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα, η περιοχή στην οποία θα εφαρμοσθεί η μέθοδος πρέπει να είναι απομονωμένη και η έκταση της να είναι μεγαλύτερη των 3 ha. Επίσης, επειδή υπάρχει το πρόβλημα (πιθανότητα) εισόδου συζευγμένων θηλυκών, από άλλες περιοχές, στην περιοχή που εφαρμόζεται η μέθοδος της διατάραξης της σύζευξης, πρέπει οι γειτονικές πηγές μόλυνσης (οπωρώνες) να απέχουν τουλάχιστο 100m από την ελεγχόμενη περιοχή και τα όρια αυτής να προστατεύονται με διπλό σετ εξατμιστήρων φερομόνης. Επιπλέον, κατά το πρώτο έτος εφαρμογής της μεθόδου, ο αρχικός πληθυσμός της καρπόκαψας πρέπει να είναι χαμηλός (< 2-3 προνύμφες σε διάπαυση / δένδρο). Ακόμη, ο οπωρώνας πρέπει να είναι ομοιογενής και τα δένδρα να μην είναι υψηλότερα των 2,5 m. Επίσης, συγκρίνοντας πειραματικά τεμάχια στα οποία εφαρμόζεται η μέθοδος της διατάραξης της σύζευξης με άλλα, στα οποία εφαρμόζεται χημική προστασία, πρέπει να διατηρείται μία ουδέτερη ζώνη των 40-50 m. Τέλος, κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή ενός κατάλληλου συστήματος παρακολούθησης του πληθυσμού της καρπόκαψας, ιδίως πριν την εφαρμογή

της μεθόδου, ώστε να εκτιμηθεί ο αρχικός πληθυσμός. Παράλληλα, σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της μεθόδου παίζει η τεχνική τυποποίησης της φερομόνης καθώς και τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά του οπωρώνα (Cardé and Minks 1995).

Η πρώτη πειραματική εφαρμογή της μεθόδου της διατάραξης της σύζευξης για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας έγινε το 1973, σημειώνοντας και την έναρξη της εντατικής έρευνας πάνω στο αντικείμενο αυτό, η οποία συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Παρόμοιες δοκιμές έχουν γίνει σε πολλές περιοχές όπως: Αμερική, Καναδά, Δ. Ευρώπη, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία. Σε πολλά πειράματα που έγιναν το 1987 στις χώρες: Γερμανία, Ελβετία, Αυστρία, Γαλλία, Βέλγιο και Ολλανδία, ο έλεγχος της καρπόκαψας έγινε με επιτυχία, όπου ο αρχικός πληθυσμός αυτής ήταν χαμηλός, ενώ αντίθετα όπου ο αρχικός πληθυσμός ήταν υψηλός, τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά (π.χ. Ελβετία) (Cardé and Minks 1995). Σε άλλα πειράματα διάρκειας 12 ετών που έγιναν στην Ελβετία (1979-91) τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά. Έγιναν 50 πειράματα και στο 70% αυτών, η ζημιά διατηρήθηκε κάτω από 1-2% (Mani and Schwaller 1992). Η εφαρμογή της μεθόδου σε πειράματα που έγιναν κατά την περίοδο 1990-1991 στην Ισπανία, είχε ως αποτέλεσμα να διατηρηθεί η ζημιά σε ποσοστό χαμηλότερο του 1% σε όλα τα πειραματικά τεμάχια στις περιοχές με χαμηλό τον αρχικό πληθυσμό, ενώ στις περιοχές με υψηλότερο τον αρχικό πληθυσμό η ζημιά έφτασε το 3,4% και δε διέφερε σημαντικά από τη ζημιά που υπέστησαν τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε χημική αντιμετώπιση (3,1%) (Vlieger and Klinjnstra 1993).

Τη σημασία του μεγέθους της έκτασης στην οποία εφαρμόζεται η μέθοδος της διατάραξης της σύζευξης, διερεύνησαν οι Vickers et al. (1998) στην Αυστραλία και διαπίστωσαν ότι ο έλεγχος της καρπόκαψας δε έφτασε σε αποδεκτά επίπεδα όταν η μέθοδος εφαρμόστηκε μόνη της, ή ακόμα και σε συνδυασμό με τα εντομοκτόνα azinphos-methyl, ή fenoxycarb κατά τη διάρκεια της πρώτης – ανοιξιάτικης γενιάς και η αποτυχία αυτή στον έλεγχο, συνδέθηκε με το μικρό μέγεθος των πειραματικών τεμαχίων, που ήταν 0,11 – 0,30 ha. Στην παραπάνω περίπτωση η πυκνότητα του πληθυσμού της καρπόκαψας ήταν υψηλή. Στις περιπτώσεις ωστόσο που ήταν χαμηλή η πυκνότητα του πληθυσμού, η εφαρμογή της μεθόδου της διατάραξης της σύζευξης, στα ίδια πειραματικά τεμάχια, ήταν αρκετή από μόνη της για να διατηρήσει τη ζημιά από την καρπόκαψα κάτω από το επίπεδο του 1 %.

Επίσης η μέθοδος της διατάραξης της σύζευξης χρησιμοποιήθηκε σε προγράμματα των δυτικών πολιτειών των Η.Π.Α. για την αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας που έχει αναπτύξει εκεί η καρπόκαψα σε οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα. Σύμφωνα με τα

αποτελέσματα που προέκυψαν, η αντιμετώπιση της καρπόκαψας ήταν ικανοποιητική με τη μέθοδο αυτή, ενώ παράλληλα μειώθηκε δραματικά η χρήση οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων (Dunley et al. 2000).

Η μέθοδος της διατάραξης της σύζευξης εφαρμόζεται για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας σε επιχειρησιακό επίπεδο στις χώρες: Αργεντινή, Αυστραλία, Καναδά, Ιταλία, Ν. Αφρική και Η.Π.Α. (Thomson et al. 1996). Ενδεικτικά, η μέθοδος εφαρμόστηκε το 1994, στο Τύρολο, σε έκταση 2000 ha, ενώ το 1993, σε Ουάσιγκτον και Καλιφόρνια, η έκταση στην οποία εφαρμόστηκε η μέθοδος ήταν 4000 ha (Cardé and Minks 1995).

9.4. Μέθοδοι προσέλκυσης – θανάτωσης “attract and kill”

Οι μέθοδοι προσέλκυσης-θανάτωσης εντάσσονται στην ευρύτερη κατηγορία των μεθόδων αντιμετώπισης των εντόμων, οι οποίες στηρίζονται στην αξιοποίηση της συμπεριφοράς τους. Συγκεκριμένα, στις μεθόδους αυτές γίνεται η χρήση ερεθισμάτων τα οποία γίνονται αντιληπτά από το έντομο σε μακρινή απόσταση (>1cm), μέσω ενός μηχανισμού που μπορεί να είναι μία παγίδα ή μία επιφάνεια επικαλυμμένη με ένα επιβλαβές για το έντομο υλικό (τοξική ουσία ή παθογόνο), με αποτέλεσμα να προσελκύεται το έντομο στη συγκεκριμένη αυτή θέση και συνεπώς να απομακρύνεται από το περιβάλλον (ξενιστή). Οι μέθοδοι αυτές χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερα εκλεκτικές και ασφαλείς για το περιβάλλον και μπορούν συνεπώς να ενσωματωθούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.

9.4.1. Μαζική παγίδευση ενήλικων αρσενικών

Η εφαρμογή της μεθόδου της μαζικής παγίδευσης ενδείκνυται σε οπωρώνες οι οποίοι είναι απομονωμένοι από άλλα δένδρα ξενιστές της καρπόκαψας (κυρίως μηλιές, αχλαδιές και καρυδιές) και η μεταξύ τους απόσταση είναι τουλάχιστο 1,6 Km. Η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης στηρίζεται στην αρχή της προσέλκυσης όσο το δυνατό περισσότερων ενήλικων αρσενικών σε σημείο στο οποίο συγχρόνως θα παγιδευτούν. Στην προκειμένη περίπτωση η προσέλκυση γίνεται με τη χρήση συνθετικής φερομόνης φύλου η οποία μιμείται τη φερομόνη που παράγουν τα θηλυκά άτομα της καρπόκαψας. Η συνθετική φερομόνη τοποθετείται σε ειδική παγίδα, ενώ μία κολλητική επιφάνεια αποτελεί το σημείο στο οποίο παγιδεύονται τα ενήλικα αρσενικά. Συγκεκριμένα, κατά τα μέσα Μαρτίου τοποθετούνται δύο τέτοιες παγίδες σε κάθε μεγάλο δένδρο και μία σε κάθε μικρό, μακριά από τον κορμό και όσο το δυνατό ψηλότερα, μέσα στην κόμη του δένδρου.

Κάθε μία ή δύο εβδομάδες γίνεται ο έλεγχος των παγίδων και η απομάκρυνση των ατόμων που έχουν συλληφθεί. Η αντικατάσταση φερομονών και κολλητικών επιφανειών γίνεται με το συνήθη τρόπο (Anonymous 1999).

Από τη στιγμή που τα περισσότερα αρσενικά θα συλληφθούν δεν είναι πλέον εφικτή η σύζευξη, με αποτέλεσμα να μην είναι γονιμοποιημένα τα αυγά που παράγονται από τα θηλυκά. Για να είναι αποτελεσματική αυτή η μέθοδος απαιτείται η σύλληψη σχεδόν όλων των ενήλικων αρσενικών, πριν τη σύζευξη. Αν παραμείνει ασύλληπτο ένα μεγάλο τμήμα του πληθυσμού αυτών, τότε η προκαλούμενη ζημιά θα ξεπεράσει το ανεκτικό επίπεδο (Anonymous 1999).

Ωστόσο, σε πειράματα που έγιναν στην Αμερική φάνηκε ότι η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης δεν παρέχει ικανοποιητική αντιμετώπιση της καρπόκαψας και επιπλέον το κόστος της μεθόδου αυτής είναι υψηλό με αποτέλεσμα να είναι πολύ δύσκολο να έχει πρακτική εφαρμογή σε επιχειρησιακό επίπεδο (Brunner and Gut 2000).

9.4.2. Προσέλκυση και έκθεση στη δράση εντομοκτόνου

Η μέθοδος αυτή εντάσσεται στις μεθόδους προσέλκυσης – θανάτωσης και βασίζεται στην αρχή της προσέλκυσης του μεγαλύτερου τμήματος του πληθυσμού του εντόμου σε σημείο στο οποίο δέχεται την τοξική δράση κάποιου εντομοκτόνου. Η μέθοδος αυτή, όπως και η παραπάνω, δίνει καλύτερα αποτελέσματα όταν εφαρμόζεται σε απομονωμένους οπωρώνες. Επιτυχημένες δοκιμές εφαρμογής της μεθόδου αυτής έχουν γίνει σε απομονωμένους οπωρώνες της Ελβετίας. Συγκεκριμένα, πυκνόρρευστο αιώρημα που περιέχει ελκυστική φερομόνη και το συνθετικό πυρεθροειδές permethrin, εφαρμόστηκε σε μία ή δύο χοντρές σταγόνες στο φύλλωμα δύο φορές κατά την βλαστική περίοδο, με σκοπό την προσέλκυση και θανάτωση των αρσενικών. Αυτό είχε ως συνέπεια την έλλειψη συζεύξεων και την απόθεση μη γονιμοποιημένων αυγών από τα θηλυκά. Το ποσοστό προσβεβλημένων καρπών κατά την συγκομιδή ήταν κάτω του ανεκτού ορίου (Charmillot et al. 1997).

Σε προκαταρκτικά πειράματα αγρού που έγιναν στην Γερμανία, από τους Losel et al. (2000) και ύστερα από εργαστηριακή έρευνα, δοκιμάστηκε ένα παχύρρευστο σκεύασμα που περιείχε 4 % cyfluthrin και 0,1 % συνθετική φερομόνη φύλου της καρπόκαψας. Έγιναν δύο εφαρμογές του σκευάσματος στους κορμούς των δένδρων μηλιάς, η πρώτη στα μέσα Μαΐου και η δεύτερη στα τέλη Ιουλίου. Ο έλεγχος της καρπόκαψας με τη μέθοδο αυτή ήταν καλύτερος σε σχέση με τον έλεγχο που επιτεύχθηκε σε άλλα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το triflumuron (Alsystin), που είναι ένας

παρεμποδιστής βιοσύνθεσης της χιτίνης.

9.4.3. Μέθοδος προσέλκυσης και εφαρμογής μιμητικών ορμόνης νεότητας ή εντομοπαθογόνων

Η μέθοδος προσέλκυσης και εφαρμογής μιμητικών ορμόνης νεότητας ή εντομοπαθογόνων είναι μία παραλλαγή της γενικότερης μεθόδου προσέλκυσης – θανάτωσης, στην οποία ωστόσο η διαδικασία της προσέλκυσης των εντόμων παραμένει η ίδια. Χρησιμοποιείται δηλαδή συνθετική φερομόνη φύλου με σκοπό την προσέλκυση των αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι μετά την προσέλκυση του εντόμου σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, δεν ακολουθεί η θανάτωσή του, αλλά η μόλυνσή του με έναν παράγοντα, ο οποίος μπορεί να είναι κάποιος ρυθμιστής ανάπτυξης, ή κάποιο εντομοπαθογόνο, συγκεκριμένα, ο ιός *Granulosis virus*. Στη συνέχεια, τα αρσενικά άτομα, τα οποία είναι ελεύθερα να πετάξουν ξανά, γίνονται φορείς του παραπάνω παράγοντα, τον οποίο μεταφέρουν και μεταδίδουν στα θηλυκά άτομα κατά τη σύζευξη, με αποτέλεσμα τα αυγά που θα γεννηθούν από τα θηλυκά άτομα να μην είναι βιώσιμα (Hrdý et al. 1996).

Ο συνδυασμός φερομονών με μιμητικά της ορμόνης νεότητας ή εντομοπαθογόνα μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στα πλαίσια της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας. Η μέθοδος που περιγράφηκε παραπάνω είναι εξαιρετικά εκλεκτική και φιλική προς το περιβάλλον και μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη στο να διατηρηθεί ο πληθυσμός της καρπόκαψας κάτω από το επίπεδο οικονομικής ζημιάς, στις περιπτώσεις όμως που ο αρχικός πληθυσμός αυτής δεν είναι πολύ υψηλός. Δοκιμές αυτής της μεθόδου έγιναν στην Πράγα (Hrdý et al. 1996), όπου χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι τύποι τροποποιημένων φερομονικών παγίδων, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η μέγιστη δυνατή προσέλκυση και μόλυνση των αρσενικών ατόμων τα οποία στη συνέχεια εγκαταλείπουν την παγίδα για να εντοπίσουν τα παρθένα θηλυκά. Στην καλύτερη των περιπτώσεων, μολύνθηκε το 30-50 % των αρσενικών ατόμων που επισκέφθηκαν συγκεκριμένο τύπο παγίδας.

Στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν δύο ρυθμιστές ανάπτυξης που είναι ουσίες μιμητικές της ορμόνης νεότητας: το fenoxycarb (Insegar) και το W-328, το οποίο είναι καρβαμδικό παράγωγο της ένωσης 2-(4-hydroxybenzyl)-cyclohexanone. Το W-328, του οποίου η σύνθεση έχει γίνει στην Πράγα, είναι ένα πολλά υποσχόμενο μιμητικό της ορμόνης νεότητας, λόγω της ιδιαίτερα χαμηλής τοξικότητάς του. Η σύγκριση της αποτελεσματικότητας μεταξύ fenoxycarb και W-328, έγινε μετρώντας την εκκολαψιμότητα των αυγών, έπειτα από τοπική εφαρμογή των ενώσεων

αυτών σε νεαρά θηλυκά άτομα (1^η περίπτωση) και σε νεαρά αρσενικά, τα οποία στη συνέχεια προχωρούσαν σε σύζευξη με παρθένα αμεταχειρίιστα θηλυκά (2^η περίπτωση). Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών περιπτώσεων ήταν χαμηλή, όμως μεταξύ fenoxycarb και W-328, φάνηκε να υπερτερεί το W-328, μια και η εκκολαψιμότητα των αυγών ήταν χαμηλότερη μετά την εφαρμογή αυτού.

9.5. Μέθοδος του στείρου εντόμου

Η μέθοδος της εξαπόλυσης στειρωμένων πληθυσμών της καρπόκαψας έχει εφαρμοσθεί με επιτυχία και παραδεκτό κόστος σε διάφορες χώρες. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή δεν διαδόθηκε, προφανώς λόγω των απαιτήσεων της σε εγκαταστάσεις και ειδικευμένο προσωπικό (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Η μοναδική περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου του στείρου εντόμου σε επιχειρησιακό επίπεδο συναντάται στον Καναδά, όπου η πρώτη εφαρμογή έγινε το 1992 και συνεχίστηκε και τα επόμενα χρόνια. Το 1999 χρησιμοποιήθηκαν παράλληλα και άλλες μέθοδοι στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης με σκοπό τη μείωση στη χρήση των χημικών φυτοπροστατευτικών. Η μέθοδος του στείρου εντόμου χαρακτηρίστηκε από επιτυχία, ωστόσο, αντιμετωπίστηκαν και δυσκολίες όσον αφορά στο κόστος και στον συγχρονισμό των ενεργειών (Thistlewood and Judd 2000).

9.6. Βιολογική αντιμετώπιση

Βιολογική αντιμετώπιση εντόμων – εχθρών των φυτών είναι η χρησιμοποίηση πληθυσμών παρασιτοειδών, αρπακτικών και παθογόνων μικροοργανισμών με σκοπό την αντιμετώπιση ενός επιβλαβούς είδους εντόμου. Οι βιολογικοί αυτοί παράγοντες τελικά δύνανται να μειώσουν τον πληθυσμό του επιβλαβούς είδους και να το καταστήσουν λιγότερο ή και καθόλου επιζήμιο από ότι θα ήταν σε περίπτωση μη χρησιμοποίησής τους (Λυκουρέσης 2000).

Οι βιολογικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται (ή έχουν χρησιμοποιηθεί πειραματικά) για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας διακρίνονται, αφενός στη χρήση μικροβιακών σκευασμάτων και αφετέρου στην εξαπόλυση ή μεταφορά και εγκατάσταση παρασιτοειδών εντόμων. Στη συνέχεια αναλύονται οι βιολογικές αυτές μέθοδοι αντιμετώπισης της καρπόκαψας.

9.6.1. Μικροβιακά σκευάσματα

9.6.1.1. Granulosis virus

Υπάρχουν επτά (7) οικογένειες ιών στις οποίες ανήκουν εντομοπαθογόνα είδη ιών, δηλαδή ιοί που προκαλούν ασθένειες σε έντομα. Οι οικογένειες αυτές είναι οι εξής: Baculoviridae, Reoviridae, Iridoviridae, Poxviridae, Parvoviridae, Picornoviridae, και Rhabdoviridae. Στους ιούς δύο μόνο οικογενειών από αυτές, έχει δοθεί μεγάλη σημασία όσον αφορά στην δυνατότητα χρήσης τους ως βιολογικών παραγόντων αντιμετώπισης των εντόμων. Οι οικογένειες αυτές είναι οι Baculoviridae και Reoviridae και η παραπάνω δυνατότητα είναι αυξημένη στην περίπτωση αυτή, μια και οι εντομοπαθογόνοι ιοί που ανήκουν στις οικογένειες αυτές διακρίνονται για την υψηλή μολυσματικότητά τους και για το ότι διαφέρουν αρκετά από τους ιούς των σπονδυλωτών, σε σημείο που να παρέχουν την απαραίτητη εμπιστοσύνη ως προς την ασφάλεια στη χρήση τους. Οι ιοί που ανήκουν σε αυτές τις δύο οικογένειες θεωρούνται απόλυτα ασφαλείς, διότι τέτοιοι ιοί έχουν παρατηρηθεί μόνο σε ξενιστές – αρθρόποδα, η πλειοψηφία των οποίων είναι έντομα (Dent 1991).

Η οικογένεια Baculoviridae αποτελείται από δύο γένη ιών, το γένος *Nucleopolyhedrovirus*, κοινώς nuclear polyhedrosis virus (NPVs) και το γένος *Granulovirus*, κοινώς granulosis virus (GV). Οι ιοί που ανήκουν στα γένη αυτά ονομάζονται και occluded viruses (κεκλεισμένοι ιοί), διότι μετά τον ανασχηματισμό τους μέσα στα κύτταρα που προσβάλλουν, περικλείονται από πρωτεΐνη και κλείνονται έτσι μέσα σε ένα πρωτεϊνικό περίβλημα, δημιουργώντας παρακρυσταλλικά σωμάτια (inclusion bodies) (Hall and Menn 1999).

Ο ιός που χρησιμοποιείται στα μικροβιακά σκευάσματα για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας ανήκει στο γένος *Granulovirus*, κοινώς granulosis virus (GV), και το είδος του ιού αυτού είναι το *Cydia pomonella* GV (CpGV). Οι GV ιοί, συνεπώς και ο CpGV, πολλαπλασιάζονται στον πυρήνα των κυττάρων των ξενιστών τους, παράγοντας μικρά ωοειδή ή ελλειπτικά παρακρυσταλλικά σωμάτια (inclusion bodies), τα οποία περιέχουν συνήθως ένα και μοναδικό ιοσωμάτιο. Τα παρακρυσταλλικά σωμάτια (inclusion bodies) κάτω από το μικροσκόπιο παρουσιάζουν κοκκώδη (granular) μορφή, γεγονός στο οποίο οφείλουν την ονομασία τους οι ιοί του γένους αυτού (Granulosis virus) (Dent 1991).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των GV ιών αποτελεί το γεγονός ότι παρουσιάζουν εκλεκτικότητα ως προς την εντομοπαθογόνο δράση τους. Συγκεκριμένα, ο CpGV είναι εκλεκτικός ως προς την εντομοπαθογόνο δράση του και εκτός από την καρπόκαψα, επηρεάζει λίγα μόνο άλλα Tortricidae, όπως το *Grapholitha molesta*, με αποτέλεσμα να

μην βλάπτει τα ωφέλιμα αρθρόποδα και έτσι, τα σκευάσματα του ιού αυτού να θεωρούνται φιλικά προς το περιβάλλον και ιδανικά προς χρήση σε προγράμματα ολοκληρωμένης ή βιολογικής αντιμετώπισης (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998). Η ίδια θεώρηση ενισχύεται και από το γεγονός ότι τα σκευάσματα του CrGV έχουν πολύ χαμηλή τοξικότητα. Συγκεκριμένα οι Charmillot et al. (1998a) έδειξαν ότι το σκεύασμα Madex του CrGV έχει LC₅₀ ίση με 0,3 ppm (mg/l), δηλαδή τοξικότητα περίπου 300 φορές χαμηλότερη σε σχέση με αυτή που έχει το tebufenozide (Mimic).

Επιπλέον, ο CrGV και γενικότερα οι GV ιοί, παρουσιάζουν εξειδίκευση και ως προς το είδος του ιστού του εντόμου, τον οποίον προσβάλλουν. Ειδικότερα, οι GV ιοί πολλαπλασιάζονται μόνο στα κύτταρα του λιπώδους ιστού των εντόμων, πράγμα που ισχύει και για τον CrGV (Rehceigl and Rehceigl 1998).

Για να προσβληθεί η καρπόκαψα από τον ιό, αρκεί να διατραφεί σε φυτική επιφάνεια στην οποία έχει εφαρμοσθεί το ιολογικό μικροβιακό σκεύασμα και συνεπώς να απορροφήσει τον ιό μαζί με τους φυτικούς ιστούς που καταναλώνει κατά την διατροφή της. Όσες προνύμφες διατραφούν πάνω σε ψεκασμένη φυτική επιφάνεια, πεθαίνουν σε περίπου 48 ώρες (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Ένα σημαντικό στοιχείο που αφορά στην μετάδοση CrGV στην καρπόκαψα, έγκειται στο γεγονός ότι ο CrGV είναι δυνατό να μεταδοθεί από τη μία γενιά της καρπόκαψας στην επόμενη. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξαν οι Biache et al. (1998b) ύστερα από πειράματα που πραγματοποίησαν στη Γαλλία κατά τα έτη 1996-1998. Στα πειράματα χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό σκεύασμα Carponivirusine 2000, του CrGV και μετά από εργαστηριακές μελέτες με τη βοήθεια της μεθόδου PCR (polymerase chain reaction, αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης), διαπιστώθηκε η δυνατότητα μετάδοσης του CrGV από τη μία γενιά της καρπόκαψας στην επόμενη. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και η, κατά ένα χρόνο πιο πρόσφατη, ερευνητική εργασία των Biache et al. (1999).

Σε χώρες της Ευρώπης αλλά και άλλων ηπείρων, η καρπόκαψα αντιμετωπίστηκε ικανοποιητικά σε μηλιές και αχλαδιές με τον ιό CrGV. Σύμφωνα με τους Τζανακάκη και Κατσόγιαννο (1998) χρειάζονται συνήθως δύο ψεκασμοί, που να απέχουν 12-15 ημέρες, εναντίον κάθε γενεάς του εντόμου.

Σύμφωνα με το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας (Anonymous 1999), η εφαρμογή σκευασμάτων του CrGV πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια της εκκόλαψης των αυγών και σε διαστήματα πέντε έως επτά ημερών, διότι λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας, αναστέλλεται γρήγορα η δράση των σκευασμάτων αυτών. Τα διαστήματα αυτά μπορεί να



είναι βραχύτερα σε περιπτώσεις που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, ή αντίστοιχα ευρύτερα όταν επικρατεί νεφοκάλυψη και χαμηλότερες θερμοκρασίες. Για να παραταθεί η υπολειμματική διάρκεια δράσης αυτών των σκευασμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα, έλαια που εξάγονται από λαχανοκομικά φυτά, ή πετρέλαιο. Σύμφωνα με τους Charmillot et al. (1998b) η υπολειμματική διάρκεια δράσης των σκευασμάτων του CrGV αυξάνεται με τη χρήση διαφόρων πρόσθετων στο ψεκαστικό υγρό, όπως: ζάχαρη, σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος, το προσκολλητικό σκεύασμα Nu Film και το βοηθητικό σκεύασμα Humin Vital, που περιέχει χουμικό οξύ. Κατά τη διάρκεια μίας καλλιεργητικής περιόδου απαιτείται η εφαρμογή σκευασμάτων του CrGV, από πέντε έως δώδεκα ή και περισσότερες φορές, πράγμα που εξαρτάται από την περιοχή και τον αριθμό των γενιών της καρπόκαψας (Anonymous 1999).

Γενικά, για να χρησιμοποιηθεί ένας ιός σε ένα μικροβιακό εντομοκτόνο, τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπ' όψιν δεν είναι η μετάδοση και ο κύκλος της ασθένειας του ιού, μια και η διαδικασία αυτή δεν παρέχει άμεσο έλεγχο και απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε να δώσει κάποιο αποτέλεσμα. Αντίθετα, σημαντικά και επιθυμητά χαρακτηριστικά για ένα ιολογικό εντομοκτόνο είναι η εκλεκτικότητα, η υψηλή μολυσματικότητα, η ταχεία δράση, ο ικανοποιητικός βαθμός παραμονής στο σημείο εφαρμογής (υπολειμματικότητα) και τέλος η ευκολία και το χαμηλό κόστος παραγωγής (Dent 1991).

Μερικά από τα εμπορικά μικροβιακά σκεύασματα που κυκλοφορούν στη διεθνή αγορά και βασίζονται στον CrGV, για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, είναι τα εξής: Granupom (AgrEvo), Carposin (Agrichem), Madex 3 (Andermatt Biocontrol), Virin – GYAP (NPO Vector), Carpovirusine (NPP/Calliope) και Cyd – x (Thermo Trilogy) (Rechcigl and Rechcigl 1998).

Μέχρι πρόσφατα, στην Ελλάδα δεν είχε εγκριθεί η κυκλοφορία και χρήση μικροβιακών σκευασμάτων που περιείχαν τον ιό Granulosis virus. Ωστόσο, στα τέλη του περασμένου έτους (2000) χορηγήθηκε από το Υπουργείο Γεωργίας οριστική έγκριση κυκλοφορίας ενός τέτοιου σκευάσματος. Το σκεύασμα αυτό είναι το Madex SC (δραστική ουσία: ιός τύπου κοκκιώσεων 1%, αριθ. έγκρ. 1878, Παρασκευαστής: Andermatt Biocontrol AG, Αντιπρόσωπος: Χελλαφάρμ ΑΕ). Το σκεύασμα αυτό χαρακτηρίζεται ως βιολογικό εντομοκτόνο με δράση, από κατάποση, εναντίων των προνυμφών της καρπόκαψας, για χρήση στη μηλιά, αχλαδιά και κυδωνιά (Anonymous 2001).

$$\begin{array}{r} 1,82 \\ +0,32 \\ \hline 2,14 \end{array}$$

9.6.1.2. *Bacillus thuringiensis*

Σε εργαστηριακές δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελβετία (Pasquier et al. 1997), φάνηκε ότι η εφαρμογή σκευασμάτων που βασίζονται στο εντομοπαθογόνο βακτήριο *Bacillus thuringiensis*, για την αντιμετώπιση προνυμφών της καρπόκαψας, είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα (LC50: 2-6 p.p.m.). Ωστόσο, η μεταφορά της τεχνικής αυτής στον αγρό δεν ήταν το ίδιο αποτελεσματική. Η χαμηλή αποτελεσματικότητα (30-50 %) των σκευασμάτων του *Bacillus thuringiensis* για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά, οφείλεται στη συμπεριφορά των νεοεκκολαπτόμενων προνυμφών της καρπόκαψας, οι οποίες καταναλώνουν πολύ μικρή ποσότητα αυτών των σκευασμάτων όσο βρίσκονται στη φυτική επιφάνεια και μέχρι να εισέλθουν στο εσωτερικό του καρπού.

Όσον αφορά στην υπολειμματική διάρκεια δράσης και στη συχνότητα εφαρμογής των σκευασμάτων του *Bacillus thuringiensis*, σύμφωνα με το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας (Anonymous 1999), ισχύουν περίπου τα ίδια με αυτά που αναφέρονται παραπάνω και αφορούν στα σκευάσματα του Granulosis virus.

9.6.1.3. Νηματώδεις

Εκτός από τα σκευάσματα του Granulosis virus, έχει δοθεί σχετικά μικρή σημασία στα υπόλοιπα μικροβιακά σκευάσματα για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Lacey και Unruh (1998) και τα προκαταρκτικά πειράματα που έχουν πραγματοποιήσει, φαίνεται ότι οι παρασιτικοί νηματώδεις και τα σκευάσματα αυτών, είναι πιθανόν να έχουν μεγάλες δυνατότητες στα πλαίσια ελέγχου των πληθυσμών της καρπόκαψας. Στα πειράματα αυτά συγκρίθηκαν τρία είδη νηματωδών, σε συνθήκες εργαστηρίου και προσομοιωμένου αγρού (θερμοκήπιο), σε σχέση με την συγκέντρωση του σκευάσματος (αριθμός νηματωδών ανά λίτρο νερού) και τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Ειδικότερα, εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα των νηματωδών σε προνύμφες καρπόκαψας που βρίσκονται σε διάπαυση και σε προνύμφες που βρίσκονται εκτός διάπαυσης. Τα είδη νηματωδών που συγκρίθηκαν ήταν τα εξής: *Steinernema carposapsae*, *S. riobravae* και *Heterorhabditis bacteriophora*. Και τα τρία αυτά είδη εντομοπαθογόνων νηματωδών φάνηκε να είναι αποτελεσματικά για τον έλεγχο της καρπόκαψας. Περισσότερο όμως αποτελεσματικό ήταν το είδος *S. carposapsae*, το οποίο μάλιστα δραστηριοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών (15-30 °C).

Σε συνθήκες αγρού, το στάδιο της καρπόκαψας το οποίο είναι το πιο ευαίσθητο στην προσβολή από νηματώδεις είναι αυτό της προνύμφης σε διάπαυση που βρίσκεται μέσα σε βομβύκιο, οπότε και γίνεται η εφαρμογή των σκευασμάτων νηματωδών, ενώ πριν

ή μετά την εφαρμογή αυτή είναι απαραίτητη η διαβροχή των θέσεων όπου βρίσκονται συνήθως τα βομβύκια, όπως είναι οι κορμοί των δένδρων και άλλες προστατευμένες θέσεις. Σε πειράματα που ακολουθήθηκε η τακτική αυτή και με θερμοκρασίες πάνω από 25 °C, ο έλεγχος της καρπόκαψας πλησίασε το 100 %. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματική της μεθόδου της διατάραξης της σύζευξης, αντί για τη χρήση χημικών μέσων

(<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/000011/09/0000110990.html>).

Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των προνυμφών της καρπόκαψας που είναι σε διάπαυση και βρίσκονται σε κλούβες και τελάρα συλλογής των καρπών των μήλων, δηλαδή για την απολύμανση κλούβων και τελάρων, που αν δεν ελεγχθούν αποτελούν πηγή μόλυνσης (Lacey and Chauvin 1999). Σχετικά πειράματα δείχνουν ότι η απολύμανση αυτή επιτυγχάνεται με εμβάπτιση σε αιώρημα που περιέχει 5 έως 100 άτομα του νηματώδη *S. carrocapsae*, ανά ml νερού. Με τον τρόπο αυτό ο έλεγχος των προνυμφών κυμαίνεται μεταξύ (68 – 100 %). Τα είδη νηματωδών *S. kraussei* και *Heterorhabditis marelatus* που χρησιμοποιήθηκαν για τον ίδιο σκοπό φάνηκε να είναι λιγότερο αποτελεσματικά.

9.6.1.4. Μύκητες

Εκτός από τα παραπάνω μικροβιακά σκευάσματα για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, υπάρχει και η περίπτωση μικροβιακών σκευασμάτων που βασίζονται σε εντομοπαθογόνους μύκητες. Σε πειράματα που έχουν γίνει τόσο σε συνθήκες εργαστηρίου όσο και σε συνθήκες αγρού, συγκρίθηκαν τρία είδη μυκήτων, ως προς την αποτελεσματικότητά τους στην αντιμετώπιση της καρπόκαψας, στην οποία ο έλεγχος έγινε στο στάδιο της διαχειμάζουσας προνύμφης. Τα τρία είδη τα οποία συγκρίθηκαν ήταν τα εξής: *Paecilomyces farinosus*, *Beauveria bassiana* και *Verticillium lecanii*. Πιο αποτελεσματικό είδος για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας φάνηκε να είναι το *P. farinosus* (Stefaniak and Machowicz 1988).

9.6.2. Παρασιτοειδή

Προσπάθειες αντιμετώπισης της καρπόκαψας μέσω παρασιτοειδών έχουν γίνει τόσο με μαζική εκτροφή και εξαπόλυση, όσο και με μεταφορά ιθαγενών ειδών παρασιτοειδών από άλλες περιοχές. Συγκεκριμένα, σε περιοχή της Γερμανίας, κατά την περίοδο 1984-1987, εφαρμόστηκε μαζική εξαπόλυση δύο παρασιτοειδών ωών, του γένους *Trichogramma*, έπειτα από μαζική εκτροφή (Rost and Hassan 1988). Εφαρμόστηκαν

τέσσερις έως πέντε εξαπολύσεις ανά έτος, κατά τη διάρκεια Ιουνίου-Σεπτεμβρίου και στην κάθε μία εξαπολύθηκαν 9000 παρασιτοειδή ανά δένδρο, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η συνεχής παρουσία αυτών. Το παρασιτοειδές *T. dendrolimi* μείωσε τη ζημιά από την καρπόκαψα κατά 59,3 %, ενώ το *T. embryophagum* μείωσε τη ζημιά κατά 60,4 %.

Ειδικότερα για το *T. embryophagum*, έχει φανεί από ερευνητικές εργασίες που έγιναν στη Μολδαβία, ότι η αποτελεσματικότητα της βιολογικής μεθόδου με τη χρήση του παρασιτοειδούς αυτού, είναι η βέλτιστη όταν τηρείται η αναλογία παρασιτοειδούς προς ξενιστή 10:1, ανά δένδρο, στην περίπτωση που η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι 21-23 °C (Kutsryavtseva and Teshler 1994).

Σε άλλα πειράματα που έγιναν επίσης στη Γερμανία (Hassan and Rost 1993), φάνηκε ότι η συνδυασμένη εξαπόλυση των δύο παρασιτοειδών *T. dendrolimi* και *T. cacoeaciae*, σε αναλογία 1:1, για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, είχε αυξημένη αποτελεσματικότητα, συγκρινόμενη με αυτή που είχε το κάθε παρασιτοειδές όταν εξαπολύθηκε μόνο του. Η αύξηση της αποτελεσματικότητας ήταν 7 % και 11,1 %, αντίστοιχα για τα δύο παρασιτοειδή. Σε επιχειρησιακό επίπεδο ξεκίνησε το 1990 μαζική εκτροφή και εξαπόλυση του παρασιτοειδούς *T. dendrolimi* για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας και του φυλλοδέτη *Adoxophyes orana* και το 1992 η εφαρμογή της μεθόδου κάλυπτε έκταση 15 ha (Hassan 1993). Η παραγωγή του *T. dendrolimi* με σκοπό την επιχειρησιακή χρήση ξεκίνησε το 1989 (Hassan 1992). Ωστόσο, μέχρι το 1992 η έκταση στην οποία εφαρμοζόταν η βιολογική μέθοδος με τη χρήση του παρασιτοειδούς αυτού για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, ήταν πολύ περιορισμένη και ένας σημαντικός λόγος για το γεγονός* αυτό έγκειται στο υψηλό κόστος της βιολογικής αυτής μεθόδου, συγκρινόμενη με τη συμβατική χημική μέθοδο αντιμετώπισης.

Ένα άλλο είδος του γένους *Trichogramma* που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια βιολογικής αντιμετώπισης της καρπόκαψας είναι το *T. platneri*, το οποίο είναι επίσης παρασιτοειδές ωών, δηλαδή γεννά τα ωά του στα ωά του ξενιστή του. Σύμφωνα με το πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας, το είδος αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με τη μέθοδο της διατάραξης της σύζευξης και η εξαπόλυσή του μπορεί να γίνει στα όρια της ελεγχόμενης περιοχής ή τοπικά σε άλλες ευαίσθητες περιοχές και στην περίπτωση αυτή, τα αποτελέσματα είναι καλύτερα όταν ο πληθυσμός της καρπόκαψας βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Αντίστοιχα, εξαπολύσεις του παρασιτοειδούς αυτού σε όλη την έκταση του οπωρώνα, είναι πιο αποτελεσματικές όταν επικρατούν μέσοι ή υψηλοί πληθυσμοί καρπόκαψας. Η ιδανική στιγμή εξαπόλυσης του *T. platneri* συμπίπτει με την έναρξη ωοθεσίας της καρπόκαψας (<http://axp.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html>).

Σύμφωνα με τον Leius (1967) ο βαθμός παρασιτισμού της καρπόκαψας από διάφορα είδη παρασιτοειδών επηρεάζεται θετικά από την παρουσία φυτών (ζιζάνια) που παράγουν νέκταρ, μια και αυτό αποτελεί τροφή για τα παρασιτοειδή. Συγκεκριμένα, ο αριθμός των παρασιτισμένων προνυμφών της καρπόκαψας σε μηλεώνες στον Καναδά με ποώδη βλάστηση πλούσια σε φυτά με νεκταροφόρα άνθη, ήταν πέντε φορές μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν σε μηλεώνες που υπήρχε βλάστηση φτωχή σε τέτοια άνθη. Παρόμοιο παράδειγμα αφορά σε μηλεώνες στη Ρωσία όπου είχαν σπαρεί φυτά όπως φαγόπυρο (*Fagopyrum esculentum*), σινάπι (*Brassica nigra*) και άνηθο (*Anethum graveolens*) (Zandstra and Motooka 1978). Στους μηλεώνες αυτούς η αντιμετώπιση της καρπόκαψας από παρασιτοειδή του γένους *Trichogramma* ήταν πολύ ικανοποιητική (προσβολή 3,5 %), σε σχέση με αυτή σε μηλεώνες όπου εφαρμόστηκε χημική αντιμετώπιση (προσβολή 1,5 %) και με τους μάρτυρες (προσβολή 54 %).

Εκτός από τη μέθοδο της μαζικής εκτροφής και εξαπόλυσης παρασιτοειδών για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, έχει εφαρμοσθεί και η εισαγωγή ιθαγενών ειδών παρασιτοειδών για τον ίδιο σκοπό. Συγκεκριμένα, έχει γίνει στις δυτικές Η.Π.Α. εισαγωγή και εγκατάσταση δύο παρασιτοειδών από την κεντρική Ασία, περιοχή από την οποία εικάζεται ότι προέρχεται και η καρπόκαψα (Mills et al. 2000). Τα είδη που εισήχθησαν ήταν τα υμενόπτερα *Liotryphon caudatus* και *Mastrus ridibundus*, της οικογένειας Ichneumonidae. Το πρώτο είδος είναι ένα μονήρες εκτοπαρασιτοειδές που γεννά τα ωά του επάνω στο βομβύκιο της καρπόκαψας που βρίσκεται στον κορμό των δένδρων και είναι περισσότερο δραστήριο κατά τα μέσα του καλοκαιριού, ενώ το δεύτερο είναι πολλαπλό, εκτοπαρασιτοειδές που γεννά τα αυγά του επάνω στο βομβύκιο της καρπόκαψας που βρίσκεται στο έδαφος καθώς επίσης και στον κορμό των δένδρων και είναι περισσότερο δραστήριο προς τα τέλη του καλοκαιριού. Τέλος ένα τρίτο είδος, το υμενόπτερο *Bassus rufipes* της οικογένειας Braconidae, που είναι ενδοπαρασιτοειδές της προνύμφης της καρπόκαψας, πρόκειται σύντομα να εγκατασταθεί στις Η.Π.Α. (Mills et al. 2000).

9.7. Άλλες μέθοδοι

Πέρα από όλες τις παραπάνω μεθόδους που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, υπάρχουν και ορισμένες άλλες μέθοδοι – τακτικές που σχετίζονται με την τροποποίηση του ενδιαιτήματος της καρπόκαψας και μπορούν να συνεισφέρουν στην αντιμετώπιση αυτής (Mills et al. 2000). Συγκεκριμένα, η διατήρηση του λείου κορμού του δένδρου και ειδικά σε οπωρώνες που η πυκνότητα φύτευσης είναι σχετικά υψηλή,

περιορίζει τη διαθεσιμότητα σε θέσεις για τη νύμφωση της καρπόκαψας. Παράλληλα, σε τέτοιου είδους οπωρώνες πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις πληγές από το κλάδεμα των δένδρων, διότι οι θέσεις αυτές είναι πιθανό να αποτελέσουν καταφύγια για τη νύμφωση της καρπόκαψας. Επίσης, κρίνεται αναγκαία η απομάκρυνση άγριων ή εγκαταλελειμμένων δένδρων ξενιστών, καθώς επίσης και η απομάκρυνση των καρπών που μένουν στον αγρό μετά τη συγκομιδή. Ακόμα, άλλα μέτρα είναι η άρδευση με μεγάλες ποσότητες νερού (κατάκλιση) και η φυτοκάλυψη του εδάφους με πούδη βλάστηση, τρόποι με τους οποίους μεταβάλλεται το μικροκλίμα του οπωρώνα και μειώνεται η ζημιά από την καρπόκαψα, όμως ταυτόχρονα υπάρχει ο κίνδυνος ανάπτυξης και εξάπλωσης ασθενειών.

Τέλος, σύμφωνα με τους Τζανακάκη και Κατσόγιαννο (1998) ως συμπληρωματικό μέτρο για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας συνίσταται η τοποθέτηση λουριδίων νύμφωσης στους κορμούς των δένδρων, με εντομοκτόνο ή χωρίς και στη συνέχεια η έγκαιρη καταστροφή των προνυμφών ή νυμφών που εντοπίζονται εκεί, ή η απομάκρυνση και καταστροφή των λουριδίων με καύση.

9.8. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση

Στο παρελθόν έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς διάφοροι ορισμοί με σκοπό να προσδιορίσουν την έννοια και το περιεχόμενο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εχθρών των καλλιεργειών (Integrated Pest Management, IPM). Σύμφωνα με τους Smith και Reynolds (1966), η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών των καλλιεργειών (IPM), είναι ένα σύστημα αντιμετώπισης εχθρών, στα πλαίσια κάποιων συγκεκριμένων περιβαλλοντικών συνθηκών και της δυναμικής πληθυσμών του εχθρού, το οποίο χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες μεθόδους και τεχνικές κατά τον πλέον εναρμονισμένο τρόπο και επιτυγχάνει τη διατήρηση του επιπέδου του πληθυσμού του εχθρού, κάτω από αυτό που δύναται να προξενήσει οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια.

Οι Flint και van den Bosch (1981) όρισαν την IPM ως μία οικολογικά βασισμένη στρατηγική αντιμετώπισης εχθρών των καλλιεργειών, που στηρίζεται κυρίως σε φυσικούς παράγοντες θνησιμότητας, όπως είναι οι φυσικοί εχθροί και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες και αναζητεί να εφαρμόζει τακτικές (μεθόδους και μέσα) οι οποίες να μη διαταράσσουν, ή να διαταράσσουν κατά το ελάχιστο αυτούς τους παράγοντες. Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς, είναι δυνατή η χρήση εντομοκτόνων στα πλαίσια της IPM μόνο όταν προηγείται συστηματική παρακολούθηση των πληθυσμών των εντόμων εχθρών και διαπιστωθεί ότι η δράση των υπάρχοντων φυσικών παραγόντων θνησιμότητας

δεν επαρκεί για την αντιμετώπιση. Ένα ιδεώδες πρόγραμμα IPM θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν του όλες τις οικολογικά συμβατές ενέργειες (μεθόδους και μέσα) αντιμετώπισης, καθώς επίσης και την περίπτωση στην οποία ουδεμία ενέργεια λαμβάνει χώρα. Σε ένα τέτοιο πρόγραμμα θα πρέπει να εκτιμώνται οι δυνητικές επιδράσεις των διαφόρων μεθόδων, όπως είναι οι καλλιεργητικές πρακτικές, οι βιολογικοί παράγοντες, η επίδραση των κλιματικών συνθηκών και άλλες, για την αντιμετώπιση των διαφόρων εχθρών, με τελικό στόχο την προστασία της γεωργικής παραγωγής και την αποφυγή δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον του αγροοικοσυστήματος, καθώς και στο ευρύτερο περιβάλλον.

Σύμφωνα με το πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας (Anonymous 1999), στα πλαίσια της IPM οι εχθροί και τα έντομα των καλλιεργειών θεωρούνται αναπόσπαστο τμήμα του συστήματος της γεωργικής παραγωγής, το οποίο περιλαμβάνει, όχι μόνο την καλλιέργεια και τους εχθρούς αυτής, αλλά επίσης το φυσικό και βιολογικό περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται η καλλιέργεια. Σε ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα IPM πρέπει να υπάρχει συντονισμός μεταξύ των φυτοπροστατευτικών ενεργειών και των καλλιεργητικών φροντίδων, με σκοπό την επίτευξη οικονομικών και αειφορικών λύσεων στα προβλήματα που δημιουργούνται από τους εχθρούς και τα έντομα. Στην IPM δίδεται έμφαση στην παρακολούθηση των πληθυσμών με σκοπό την επέμβαση κατά την κατάλληλη στιγμή, στην ανάπτυξη προγραμμάτων παρεμπόδισης πρόκλησης προσβολής και στην επιλογή των βέλτιστων διαθέσιμων μεθόδων αντιμετώπισης που βασίζεται στη γνώση της βιολογίας του εκάστοτε εχθρού. Ο βασικός στόχος της IPM είναι η ελαχιστοποίηση των απωλειών της παραγωγής, που οφείλονται είτε στους εχθρούς, είτε στις κλιματικές συνθήκες, χρησιμοποιώντας μεθόδους μέσω των οποίων ελαχιστοποιείται παράλληλα και το κόστος. Από την άλλη, τέσσερα είναι τα κύρια συστατικά της IPM:

- Η αναγνώριση – ταυτοποίηση των εχθρών της καλλιέργειας
- Η παρακολούθηση των επιπέδων των πληθυσμών των εχθρών στον αγρό
- Οι κατευθυντήριες γραμμές για τις ενέργειες αντιμετώπισης
- Οι μέθοδοι αντιμετώπισης με σκοπό την πρόληψη, ή τον έλεγχο των εχθρών

Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση (ΟΑ) των εντόμων – εχθρών των καλλιεργειών βασίζεται λοιπόν, σε όλες τις παραπάνω αρχές. Στα ίδια πλαίσια στηρίζεται και η ΟΑ των εντομολογικών εχθρών της μηλιάς και μεταξύ αυτών και της καρπόκαψας. Ειδικότερα για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας στα πλαίσια της ΟΑ, σημαντικό εργαλείο αποτελούν οι φερομονικές παγίδες, με βάση τις οποίες, ο προγραμματισμός των επεμβάσεων καθίσταται χρονικά βέλτιστος. Παρόμοια χρησιμότητα και σημασία έχουν και τα διάφορα

φαινολογικά μοντέλα για την καρπόκαψα, τα οποία όμως απαιτούν επιπλέον τον κατάλληλο πειραματισμό πριν την εφαρμογή τους σε επιχειρησιακό επίπεδο. Ωστόσο, στα ίδια πλαίσια και με σκοπό την πρόληψη της ζημιάς, προηγούνται οι κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως είναι το αραίωμα των καρπών (Anonymous 1999) και οι ενέργειες με σκοπό τη διατήρηση της σωστής υγιεινής στον οπωρώνα, όπως για παράδειγμα είναι η διαχείριση των εστιών μόλυνση που υπάρχουν στον οπωρώνα.

Στην περίπτωση της εφαρμογής της χημικής μεθόδου αντιμετώπισης της καρπόκαψας, η επιλογή των χημικών μέσων γίνεται με γνώμονα τις αρχές που έχουν αναφερθεί παραπάνω. Συνεπώς, τα συνθετικά εντομοκτόνα που θα χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, στα πλαίσια της ΟΑ, πρέπει να είναι εκλεκτικά και να μην βλάπτουν τα ωφέλιμα αρθρόποδα και το περιβάλλον γενικότερα και τέτοια είναι οι ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων (IGRs). Παράλληλα, μεγάλη σημασία αποκτούν τα τελευταία χρόνια στην ΟΑ και τα μικροβιακά σκευάσματα και συγκεκριμένα, αυτά του ιού CrGV (*Cydia pomonella* Granulosis Virus), τα οποία συνεχώς αναπτύσσονται σε παγκόσμια κλίμακα, και είναι δυνατό με τη χρήση τους να μειωθεί το κόστος φυτοπροστασίας, λόγω των μοναδικών βιολογικών ιδιοτήτων που διαθέτει ο CrGV και της μηδαμινής αρνητικής επίδρασης που έχει στα ωφέλιμα αρθρόποδα (Guillon and Biache 1995). Σύμφωνα με τον Blommers (1994), τα μικροβιακά σκευάσματα, αλλά κυρίως οι IGRs, βοήθησαν στη σημαντική μείωση των πληθυσμών ειδών των Tortricidae, που είχαν εξελιχθεί στο σημαντικότερο εχθρό της μηλιάς στην Ολλανδία.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας στα πλαίσια της ΟΑ κατέχει επίσης, η μέθοδος της διατάραξης της σύζευξης, μέθοδος η οποία δοκιμάστηκε αρχικά στη Β. Αμερική κατά τις δεκαετίες του 1960 και 1970, όμως φάνηκε να μην είναι οικονομικά συμφέρουσα (Whalon and Croft 1984). Ωστόσο, η μέθοδος της διατάραξης της σύζευξης με τα πλεονεκτήματα που διαθέτει, αποτελεί σημαντικό όπλο για την αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας που έχει αναπτύξει η καρπόκαψα σε αρκετά οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, πράγμα που συμβαίνει στην Καλιφόρνια, με αποτέλεσμα να αυξάνεται στην περιοχή αυτή συνεχώς η έκταση στην οποία εφαρμόζεται η μέθοδος αυτή [(H. Riedl 1999) προσωπική επικοινωνία με Way and van Emden (2000)].

Από την άλλη, όσον αφορά στον Ευρωπαϊκό χώρο, η ανθεκτικότητα που έχει αναπτύξει η καρπόκαψα στα εκλεκτικά εντομοκτόνα acyl urea, diflubenzuron και στο πιο πρόσφατο tebufenozide, στη Γαλλία (Sauphanor and Bouvier 1995), έχει οδηγήσει στην επιστροφή στα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, αφήνοντας στο περιθώριο τη μέθοδο της διατάραξης της σύζευξης και τα σκευάσματα του CrGV, ως μη οικονομικά συμφέρουσες

μεθόδους και με ιδιαιτερότητες – προβλήματα κατά την εφαρμογή τους. Υπό αυτές τις συνθήκες υπάρχει ευρύ μέλλον για τα μικροβιακά σκευάσματα και για τους εντομοπαθογόνους νηματώδεις (Cross et al. 1999).

Στο μέλλον, η φυτοπροστασία της μηλιάς θα εντάσσεται όλο και περισσότερο σε ένα γενικότερο σχέδιο εργασίας των συστημάτων γεωργικής παραγωγής, πράγμα που συμβαίνει στη Δυτική Ευρώπη, όπου έμφαση δίνεται πλέον στην ολοκληρωμένη παραγωγή (Integrated Fruit Production, IFP) και στην πιστοποίηση της ποιότητας της παραγωγής, τακτικές οι οποίες έχουν αφομοιωθεί και εφαρμόζονται στο 50 % των φρουτοπαραγωγών περιοχών (Cross et al. 1996).

10. Σκοπός της εργασίας

Το σκοπός της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η αντιμετώπιση της καρπόκαψας *Cydia pomonella* L. στη μηλιά, χρησιμοποιώντας τρία σύγχρονα και ήπια προς το περιβάλλον φυτοπροστατευτικά μέσα, ενώ παράλληλα έγινε η σύγκριση της αποτελεσματικότητας των μέσων αυτών όσον αφορά στη δράση τους εναντίον της καρπόκαψας. Τα τρία αυτά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής: η σκόνη σωματιδίων καολίνη, ή Particle Film (PF) που χρησιμοποιείται στην τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων ή Particle Film Technology (PFT), το εντομοκτόνο fenoxycarb (Insegar) που είναι ένας ρυθμιστής ανάπτυξης με δράση παρόμοια με αυτή της ορμόνης νεότητας των εντόμων και το μικροβιακό σκεύασμα Madex που βασίζεται στον εντομοπαθογόνο ιό CpGV (*Cydia pomonella* Granulosis Virus). Παράλληλα έγινε η παρακολούθηση της πτήσης του ενήλικου πληθυσμού της καρπόκαψας μέσω της χρήσης φερομονικών παγίδων.

Η όλη εργασία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, το οποίο σχετίζεται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ενός από τα παραπάνω φυτοπροστατευτικά μέσα. Συγκεκριμένα, η σκόνη σωματιδίων καολίνη και κατ' επέκταση η τεχνική PFT, είναι μία σύγχρονη και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος, που έχει θετικές επιπτώσεις τόσο εναντίον πολλών εχθρών, όσο και στη φυσιολογία του φυτού και του καρπού, ενώ επιπλέον δοκιμάζεται σε πειραματικό επίπεδο για πρώτη φορά στον ελληνικό χώρο. Το fenoxycarb είναι ένα εκλεκτικό εντομοκτόνο που ενσωματώνεται με επιτυχία στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης και παραγωγής και τέλος το Madex είναι ένα εκλεκτικό μικροβιακό και συγχρόνως βιολογικό σκεύασμα που μόλις πρόσφατα άρχισε να κυκλοφορεί ελεύθερα και στην ελληνική αγορά, ωστόσο πειραματικά δεδομένα εφαρμογής στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν ούτε για το σκεύασμα αυτό.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

Στο παρελθόν και για διάστημα περισσότερο από τέσσερις δεκαετίες, το κύριο μέσο για τη χημική αντιμετώπιση της καρπόκαψας, ήταν τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, καθώς και άλλα με ευρύ φάσμα δράσης (Charmillot and Riedl 2000). Στη συνέχεια ωστόσο, άρχισε να ελαττώνεται η χρήση τέτοιων σκευασμάτων, λόγω της ανθεκτικότητας που είχε αναπτύξει σε μερικές περιπτώσεις η καρπόκαψα, αλλά και γενικότερα λόγω του ότι η χρήση τέτοιων σκευασμάτων δεν προσαρμοζόταν στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης. Μεταξύ των πρώτων εναλλακτικών των οργανοφωσφορικών, εντομοκτόνων για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας ήταν οι ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων (Insect Growth Regulators, IGRs). Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, οι IGRs αντικατέστησαν σταδιακά σε μεγάλο βαθμό τα ευρέως φάσματος νευροτοξικά εντομοκτόνα για τον έλεγχο της καρπόκαψας και ιδιαίτερα στη Δ. Ευρώπη. Το diflubenzuron που ανήκει στην ομάδα των παρεμποδιστών βιοσύνθεσης της χιτίνης, ήταν ένα από τα πρώτα εντομοκτόνα των IGRs που χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας.

Παράλληλα, σημαντικό επίτευγμα και εργαλείο στην παρακολούθηση και κατ' επέκταση στην αντιμετώπιση της καρπόκαψας αποτέλεσε το 1972, η χημική ταυτοποίηση και συνθετική παραγωγή της φερομόνης φύλου που παράγουν τα θηλυκά άτομα της καρπόκαψας (Blomefield and Knight 2000). Από εκείνη τη στιγμή και έπειτα, η συνθετική φερομόνη φύλου χρησιμοποιήθηκε ευρέως στις φερομονικές παγίδες, αλλά και στη μέθοδο της διατάραξης της σύζευξης, η οποία μέχρι και σήμερα τροποποιείται και βελτιώνεται. Συνθετική φερομόνη φύλου χρησιμοποιήθηκε παράλληλα και σε μεθόδους προσέλκυσης – θανάτωσης, με σκοπό την αντιμετώπιση της καρπόκαψας.

Επίσης, για την αντιμετώπιση του ίδιου εντόμου, μεγάλες προοπτικές διαθέτουν οι διάφορες βιολογικές μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί και στηρίζονται, είτε στην εφαρμογή μικροβιακών σκευασμάτων, με σημαντικότερο ίσως αυτό του ιού *Cydia pomonella* Granulosis virus (CpGV), είτε στην ενίσχυση, ή εκτροφή και εξαπόλυση φυσικών εχθρών (π.χ. *Trichogramma* sp.). Ωστόσο, η χρήση και εφαρμογή μικροβιακών σκευασμάτων παραμένει περιορισμένη από τη μία, ενώ από την άλλη η μέθοδος της μαζικής εκτροφής και εξαπόλυσης παρασιτοειδών δεν έχει ακόμα εξελιχθεί σε μία επιχειρησιακά βιώσιμη μέθοδο αντιμετώπισης (Avilla and Gut 2000).

Παρ' όλα αυτά, η καρπόκαψα έχει αντιμετωπισθεί σε ικανοποιητικό βαθμό σε μηλιές αλλά και αγλαδιές με τον ιό *Cydia pomonella* Granulosis virus (CpGV), σε χώρες

της Ευρώπης αλλά και άλλων ηπείρων. Πειραματικά δεδομένα που αφορούν στη χρήση και αποτελεσματικότητα του CrpGV εναντίον της καρπόκαψας, ακολουθούν στη συνέχεια.

Σε πειράματα που έγιναν στην Ελβετία μεταξύ των ετών 1989 – 1997, τέσσερις έως έξι επεμβάσεις με τον ιό CrpGV, ανά καλλιεργητική περίοδο ήταν αρκετές για την επιτυχή αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά και τη διατήρηση της προσβολής σε επίπεδα κάτω του 1 %, στην πλειοψηφία των δοκιμών (Pasquier and Charmillot 1998). Ενδεικτικά, το έτος 1994 με την εφαρμογή του σκευάσματος Madex και χρησιμοποιώντας ως πρόσθετα στο ψεκαστικό υγρό, ζάχαρη και το βοηθητικό – προσκολλητικό σκεύασμα Nu-Film, η ζημιά στους καρπούς από την καρπόκαψα ήταν 0,1 %. Επιπλέον, φάνηκε γενικά, ότι τόσο η ζημιά στους καρπούς όσο και η πυκνότητα του πληθυσμού της καρπόκαψας, διατηρήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα, ακόμα και όταν μειώθηκε στο μισό η συγκέντρωση του CrpGV στο ψεκαστικό διάλυμα, με σκοπό τη μείωση του κόστους αντιμετώπισης.

Πειράματα που έγιναν στη Γαλλία από τους Biache et al. (1998a), έδειξαν ομοίως ότι ήταν επιτυχής η αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά, αλλά και στην αχλαδιά και στην καρυδιά, με τη χρήση του σκευάσματος Carponivirusine R, του ιού CrpGV. Ακόμα, παρατηρήθηκε ότι μετά από τέσσερα έτη, στη διάρκεια των οποίων εφαρμοζόταν το σκεύασμα του ιού CrpGV, μειώθηκαν οι πληθυσμοί των διαχειμαζουσών προνυμφών. Επιπλέον, σε εργαστηριακό επίπεδο έγιναν δοκιμές ελέγχου ανάπτυξης ανθεκτικότητας της καρπόκαψας στον ιό CrpGV. Στις δοκιμές αυτές ελέγχθηκαν οκτώ συνεχόμενες γενιές του εντόμου χωρίς να προκύψει κάποια ένδειξη ανάπτυξης ανθεκτικότητας. Αντίστοιχο έλεγχο ανάπτυξης ανθεκτικότητας πραγματοποίησαν οι Biache et al. (1998c), σε εννιά συνεχόμενες γενιές της καρπόκαψας, ωστόσο και πάλι δεν προέκυψε καμία ένδειξη ανάπτυξης ανθεκτικότητας. Σε άλλες δοκιμές που έγιναν στη Γαλλία (Biache et al. 1996), διαπιστώθηκε ότι η ανθεκτικότητα της καρπόκαψας σε συνθετικά εντομοκτόνα δε σχετίζεται με την πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε σκευάσματα του CrpGV, μια και παρατηρήθηκε ότι οι προνύμφες που προέρχονταν από ανθεκτικούς σε εντομοκτόνα πληθυσμούς της καρπόκαψας, ήταν το ίδιο ευαίσθητες στον CrpGV, όσο και οι προνύμφες που προέρχονταν από ευαίσθητους σε εντομοκτόνα πληθυσμούς.

Σε άλλη περίπτωση, έπειτα από πέντε πειράματα που πραγματοποίησαν οι Pluciennik et al. (1997) κατά τα έτη 1992 – 1995, στην Πολωνία, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για την επιτυχή αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά στην περιοχή αυτή, απαιτούνται δύο έως τέσσερις εφαρμογές του CrpGV, ανάλογα με το επίπεδο του πληθυσμού και την πτήση της καρπόκαψας. Ειδικά στην περίπτωση που είναι πολυπληθής

η δεύτερη γενιά της καρπόκαψας, είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν μέχρι και έξι εφαρμογές του CrGV. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι δύο εφαρμογές του CrGV (σκεύασμα: Carponivirusine), ισοδυναμούν με μία εφαρμογή των συνθετικών εντομοκτόνων phosalone και fenitrothion, ενώ τέσσερις εφαρμογές του CrGV μείωσαν τη ζημιά από την καρπόκαψα σε βαθμό ίδιο με αυτόν από τα παραπάνω εντομοκτόνα.

Σε πειράματα εκτίμησης της αποτελεσματικότητας του CrGV, που έγιναν επίσης στην Πολωνία κατά τα έτη 1981 και 1982, σε τρεις μηλεώνες, φάνηκε ότι μία έως τρεις εφαρμογές του ιού αυτού ανά έτος, μείωσαν σημαντικά τη ζημιά στους καρπούς από την καρπόκαψα και ο έλεγχος κυμάνθηκε στο 77 – 97 % (Anonymous 1988). Επίσης, στις περισσότερες περιπτώσεις των ίδιων πειραμάτων φάνηκε ότι ο έλεγχος που παρείχε το μικροβιακό σκεύασμα, ήταν παρόμοιος με αυτόν που παρείχαν συμβατικά συνθετικά χημικά εντομοκτόνα.

Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Charmillot et al. (1991) λίγο αργότερα για τις συνθήκες της Ελβετίας. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι η θνησιμότητα της καρπόκαψας σε σκευάσματα του CrGV (Madex 3 και Granupom), είναι παρόμοια με αυτήν σε συμβατικά οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα (phosalone και chlorpyrifos-methyl). Σε παρόμοιο συμπέρασμα είχε ήδη καταλήξει λίγο νωρίτερα ο Charmillot (1989), ενώ συγχρόνως πρότείνει ότι η χρήση του ιού CrGV πρέπει να γίνεται μόνο προληπτικά και όχι θεραπευτικά και ότι για την εφαρμογή του για τις συνθήκες της Ελβετίας, πρέπει να γίνονται τρεις ψεκασμοί με μεσοδιαστήματα δύο εβδομάδων.

Αντίστοιχα, ο Jaques (1990) με δοκιμές που έκανε στον Καναδά, πρότείνει για τις τοπικές συνθήκες, τρεις εφαρμογές του CrGV για περιοχές όπου η καρπόκαψα είχε μία γενιά το έτος και πέντε έως επτά εφαρμογές για περιοχές με δύο γενιές του ίδιου εντόμου ανά έτος. Επεμβαίνοντας με επτά εφαρμογές του CrGV, σε περιοχές όπου η καρπόκαψα είχε δύο γενιές ανά έτος, η ζημιά στους καρπούς των μήλων διατηρήθηκε κάτω από το επίπεδο του 4 % (Jaques et al. 1994). Ο Jaques (1990) μελέτησε επίσης, το ρυθμό αδρανοποίησης του ιολογικού σκευάσματος μετά την εφαρμογή του στο φύλλωμα των δένδρων και βρήκε ότι δύο ημέρες μετά την εφαρμογή αδρανοποιείται το 50 % του ιού, ενώ δέκα ημέρες μετά την εφαρμογή αδρανοποιείται το 80 %. Όσον αφορά στα συμπεράσματα παρόμοιων μελετών, οι Charmillot et al. (1991) βρήκαν ότι λίγες μέρες μετά την εφαρμογή αδρανοποιείται το 15 % του ιολογικού σκευάσματος, ενώ 15 ημέρες μετά την εφαρμογή αδρανοποιείται το 50 %.

Οι σύγχρονες τάσεις που ισχύουν και αφορούν στις μεθόδους και τεχνικές που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας σε παγκόσμιο επίπεδο, εξαρτώνται αρχικά από τις μεθόδους και τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που είναι εγκεκριμένα και κυκλοφορούν στην εκάστοτε χώρα (Avilla and Gut 2000). Συγκεκριμένα, τα ευρέως φάσματος εντομοκτόνα (οργανοφωσφορικά, πυρεθροειδή και καρβαμιδικά) κυκλοφορούν ελεύθερα σε όλες τις φρουτοπαραγωγικές περιοχές του Β. ημισφαιρίου και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται ευρέως. Αντίθετα, οι IGRs είναι διαθέσιμοι σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες (μεταξύ αυτών και η Ελλάδα), απαγορεύεται όμως η χρήση τους στις Η.Π.Α. και στον Καναδά.

Μεταξύ των IGRs που είναι διαθέσιμοι σε ευρωπαϊκή κλίμακα το fenoxycarb (Insegar) είναι ένα αρκετά διαδεδομένο μιμητικό της ορμόνης νεότητας των εντόμων και χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας (*Cydia pomonella* L.), καθώς επίσης για την αντιμετώπιση και άλλων εντομολογικών εχθρών της μηλιάς, όπως είναι οι εξής: *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana*, *C. molesta*, *Grapholitha funebrana* (*C. funebrana*) και *G. lobarzewskii* (*C. lobarzewskii*) (Charmillot 1991).

Όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα του fenoxycarb εναντίον της καρπόκαψας, διάφορα πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι είναι ικανοποιητικός ο έλεγχος που προσφέρει το ορμονικό αυτό εντομοκτόνο εναντίον της καρπόκαψας, πέρα του γεγονότος ότι συγχρόνως είναι και φιλικό για το περιβάλλον και για τα ωφέλιμα αρθρόποδα, μια και δεν επηρεάζει τους πληθυσμούς αυτών (Nicholas et al. 1999). Συγκεκριμένα, με πειράματα που πραγματοποίησαν οι Hoehn και Wildbolz (1992) στην Ελβετία, διαπίστωσαν ότι είναι πολύ ικανοποιητικός ο έλεγχος της καρπόκαψας στη μηλιά, από το fenoxycarb (0.2 kg / ha), ακόμα και με μία εφαρμογή ανά καλλιεργητική περίοδο, πράγμα το οποίο βρήκαν ότι ισχύει και για το diflubenzuron, που ανήκει στους CSIs. Επίσης, οι Biyon και Sazonov (1992) σε δοκιμές που πραγματοποίησαν σε δύο περιοχές της Ουκρανίας, παρατήρησαν ότι με μία εφαρμογή του fenoxycarb (0.8 kg / ha), το ποσοστό προσβολής από την καρπόκαψα στους καρπούς των μήλων, δεν ξεπέρασε το 1.8 %, ενώ οι ίδιοι προτείνουν δεύτερη εφαρμογή σε περιπτώσεις κατά τις οποίες, τα επίπεδα του πληθυσμού της καρπόκαψας είναι υψηλά. Αντίστοιχα, οι Chernii et al. (1993), στην ίδια χώρα, διαπίστωσαν ότι με δύο εφαρμογές του fenoxycarb (0.6-0.8 kg / ha), σε περιοχές όπου η καρπόκαψα έχει δύο γενιές το έτος, η ζημιά στους καρπούς των μήλων διατηρήθηκε σε ποσοστό κάτω από 2 %.

Αντίθετα, οι Perić et al. (1996) συγκρίνοντας την αποτελεσματικότητα μεταξύ του fenoxycarb, του triflumuron και του σκευάσματος Carponivirusine του CpGV, για την

αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά, στη Γιουγκοσλαβία, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το fenoxycarb πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για τη μείωση του πληθυσμού της επόμενης γενιάς της καρπόκαψας, μια και προσέφερε χαμηλή προστασία στα πειράματά τους, το έτος 1994 (81,2 %) και το 1995 (80,27 %). Αντίθετα, συμπέραναν ότι το triflumuron μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε επιχειρησιακό επίπεδο, αφού η προστασία που παρείχε με δύο εφαρμογές το 1995, ήταν 99,1 %. Παράλληλα, το σκεύασμα του CrGV μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά, για ειδικούς σκοπούς όμως, διότι η προστασία που παρείχε στα ίδια πειράματα κυμάνθηκε από 80,75 % έως 96,64 %.

Σε πιο πρόσφατα πειράματα, στην Αυστραλία, οι Valentine et al. (1996) έκαναν συγκριτικές δοκιμές μεταξύ των IGRs fenoxycarb και tebufenozide, και του azinphos-methyl και φάνηκε από τους καρπούς των μήλων που συγκομίσθηκαν αλλά και από αυτούς που είχαν πέσει στο έδαφος λόγω του ανέμου, ότι το ποσοστό προσβολής από την καρπόκαψα ήταν μικρότερο από 1 %, στα τεμάχια που εφαρμόστηκαν το fenoxycarb και το tebufenozide. Τα ίδια εντομοκτόνα επιπλέον δεν επηρέασαν τους πληθυσμούς των ωφέλιμων αρθρόποδων στους μηλεώνες στους οποίους εφαρμόστηκαν.

Μία από τις πιο πρόσφατα ανεπτυγμένες τεχνικές που αφορούν στην αντιμετώπιση, μεταξύ άλλων εντομολογικών εχθρών και της καρπόκαψας είναι η «Τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων» (Particle Film Technology, PFT). Συγχρόνως, η ίδια τεχνική, όπως έχει αναφερθεί και στο γενικό μέρος της παρούσας εργασίας, συμβάλει στην αντιμετώπιση διαφόρων ασθeneιών των οπωροφόρων, επηρεάζει θετικά διάφορα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των δένδρων και γενικά είναι φιλική για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Στη συνέχεια ακολουθούν τα μέχρι στιγμής πειραματικά δεδομένα της μεθόδου αυτής που αφορούν στην αντιμετώπιση της καρπόκαψας, αλλά και άλλων εχθρών, καθώς και ασθeneιών.

Οι ερευνητές Glenn και Puterka έχουν πραγματοποιήσει δοκιμές της τεχνικής PFT σε διάστημα μερικών καλλιεργητικών περιόδων, για ευρύ φάσμα εχθρών και ασθeneιών σε μηλιές και αχλαδιές (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>). Η τεχνική ήταν αποτελεσματική για την αντιμετώπιση φυλλορουκτών, θριπών, ακάρεων (*Panonychus ulmi* και *Tetranychus urticae*), εντόμων της οικογένειας Cicadellidae (leafhoppers), αφίδων όπως της *Aphis spiraecola* (spirea aphids), καθώς επίσης και των ασθeneιών Καπνιά και Στιγμάτωση (sooty blotch και flyspeck) της μηλιάς, ασθeneίες οι οποίες εκδηλώνονται στους ώριμους καρπούς. Επίσης, η τεχνική ήταν αποτελεσματική για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, όμως ο έλεγχος αυτής δεν είχε φτάσει σε

οικονομικά επίπεδα. Σύμφωνα με τον Puterka, τα πιο θεαματικά αποτελέσματα με την εφαρμογή σκευασμάτων καολίνη, αφορούν στην αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών της αχλαδιάς, μια και στις πρώτες δοκιμές ήταν πλήρης ο έλεγχος της ψύλλας (*Cacopsylla pyri*) και του ακάρεως *Epirimerus pyri* (Pear rust mite), που είναι τα κύρια εντομολογικά προβλήματα των αχλαδοπαραγωγών.

Σε πειράματα που έγιναν στη Χιλή τα έτη 1997 και 1998, δοκιμάστηκε η τεχνική PFT σε μηλιές, αχλαδιές και ροδακινιές και τα αποτελέσματα ήταν απολύτως ικανοποιητικά. Συγκεκριμένα, σε ένα πείραμα, εφαρμόστηκε η τεχνική PFT σε μερικά τεμάχια ενός εγκαταλελειμμένου οπωρώνα με αχλαδιές, ενώ τα υπόλοιπα παρέμειναν απέκαστα. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου τα τεμάχια που δέχθηκαν την PFT χαρακτηρίστηκαν από τον Glenn σαν «μικρές οάσεις μέσα στην έρημο», μια και υπήρχε ικανοποιητική βλάστηση και ανθοφορία, ενώ η παραγωγή από τον συγκεκριμένο οπωρώνα ήταν η πρώτη που συγκομίσθηκε μετά από επτά έτη. Τα τεμάχια τα οποία παρέμειναν απέκαστα είχαν μηδενική παραγωγή. Στα άλλα πειράματα της ίδιας περιοχής, η παραγωγή στις ροδακινιές που μεταχειρίσθηκαν με την PFT αυξήθηκε κατά 50%, ενώ στις μηλιές διατηρήθηκε η ίδια

(<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Σε πειράματα που έγιναν σε οπωρώνες της Ιταλίας, η εφαρμογή της PFT βελτίωσε το χρώμα των αχλαδιών, όμως δεν αντιμετωπίσθηκαν ικανοποιητικά οι αφίδες της μηλιάς της ροδακινιάς και της αχλαδιάς, ούτε η τρίτη γενιά της καρπόκαψας. Παρ' όλα αυτά, οι δοκιμές στην Ιταλία χαρακτηρίσθηκαν επιτυχείς, ενώ ο έλεγχος μπορεί να γίνει ακόμα πιο αποτελεσματικός με κατάλληλο προγραμματισμό των επεμβάσεων

(<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Άλλα πειράματα που έγιναν στην Ουάσιγκτον, είχαν ως κύριο στόχο τη μελέτη των επιδράσεων της τεχνικής PFT στα επιζήμια αλλά και στα ωφέλιμα αρθρόποδα. Όσον αφορά στην αντιμετώπιση της καρπόκαψας, φάνηκε ότι οι επεμβάσεις, στα πλαίσια της τεχνικής PFT, που έγιναν κατά την περίοδο της ωοθεσίας, ήταν το ίδιο αποτελεσματικές με αυτές οι οποίες έγιναν κατά την περίοδο της εκκόλαψης των αυγών (Beers et al. 2000).

Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, στοχεύοντας στην αντιμετώπιση της καρπόκαψας, είναι δυνατό να εφαρμοσθεί η τεχνική PFT τόσο μόνη της, όσο και σε συνδυασμό με την μέθοδο της διατάραξης της σύζευξης. Στα σχετικά πειράματα που πραγματοποιήθηκαν ο έλεγχος της καρπόκαψας κυμάνθηκε από 50 έως 90 %

(<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/000010/64/0000106481.html>).

Η τεχνική PFT έχει δοκιμασθεί από πολλούς παραγωγούς σε αρκετές περιοχές των Η.Π.Α. και τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών ήταν ικανοποιητικά, τόσο στις συμβατικές όσο και στις οργανικές καλλιέργειες. Η χρήση σκευασμάτων καολίνη είναι εγκεκριμένη στην Οργανική Γεωργία στις πολιτείες Βιρτζίνια, Ουάσιγκτον και Μέριλαντ των Η.Π.Α.. Σχετικά με την αντιμετώπιση ασθενειών, αναφέρεται χαρακτηριστικά από παραγωγούς οργανικών μήλων, ότι με την εφαρμογή της μεθόδου PFT είναι πλήρης ο έλεγχος του βακτηριακού καψίματος (*Erwinia amylovora*), ενώ με τη χρήση στρεπτομυκίνης υπάρχουν πάντα κάποια ποσοστά προσβολής (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Σε οκτώ δοκιμές που έγιναν σε διάφορες περιοχές της Αμερικής κατά τα έτη 1997 και 1998, φάνηκε ότι εφαρμογή της τεχνικής PFT σε δένδρα μηλιάς, επιδρά θετικά στη φυσιολογία των φύλλων, την ποιότητα των καρπών και την απόδοση των δένδρων (Glenn et al. 2001). Συγκεκριμένα, εφαρμόζοντας την τεχνική PFT αυξήθηκε η αφομοίωση του άνθρακα από τα φύλλα και μειώθηκε η θερμοκρασία της κόμης των δένδρων, σε επτά από τις έξι δοκιμές. Επίσης, στην ίδια αναλογία δοκιμών αυξήθηκε η απόδοση ή / και το βάρος των καρπών. Επιπλέον, σε δύο μόνο από τις δοκιμές δε μεταβλήθηκε ο χρωματισμός των καρπών, ενώ στις υπόλοιπες εμφανίστηκε βελτιωμένος. Στις δοκιμές αυτές χρησιμοποιήθηκε το υδρόφοβο σκεύασμα καολίνη M96-018, το οποίο όμως δεν εφαρμόστηκε ως σκόνη επίπασης αλλά ψεκάστηκε ως υδατικό διάλυμα, αφού πρώτα αναμίχθηκε με μεθανόλη (για να γίνει υδρόφιλο) και έπειτα με νερό.

Το έτος 1998 έγιναν αντίστοιχα πειράματα σε μηλιές και αχλαδιές σε έξι διαφορετικές φρουτοπαραγωγικές περιοχές της Ουάσιγκτον. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι καρποί είχαν μεγαλύτερο μέγεθος και καλύτερο χρώμα, η φωτοσύνθεση στα φύλλα ήταν αυξημένη, ενώ η θερμοκρασία στην κόμη των δένδρων ήταν χαμηλότερη (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>).

Στην παρούσα εργασία μελετάται η αντιμετώπιση της καρπόκαψας στη μηλιά με τη χρήση των τριών φυτοπροστατευτικών μέσων, τα πειραματικά δεδομένα της χρήσης των οποίων αναπτύχθηκαν παραπάνω. Χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή, το μικροβιακό σκεύασμα Madex που βασίζεται στον εντομοπαθογόνο ιό CpGV (*Cydia pomonella* Granulosis Virus), το ορμονικό εντομοκτόνο fenoxycarb (Insegar 25 WP) και το σκεύασμα της σκόνης σωματιδίων καολίνη, ή Particle Film (PF), που χρησιμοποιείται στην τεχνική της κάλυψης με μεμβράνη σωματιδίων ή Particle Film Technology (PFT).

2. Υλικά και μέθοδοι

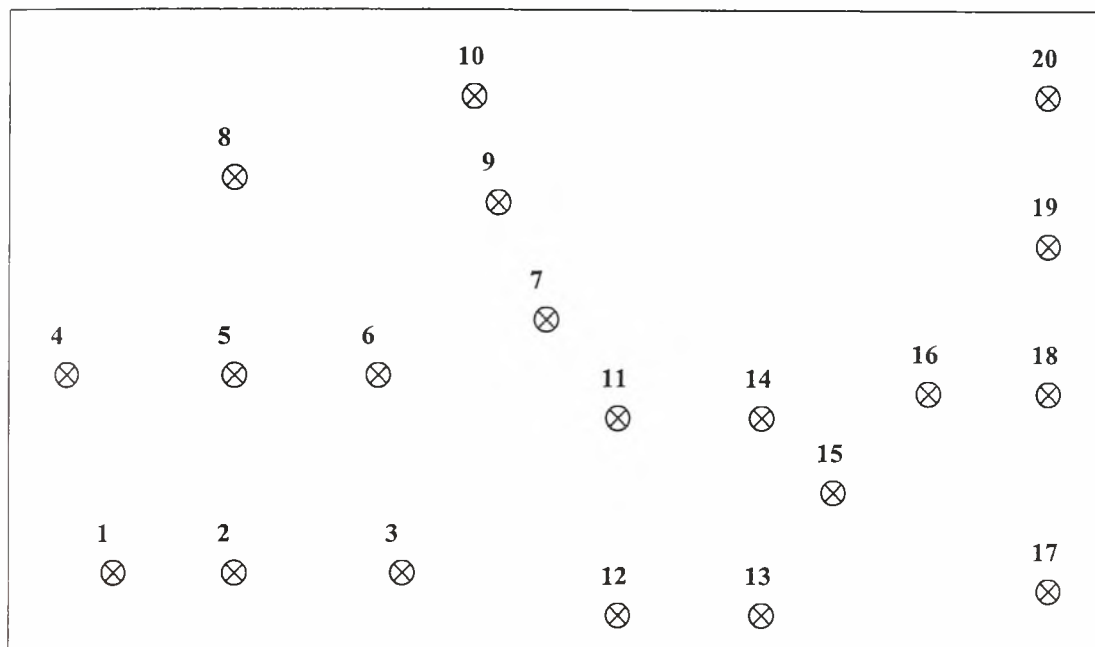
Το πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας ξεκίνησε στις 12/4/2000, οπότε και επιλέχθηκε ο πειραματικός αγρός. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πειράματος, ο πειραματικός αγρός (οπωρώνας) έπρεπε να αποτελείται τουλάχιστο από 20 δένδρα μηλιάς, μέτριου μεγέθους, τα οποία να είναι όσο το δυνατό ομοιόμορφα και να μην εφάπτονται μεταξύ τους, έτσι ώστε να εφαρμοσθεί με ευκολία και ακρίβεια η εκάστοτε μεταχείριση σε κάθε δένδρο. Επίσης, καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου που πραγματοποιήθηκε το πείραμα, δε θα έπρεπε να εφαρμοσθεί στα δένδρα αυτά κανένα άλλο φυτοπροστατευτικό μέσο που να επηρεάζει τον πληθυσμό της καρπόκαψας, εκτός από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα.

Ο πειραματικός αγρός που επιλέχθηκε βρίσκεται στο 1^ο χιλιόμετρο της επαρχιακής οδού Ζαγοράς – Χορευτού, στο Πήλιο του νομού Μαγνησίας και σε υψόμετρο 400 m περίπου. Στην ευρύτερη περιοχή το κλίμα χαρακτηρίζεται ως ημιορεινό με θαλάσσια επίδραση. Επικρατούν χειμώνες με υψηλή βροχόπτωση και χιόνι αλλά ήπιες θερμοκρασίες. Τους καλοκαιρινούς μήνες επικρατεί υψηλή υγρασία και μέτριες θερμοκρασίες. Οι άνεμοι είναι βορειοανατολικοί και νοτιοανατολικοί ισχυροί με αποτέλεσμα ορισμένες φορές την πρόωρη συγκομιδή. Το ύψος βροχής κυμαίνεται από 800-1500 mm χωρίς όμως να κατανέμεται ομοιόμορφα κατά τη διάρκεια της χρονιάς. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις σημειώνονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα ενώ το καλοκαίρι είναι ξηρό με αποτέλεσμα να απαιτούνται αρδεύσεις.

Ο πειραματικός αγρός που επιλέχθηκε αποτελείτο από 32 δένδρα μηλιάς. Λόγω της υψηλής παραλλακτικότητας μεταξύ αυτών, επιλέχθηκαν 20 δένδρα για τις ανάγκες του πειράματος. Τα 20 αυτά δένδρα ήταν μετρίου μεγέθους και σχετικά ομοιόμορφα. Η ηλικία τους ήταν 10 ετών περίπου, ενώ δεν έρχονταν σε επαφή οι κόμεις των δένδρων μεταξύ τους. Η πλειοψηφία των δένδρων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν της ποικιλίας Starkrimson σε υποκείμενο MM106. Παρακάτω, φαίνεται ένα απλό σχέδιο του πειραματικού αγρού με σημειωμένα και αριθμημένα μόνο τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα (Σχήμα 1).

Το πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας, σε γενικές γραμμές χωρίζεται σε τρία σκέλη, τα οποία είναι: η παρακολούθηση της πτήσης των ενηλίκων αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας, η εφαρμογή των εκάστοτε φυτοπροστατευτικών μέσων και η εκτίμηση της προσβολής που υπέστησαν οι καρποί των μήλων από τη δράση της καρπόκαψας. Με μετεωρολογικά στοιχεία που αποκτήθηκαν στη συνέχεια έγινε

παράλληλα και η άθροιση των απαιτούμενων ημεροβαθμών με σκοπό την αξιολόγηση τριών διαφορετικών μοντέλων ανάπτυξης της καρπόκαψας.



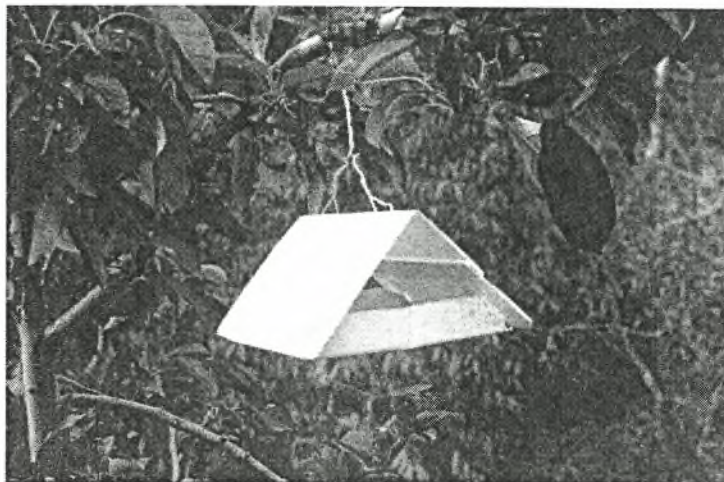
Σχήμα 1 Σχέδιο πειραματικού αγρού μηλεώνα στη Ζαγορά Πηλίου

2.1. Παρακολούθηση ενηλίκου πληθυσμού (αρσενικών)

Η παρακολούθηση του ενηλίκου πληθυσμού έγινε μέσω της παρακολούθησης της πτήσης των ενηλίκων αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας, με τη βοήθεια φερομονικών παγίδων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν δύο τριγωνικές (ή δελτοειδείς) φερομονικές παγίδες, οι οποίες τοποθετήθηκαν σε δύο δένδρα του οπωρώνα και ονομάστηκαν K1 και K2 αντίστοιχα. Τα δένδρα στα οποία τοποθετήθηκαν οι φερομονικές παγίδες ήταν τα δένδρα N^ο 5 και N^ο 16, όπως φαίνονται στο παραπάνω σχέδιο (Σχήμα 1). Η τοποθέτηση των παγίδων έγινε στις 18/4/2000. Χρησιμοποιήθηκε φερομόνη φύλου η οποία προσελκύει τα αρσενικά άτομα της καρπόκαψας. Τόσο οι παγίδες όσο και οι φερομόνες προμηθεύθηκαν από το Γεωργικό Συνεταιρισμό Ζαγοράς. Στην Εικόνα 7 φαίνεται μία από τις φερομονικές παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

Στον πυθμένα της φερομονικής παγίδας τοποθετούνταν ιδίου μεγέθους κολλητική επιφάνεια από χαρτόνι (καλυμμένο με κόλλα) και στο κέντρο της επιφάνειας αυτής γινόταν η τοποθέτηση του εξαμιστήρα της φερομόνης. Η αντικατάσταση του εξαμιστήρα της φερομόνης με καινούριο, γινόταν κάθε μήνα, ενώ η αντικατάσταση της κολλητικής επιφάνειας γινόταν σε πιο αραιά διαστήματα και όταν αυτό κρινόταν

απαραίτητο. Για παράδειγμα, αντικατάσταση της κολλητικής επιφάνειας γινόταν κάθε φορά που αυτή έχανε την αποτελεσματικότητά της λόγω της σκόνης που συσσωρευόταν πάνω της.



Εικόνα 7 Φερομονική παγίδα για τη σύλληψη των αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας

Η λήψη των παρατηρήσεων από τις φερομονικές παγίδες γινόταν δύο φορές την εβδομάδα. Τα ενήλικα άτομα που συλλαμβάνονταν σε αυτές καταμετρούνταν, συλλέγονταν και απομακρύνονταν. Για τη γραφική απεικόνιση της πτήσης του ενηλίκου πληθυσμού, η οποία ακολουθεί στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων, οι συλλεγόμενες παρατηρήσεις μετατρέπονταν σε «Μέσο αριθμό ατόμων / παγίδα / εβδομάδα». Η λήψη των παρατηρήσεων συνεχίστηκε μέχρι και τις 5/10/2000, οπότε πλέον είχαν μηδενισθεί και οι συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες.

2.2. Τοποθέτηση λουριδών νύμφωσης

Εκτός από τον ενήλικο πληθυσμό, έγινε παράλληλα προσπάθεια εκτίμησης του επιπέδου του προνυμφικού πληθυσμού της τελευταίας (διαχειμάζουσας) γενιάς της καρπόκαψας. Για το σκοπό αυτό, ακολουθήθηκε η μέθοδος της κάλυψης των κορμών των δένδρων με λουρίδες νύμφωσης. Χρησιμοποιήθηκαν λουρίδες από κυματοειδές χαρτόνι περιτυλίγματος με οπές. Οι λουρίδες αυτές είχαν πλάτος 30 cm και μήκος τέτοιο ώστε να καλύπτει όλη την περίμετρο του κορμού του δένδρου. Η τοποθέτηση κάθε λουρίδας νύμφωσης έγινε στο άνω μισό του κορμού κάθε δένδρου και η στερέωσή της γύρω από αυτόν έγινε με δύο κομμάτια σύρμα έτσι ώστε να εφάπτεται καλά (Εικ. 8).

Η τοποθέτηση των λουριδών νύμφωσης έγινε στις 19/7/2000 και εφαρμόστηκε σε όλα τα δένδρα του πειράματος. Παρόμοιες λουρίδες τοποθετήθηκαν και σε ορισμένα άλλα

δένδρα μηλιάς εκτός των πειραματικών στον ίδιο οπωρώνα, αλλά και σε δένδρα εγκαταλελειμμένου οπωρώνα. Ο έλεγχος των λουριδών νύμφωσης για την εκτίμηση του επιπέδου του προνυμφικού πληθυσμού της διαχειμάζουσας γενιάς, έγινε στις 23-10-2000. Προηγήθηκαν και δύο ακόμα έλεγχοι πριν τη συγκομιδή των μήλων, από τους οποίους ο 1^{ος} στις 23/8/2000, ο 2^{ος} στις 6/9/2000. Σημειώνεται ότι η συγκομιδή των μήλων έγινε στις 13/9/2000, δηλαδή λίγο μετά τον 2^ο έλεγχο των λουριδών.



Εικόνα 8 Λουρίδα νύμφωσης τοποθετημένη στον κορμό του δένδρου

2.3. Άθροιση ημεροβαθμών – Μοντέλα ανάπτυξης καρπόκαψας

Μετά την ολοκλήρωση της καλλιεργητικής περιόδου και διαθέτοντας πλέον τα δεδομένα που αφορούν στην πτήση των ενηλικών αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας (συλλήψεις φερομονικών παγίδων), καθώς επίσης και τα απαραίτητα μετεωρολογικά στοιχεία της περιοχής, έγινε η μελέτη τριών διαφορετικών μοντέλων ανάπτυξης της καρπόκαψας, έτσι ώστε να αξιολογηθούν και να βρεθεί πιο από αυτά ανταποκρίνεται περισσότερο στις συνθήκες της περιοχής, όπου διεξήχθη το πειραματικό μέρος της εργασίας. Τα μετεωρολογικά στοιχεία παρασχέθηκαν από το Γεωργικό Συνεταιρισμό Ζαγοράς και προήλθαν από το Τμήμα Αγρομετεωρολογίας του Υπουργείου Γεωργίας. Ο αντίστοιχος μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται σε υψόμετρο 300 m περίπου. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν, έχουν αναπτυχθεί στην Καλιφόρνια, όπου οι κλιματικές συνθήκες δεν διαφέρουν σημαντικά από αυτές του Ελληνικού χώρου. Κάθε ένα από αυτά τα μοντέλα προβλέπει διαφορετικό αριθμό απαιτούμενων ημεροβαθμών για την ολοκλήρωση

κάθε σταδίου ανάπτυξης, ή κάθε γενιάς του εντόμου. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους Πίνακες 3, 4 και 5.

Πίνακας 3 Μοντέλο ανάπτυξης καρπόκαπας 1 (Anonymous 1999)

Όρια ανάπτυξης: Κατώτερο: 10 °C Ανώτερο: 31 °C

Στάδιο εντόμου	Μέσος αριθμός Απαιτούμενων ημεροβαθμών
Έξοδος τελείου έως έναρξη ωοτοκίας	14
Επώαση αυγών	70
Ανάπτυξη προνύμφης	244
Ανάπτυξη νύμφης	222
Σύνολο ημεροβαθμών	550

Πίνακας 4 Μοντέλο ανάπτυξης καρπόκαπας 2 (Pickel et al. 1986)

Όρια ανάπτυξης: Κατώτερο: 11,1 °C Ανώτερο: 34,4 °C

Στάδιο εντόμου	Μέσος αριθμός Απαιτούμενων ημεροβαθμών
Έξοδος τελείου έως εκκόλαψη αυγών	88,9
Ανάπτυξη προνύμφης	263,9
Ανάπτυξη νύμφης	222,2
Σύνολο ημεροβαθμών	575

Πίνακας 5 Μοντέλο ανάπτυξης καρπόκαπας 3 (Pitcairn et al. 1992)

Όρια ανάπτυξης: Κατώτερο: 10 °C Ανώτερο: 31,1 °C

Γενιά εντόμου	Μέσος αριθμός Απαιτούμενων ημεροβαθμών
Πρώτη γενιά	588
Δεύτερη γενιά	657
Τρίτη γενιά	657
Μέσος όρος	619

Για την άθροιση των ημεροβαθμών ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία ακολουθεί στη συνέχεια. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν οι μέγιστες και ελάχιστες ημερήσιες θερμοκρασίες για τη χρονική περίοδο από 25/2/2000 έως και 30/9/2000 και με βάση αυτές προέκυψαν οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες για το ίδιο χρονικό διάστημα. Με βάση τις θερμοκρασίες αυτές και αφαιρώντας για το εκάστοτε μοντέλο ανάπτυξης το κατώτερο θερμικό όριο ανάπτυξης, ακολούθησε η άθροιση των ημεροβαθμών. Στην περίπτωση που η μέση ημερήσια θερμοκρασία ξεπερνούσε το ανώτερο θερμικό όριο ανάπτυξης, τότε οι ημεροβαθμοί για τη συγκεκριμένη ημέρα μηδενίζονταν. Με τις πρώτες συλλήψεις των αρσενικών της διαχειμάζουσας γενιάς στις φερομονικές παγίδες, οι οποίες σημειώθηκαν στις 24/4/2000, ξεκίνησε η άθροιση των ημεροβαθμών, με σκοπό την πρόβλεψη της ημερομηνίας εξόδου των ενηλίκων ατόμων των επομένων γενεών, πράγμα που συνέβαινε με τη συμπλήρωση των απαιτούμενων ημεροβαθμών του εκάστοτε μοντέλου.

2.4. Εφαρμογή φυτοπροστατευτικών μέσων

Για το σκοπό της εφαρμογής των φυτοπροστατευτικών μέσων που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας, προηγήθηκε ο κατάλληλος πειραματικός σχεδιασμός. Αρχικά, έγινε η αρίθμηση των δένδρων (Σχήμα 1). Έπειτα, με βάση την αρίθμηση αυτή έγινε η απαραίτητη τυχαιοποίηση για την κατανομή των μεταχειρίσεων του παράγοντα που θα εφαρμόζονταν στη συνέχεια. Η τυχαιοποίηση έγινε ακολουθώντας τη διαδικασία της κλήρωσης, σύμφωνα με την οποία από τα 20 αριθμημένα δένδρα κληρώθηκαν πέντε δένδρα για κάθε μία από τις τέσσερις μεταχειρίσεις.

Παράγοντας του πειράματος ήταν το φυτοπροστατευτικό μέσο για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας. Τα επίπεδα του παράγοντα αυτού (μεταχειρίσεις) ήταν τέσσερα και ήταν τα ακόλουθα:

- Μάρτυρας
- Particle film (PF)
- fenoxycarb (Insegar) και
- Ιός CpGV (*Cydia pomonella* Granulosis Virus) (Madex)

Για κάθε επίπεδο του παράγοντα εφαρμόστηκαν πέντε επαναλήψεις (δηλαδή: 5 επαναλήψεις (=δένδρα) * 4 μεταχειρίσεις = 20 δένδρα). Σε κάθε πειραματική μονάδα (δένδρο) εφαρμόστηκε κάθε φορά μόνο ένα από τα τέσσερα επίπεδα του παράγοντα και όχι δύο ή περισσότερα μαζί σε συνδυασμό. Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας όπου

φαίνεται ο τρόπος που κατανεμήθηκαν οι μεταχειρίσεις στα 20 δένδρα μετά την τυχαιοποίηση (Πίνακας 6).

Πίνακας 6 Κατανομή των μεταχειρίσεων στα δένδρα του μηλεώνα

Μεταχείριση	Δένδρα (από Σχήμα 1)				
	5	7	10	13	20
Μάρτυρας	5	7	10	13	20
Particle film (PF)	3	4	8	9	15
fenoxy carb (Insegar)	1	2	11	17	19
Ιός CpGV (Madex)	6	12	14	16	18

Τα δένδρα που αποτέλεσαν τον μάρτυρα δεν δέχθηκαν καμία από τις υπόλοιπες τρεις μεταχειρίσεις, καθώς επίσης και κανένα άλλο φυτοπροστατευτικό μέσο το οποίο θα επηρέαζε τον πληθυσμό της καρπόκαψας. Το τελευταίο ίσχυε και για τα υπόλοιπα 15 δένδρα. Στα δένδρα αυτά εφαρμόσθηκε ψεκασμός με το αντίστοιχο φυτοπροστατευτικό μέσο, όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα. Ο ψεκασμός σε όλες τις περιπτώσεις έγινε με επινώτιο (φορητό) ψεκαστήρα, χωρητικότητας 18 lt σε ψεκαστικό υγρό. Για κάθε ψεκασμό και για κάθε δένδρο απαιτείτο ψεκαστικό υγρό όγκου 3 lt. Συνεπώς, για την εφαρμογή κάθε μίας μεταχείρισης παρασκευαζόταν ψεκαστικό διάλυμα όγκου 15 lt (= 3 lt / δένδρο * 5 δένδρα), το οποίο ψεκαζόταν ομοιόμορφα στα πέντε δένδρα της εκάστοτε μεταχείρισης. Ο ψεκασμός σε όλες τις περιπτώσεις γινόταν με ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε, να μην μετακινηθεί ψεκαστικό υγρό από το δένδρο που ψεκαζόταν, προς άλλα δένδρα που θα δέχονταν άλλη μεταχείριση. Καθ' όλη την διαδικασία της εφαρμογής των φυτοπροστατευτικών μέσων, είχαν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης, ενώ συγχρόνως, πριν από την εφαρμογή κάθε μεταχείρισης, ο ψεκαστήρας πλενόταν σχολαστικά.

Το φυτοπροστατευτικό μέσο «Μεμβράνη Σωματιδίων Καολίνη», ή Particle Film (PF), που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα, προμηθεύτηκε από τον εντομολόγο - ερευνητή Dr. Gary J. Puterka της Υπηρεσίας Γεωργικής Έρευνας του Kearneysville (Δ. Βιρτζίνια, Η.Π.Α.). Το υλικό αυτό έχει τη μορφή λευκής υδρόφιλης σκόνης η οποία διαλύεται κατευθείαν στο νερό. Η αναλογία του υλικού PF προς το νερό για την παρασκευή του ψεκαστικού υγρού είναι 23 Kg σκόνης PF προς 380 lt νερό (Puterka, προσωπική επικοινωνία με Ι. Τσιτσιπή). Συνεπώς, για την εκάστοτε εφαρμογή της μεταχείρισης με PF, δηλαδή για την παρασκευή 15 lt ψεκαστικού υγρού από το υλικό PF, προστίθονταν 900 gr από το υλικό αυτό σε 15 lt νερό. Μετά την προσθήκη ακολουθούσε απαραίτητα

σχολαστική ανάδευση του υδατικού εναιωρήματος που προέκυπτε, έτσι ώστε αυτό να παραμείνει ομοιογενές. Έπειτα, το εναιώρημα αυτό ψεκαζόταν σε όλη την κόμη του κάθε δένδρου. Τη μεταχείριση αυτή δέχθηκαν τα δένδρα με αριθμό 3, 4, 8, 9, 15 (Σχήμα 1). Μετά την εφαρμογή (ψεκασμό) του PF στα δένδρα και αφού εξατμιζόταν το νερό και έμενε μόνο η στερεά φάση του σκευάσματος στη φυτική επιφάνεια (δηλαδή η σκόνη PF), τα δένδρα αποκτούσαν την όψη που φαίνεται στις Εικόνες 9 και 10.



Εικόνα 9 Όψη δένδρου μετά την εφαρμογή του PF



Εικόνα 10 Όψη φύλλων και καρπών μετά την εφαρμογή του PF

Όσον αφορά στο χρόνο εφαρμογής του PF, προτάθηκε η εφαρμογή 5 – 6 εβδομαδιαίων ψεκασμών, για την αντιμετώπιση συγκεκριμένου εχθρού σε συγκεκριμένη εποχή (Puterka, προσωπική επικοινωνία με Ι. Τσιτσιπή). Στα πλαίσια αντιμετώπισης της καρπόκαψας του παρόντος πειράματος και για περίοδο έξι συνεχόμενων εβδομάδων έγιναν πέντε εφαρμογές του PF, με πρώτη στις 29/6/2000 και τελευταία στις 2/8/2000, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7 Εφαρμογή του φυτοπροστατευτικού μέσου PF σε μηλεώνα στη Ζαγορά

Εφαρμογή	1 ^η	2 ^η	3 ^η	-	4 ^η	5 ^η
PF	29/6/2000	5/7/2000	13/7/2000	-	26/7/2000	2/8/2000
Εβδομάδα	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η

Η ημερομηνία της πρώτης εφαρμογής του PF (29/6/2000) καθορίστηκε με βάση την πτήση των ενηλίκων αρσενικών της καρπόκαψας και πραγματοποιήθηκε όταν οι συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες έδειξαν να αποκτούν αύξουσα πορεία. Με τον ίδιο τρόπο καθορίστηκε η ημερομηνία πρώτης εφαρμογής και για τα άλλα δύο φυτοπροστατευτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα (Insegar και Madex). Την 4^η εβδομάδα η εφαρμογή του PF δεν πραγματοποιήθηκε λόγω της έλλειψης βροχόπτωσης που μεσολάβησε από την 1^η εφαρμογή (29/6/2000), με αποτέλεσμα να συσσωρευτεί σχετικά μεγάλη ποσότητα υλικού PF στις κόμεις των δένδρων.

Τα δένδρα με αριθμό 1, 2, 11, 17 και 19 (Σχήμα 1) δέχθηκαν τη μεταχείριση με το σκεύασμα Insegar 25 WP (fenoxycarb 25% WP). Για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας με το Insegar η αναλογία στο ψεκαστικό διάλυμα που προτείνεται από τις οδηγίες χρήσεως είναι: 40 gr σκευάσματος ανά 100 lt νερό. Συνεπώς για την παρασκευή 15 lt ψεκαστικού υγρού, διαλύθηκαν 6 gr από το σκεύασμα Insegar 25 WP σε 15 lt νερό. Πραγματοποιήθηκε ένας ψεκασμός με Insegar, στις 29/6/2000, όταν δηλαδή άρχισαν να αυξάνονται οι συλλήψεις των ενηλίκων αρσενικών της πρώτης γενιάς στις φερομονικές παγίδες. Δεν πραγματοποιήθηκε επαναληπτικός ψεκασμός με Insegar, λόγω των χαμηλών γενικά επιπέδων στα οποία κυμάνθηκε ο πληθυσμός της καρπόκαψας κατά την καλλιεργητική περίοδο διεξαγωγής του πειράματος, στη συγκεκριμένη περιοχή.

Τέλος, στα δένδρα με αριθμό 6, 12, 14, 16 και 18 (Σχήμα 1) εφαρμόστηκε η μεταχείριση με το ιολογικό μικροβιακό σκεύασμα Madex που βασίζεται στον ιό CpGV (*Cydia pomonella* Granulosis Virus) το οποίο προμηθεύθηκε από τη Χελλαφάρμ ΑΕ, και χρησιμοποιήθηκε μόνο για το συγκεκριμένο πειραματικό σκοπό. Το σκεύασμα αυτό είναι υπό υγρή μορφή και για την παρασκευή του ψεκαστικού διαλύματος η αναλογία είναι: 1 ml σκευάσματος ανά 10 lt νερό. Επίσης, στο ψεκαστικό υγρό προστέθηκε το προσκολλητικό σκεύασμα Nu Film "P", το οποίο είναι πυκνό γαλακτωματοποιήσιμο οργανικό σκεύασμα και βοηθά στην καλύτερη διαβροχή και συγκράτηση του ψεκαζόμενου υγρού στις φυτικές επιφάνειες. Η αναλογία για το Nu Film "P" είναι: 10 ml ανά 10 lt νερό. Συγχρόνως, στο ίδιο ψεκαστικό υγρό προστέθηκε και κρυσταλλική ζάχαρη. Η προσθήκη του σκευάσματος Nu Film "P" και της ζάχαρης, αυξάνουν την υπολειμματική διάρκεια δράσης των σκευασμάτων του CpGV (Charmillot et al. 1998). Για την προσθήκη της ζάχαρης η αναλογία ήταν 50 gr ανά 10 lt νερό. Συνεπώς, για την παρασκευή 15 lt ψεκαστικού υγρού, διαλύθηκαν: 1,5 ml του σκευάσματος Madex, 15 ml του σκευάσματος Nu Film "P" και 75 gr κρυσταλλική ζάχαρη σε 15 lt νερό.

Σύμφωνα με το πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας, η ηλιακή ακτινοβολία αδρανοποιεί ταχέως τη δράση των μικροβιακών σκευασμάτων, όπως είναι το Madex. Για το λόγο αυτό απαιτούνται επεμβάσεις με διαστήματα 5 – 7 ημερών κατά τη περίοδο εκκόλαψης των αυγών, ενώ αυτές γίνονται συχνότερες όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες. Όταν επικρατεί δροσιά και νεφοκάλυψη, υπάρχει η δυνατότητα τα διαστήματα μεταξύ των επεμβάσεων να είναι μεγαλύτερα (Anonymous 1999). Στην προκειμένη περίπτωση, πραγματοποιήθηκαν έξι εβδομαδιαίες επεμβάσεις με το παραπάνω φυτοπροστατευτικό μέσο, με την 1^η στις 29/6/2000 και την τελευταία στις 2/8/2000, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8 Εφαρμογή του φυτοπροστατευτικού σκεύασματος Madex σε μηλεώνα στη Ζαγορά

Εφαρμογή	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η
Madex	29/6/2000	5/7/2000	13/7/2000	19/7/2000	26/7/2000	2/8/2000
Εβδομάδα	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η

2.5. Εκτίμηση προσβολής

Η εκτίμηση του επιπέδου της προσβολής των καρπών των μήλων από την καρπόκαψα έγινε κατά την συγκομιδή των μήλων. Η συγκομιδή των μήλων έγινε στις 13/9/2000. Όπως προαναφέρθηκε, τα δένδρα που αποτέλεσαν τις πειραματικές μονάδες ήταν μικρής ηλικίας και μέτριου μεγέθους. Έτσι, για την εκτίμηση του επιπέδου προσβολής έγινε έλεγχος όλης της παραγωγής. Δηλαδή δεν έγινε δειγματοληπτικός έλεγχος, αλλά ελέγχθησαν όλοι οι καρποί.

Συγκεκριμένα, για κάθε δένδρο καταμετρήθηκε και καταγράφηκε ο αριθμός των προσβεβλημένων καρπών και στη συνέχεια εξήχθη το ποσοστό προσβολής κάθε δένδρου, έχοντας ως δεδομένη την ποσότητα (βάρος) της παραγωγής κάθε δένδρου και θεωρώντας ότι το μέσο βάρος ανά καρπό είναι 160 g. Λόγω του μικρού αριθμού των προσβεβλημένων καρπών ανά δένδρο τα επίπεδα προσβολής εκφράστηκαν σε ποσοστό επί τοις χιλίοις (%). Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές του συνολικού αριθμού των καρπών που ελέγχθηκαν και αντίστοιχα, του συνολικού αριθμού των προσβεβλημένων καρπών, για κάθε μεταχείριση και εφαρμόζοντας τον έλεγχο χ^2 , μέσω του στατιστικού πακέτου Statistica, έγινε η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, με σκοπό να εντοπισθούν οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Εκτός από τον έλεγχο για προσβολή από την καρπόκαψα, έγινε παράλληλα και έλεγχος των καρπών για την πιθανή ύπαρξη άλλων προσβολών, οποιασδήποτε φύσεως.

2.6. Μέτρηση φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων και ποιότητας των καρπών σε δένδρα που εφαρμόστηκε η τεχνική PFT

Από απόψεως φυσιολογίας φυτού, έγινε ο υπολογισμός της ξηράς ουσίας και της χλωροφύλλης σε φύλλα που ελήφθησαν από δένδρα τα οποία δέχθηκαν τη μεταχείριση με το υλικό Particle Film (PF) και από δένδρα του μάρτυρα, με σκοπό να διαπιστωθεί αν και κατά πόσο επηρεάζονται οι παράμετροι αυτές από την ύπαρξη του υλικού PF, το οποίο έχει ψεκαστεί στην φυλλική επιφάνεια του δένδρου.

Για το σκοπό αυτό, έγιναν αρχικά δύο δειγματοληψίες φύλλων. Σε κάθε μία από αυτές, ελήφθησαν δώδεκα δείγματα φύλλων, από τα οποία τα έξι προέρχονταν από τρία δένδρα που ψεκάστηκαν με το PF (δένδρα: 3, 9, και 15, Σχήμα 1) και τα υπόλοιπα έξι από τρία δένδρα του μάρτυρα (δένδρα: 5, 10, και 13, Σχήμα 1). Από κάθε δένδρο δηλαδή ελήφθησαν δύο δείγματα φύλλων. Το κάθε ένα από αυτά τα δύο δείγματα αποτελείτο από έξι φύλλα τα οποία ελήφθησαν τυχαία από ετήσιους βλαστούς και το άλλο δείγμα, από έξι φύλλα επίσης, τα οποία ελήφθησαν τυχαία από μη καρποφόρες αιχμές του δένδρου.

Η πρώτη δειγματοληψία έγινε στις 9-8-2000 και η δεύτερη δειγματοληψία στις 23-8-2000, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία. Τα δείγματα των φύλλων τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και διατηρήθηκαν σε ψυγείο (5 °C) μέχρι να ακολουθήσει η εργαστηριακή επεξεργασία τους, η οποία έγινε την επόμενη ημέρα της εκάστοτε δειγματοληψίας (δηλαδή στις 10-8-2000 και στις 24-8-2000 αντίστοιχα) και πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Τμήματος Γεωπονίας, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Πεδίο του Άρεως, υπεύθυνος του οποίου είναι ο επίκουρος Καθηγητής Γ. Νάνος. Στο ίδιο εργαστήριο έγιναν και οι μετρήσεις ποιότητας των καρπών, η μεθοδολογία των οποίων ακολουθεί παρακάτω.

Αρχικά ζυγίστηκαν, σε ζυγό ακριβείας, τα δείγματα με τα φύλλα που είχαν το υλικό PF και έπειτα αυτά πλύθηκαν έτσι ώστε να απομακρυνθεί το PF και αφού στεγνώθηκαν, ξαναζυγίστηκαν προκειμένου από τη διαφορά να βρεθεί η μέση ποσότητα της σκόνης PF σε αυτά. Έπειτα, υπολογίστηκε ο μέσος όρος (και η τυπική απόκλιση) της ποσότητας (βάρους) της σκόνης PF ανά φύλλο, για τα δείγματα των φύλλων που προέρχονταν, αφενός από τους ετήσιους βλαστούς και αφετέρου από τις μη καρποφόρες αιχμές, για κάθε μία από τις δύο δειγματοληψίες.

Στη συνέχεια, ακολούθησαν οι διαδικασίες μέτρησης της ξηράς ουσίας και της χλωροφύλλης. Για τον υπολογισμό της ξηράς ουσίας των φύλλων εφαρμόστηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, σύμφωνα με την οποία, για κάθε δείγμα φύλλων λαμβάνονταν από κάθε φύλλο δύο δίσκοι, διαμέτρου 9 mm, με τη βοήθεια διακορευτή της ίδιας διαμέτρου. Η επιφάνεια κάθε δίσκου ήταν $0,636 \text{ cm}^2$. Συνολικά, για κάθε δείγμα προέκυπταν δώδεκα δίσκοι, οι οποίοι τοποθετούνταν σε προζυγισμένο δίσκο petri. Στη συνέχεια, ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας και τοποθετούνταν σε φούρνο στους $80 \text{ }^\circ\text{C}$ για 24 ώρες, ή έως ότου οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Οι ξηροί δίσκοι ξαναζυγίζονταν καθώς και τα άδεια petri και υπολογιζόταν η ξηρά ουσία. Επιπλέον, υπολογίστηκε το ειδικό βάρος φύλλου (Specific Leaf Weight, SLW) ως ξηρό βάρος 10 δίσκων εκφρασμένο σε mg προς την επιφάνεια 10 δίσκων σε cm^2 .

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης, εφαρμόστηκε η μέθοδος των Wintermans και Motts (1965). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, από τα έξι φύλλα κάθε δείγματος λαμβάνονταν ισάριθμοι μισοί δίσκοι, (ένας μισός δίσκος από κάθε φύλλο), με τη βοήθεια του ίδιου διακορευτή της παραπάνω μεθόδου. Οι δίσκοι αυτοί ζυγίζονταν και έπειτα τεμαχίζονταν και τοποθετούνταν σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε 15 ml αιθανόλη 95 %. Στη συνέχεια βιδώνονταν τα πώματα στους δοκιμαστικούς σωλήνες και τοποθετούνταν σε υδατόλουτρο στους $80 \text{ }^\circ\text{C}$ για 1 ώρα, ή έως ότου τα ελάσματα να έχουν αποχρωματισθεί πλήρως και κατόπιν ψύχονταν στο σκοτάδι. Ακολουθούσε ανακίνηση του δοκιμαστικού σωλήνα και έπειτα γινόταν η μέτρηση της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας.

Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης α και β έγινε με τη βοήθεια των παρακάτω τύπων:

Χλωροφύλλη α : $13,7 * A_{665} - 5,76 * A_{649}$ και

Χλωροφύλλη β : $25,8 * A_{649} - 7,6 * A_{665}$

Η κάθε μία εκφράστηκε σε $\mu\text{g/ml}$ αιθανόλης και στη συνέχεια εκφράστηκε σε mg χλωροφύλλης / g ξηρού βάρους, με βάση τον τύπο:

$15 * \text{Χλωροφύλλη } \alpha / (1000 * \text{ξηρό βάρος } 6 \text{ μισών δίσκων σε g}).$

Στα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις για τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων (Ξηρά ουσία, Ειδικό βάρος, Χλωροφύλλη α , Χλωροφύλλη β και Χλωροφύλλη α / Χλωροφύλλη β), ακολούθησε στατιστική επεξεργασία, η οποία έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS, έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν οι παράμετροι αυτές παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, μεταξύ των φύλλων του μάρτυρα και των φύλλων που δέχθηκαν τη μεταχείριση με το PF. Ο μοναδικός παράγοντας δηλαδή, ήταν το είδος της μεταχείρισης (Μάρτυρας και PF) και δεν ελήφθη υπ' όψιν η ημερομηνία

της δειγματοληψίας, ή η προέλευση του δείγματος (ετήσιος βλαστός, ή μη καρποφόρα αιχμή).

Η μέτρηση της ποιότητας των καρπών των μήλων έγινε την ημερομηνία της συγκομιδής, δηλαδή στις 13-9-2000, στο ίδιο εργαστήριο. Κατά τη συγκομιδή ελήφθησαν τυχαία δύο καρποί ανά δένδρο, από τα έξι δένδρα από τα οποία έγιναν και οι δειγματοληψίες για την μέτρηση των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων. Συνολικά, ελήφθησαν έξι καρποί από τα δένδρα του μάρτυρα (δένδρα: 5, 10, και 13, Σχήμα 1) και έξι καρποί από τα δένδρα στα οποία εφαρμόστηκε το PF (δένδρα: 3, 9, και 15, Σχήμα 1). Η μέτρηση της ποιότητας των καρπών περιελάμβανε τη μέτρηση της αντίστασης της σάρκας στην πίεση (Α.Π.) και τη μέτρηση της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών συστατικών (Δ.Σ.Σ.).

Για τη μέτρηση της Α.Π. αφαιρέθηκε τμήμα φλοιού στις δύο αντιδιαμετρικές πλευρές του ισημερινού κάθε καρπού και η μέτρηση της Α.Π. διενεργήθηκε με φορητό πιεσίμετρο Effegi Ιταλίας (μοντέλο FT327), με έμβολο διαμέτρου 11 mm. Η Α.Π. εκφράστηκε σε κιλά (Kg). Για τη μέτρηση της συγκέντρωσης Δ.Σ.Σ. τοποθετήθηκαν δύο έως τρεις σταγόνες από το χυμό κάθε καρπού στο πρίσμα φορητού διαθλασιμέτρου ATAGO Ιαπωνίας (μοντέλο A-3). Η συγκέντρωση Δ.Σ.Σ. εκφράστηκε σε ποσοστό επί τοις εκατό (%).

Στη συνέχεια και με βάση τις μετρήσεις αυτές ακολούθησε ο υπολογισμός του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης των δύο αυτών παραμέτρων (Α.Π. και Δ.Σ.Σ.), για κάθε μία από τις δύο μεταχειρίσεις (Μάρτυρας και PF).

2.7. Λοιπές καλλιεργητικές φροντίδες

Τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2000, δηλαδή συγχρόνως με την πραγματοποίηση του πειραματικού μέρους της εργασίας, ήταν τα ακόλουθα. Εφαρμόστηκε στις 2/4 το μυκητοκτόνο χαλκός (βορδιγάλειος) (Bordolex) εναντίον του φουζικλάδιου, στις 13/4 το μυκητοκτόνο fluquinconazole + pyrimethanil (Vision) για το φουζικλάδιο και το ωίδιο, στις 24/4 το μυκητοκτόνο myclobutanil (Systhane) επίσης για φουζικλάδιο και ωίδιο, στις 4/5 το μυκητοκτόνο cyproconazole (Atemi) για το φουζικλάδιο, στις 17/5 το myclobutanil, στις 31/5 το διασυστηματικό μυκητοκτόνο difenoconazole (Score) και το επαφής dithianon (Delan) για το φουζικλάδιο, στις 26/6 το εντομοκτόνο pirimicarb (Pirimor) για την πράσινη αφίδα και στις 2/9 την αντικαρποπρωτική ορμόνη naphthyl-acetic-acid (Rhodofix).

Όσον αφορά στη λίπανση του οπωρώνα κατά το Φεβρουάριο εφαρμόστηκε το κοκκώδες λίπασμα θεικό καλιομαγνήσιο 0-0-30/10 (Πατεντάλι) και στις 1/5 και 25/5 το Νίτρο Νορβηγίας (15,5 % Na και 19 % Ca), ενώ έγιναν και ψεκασμοί με τα διαφυλλικά λιπάσματα ψευδαργύρου Zn (Hydroplus Micro) στις 8/6, ασβεστίου Ca (Carfol) στις 30/7 και επίσης ασβεστίου Ca (Farmanine) στις 25/8. Επίσης κατά το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου έγινε το αραίωμα των καρπών (με το χέρι), ενώ η αντιμετώπιση των ζιζανίων έγινε με κοπές, χρησιμοποιώντας φορητό χορτοκοπτικό μηχάνημα.

Κατά την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο (έτος 1999) χρησιμοποιήθηκαν παρόμοια φυτοπροστατευτικά σκευάσματα και επιπλέον εφαρμόστηκαν τα εντομοκτόνα quinalphos (Ekalux), το bifenthrin (Talstar), το methomyl (Lannate) και το phosalone (Zolone).

3. Αποτελέσματα

3.1. Διακύμανση ενηλίκου πληθυσμού (αρσενικών)

Με βάση τις συλλήψεις των ενηλίκων αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας στις δύο φερομονικές παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό και την επεξεργασία των δεδομένων, προέκυψε το Διάγραμμα 1, το οποίο απεικονίζει την πορεία του πληθυσμού της καρπόκαψας, κατά το έτος διεξαγωγής του πειράματος (2000). Οι συλλήψεις των ενηλίκων αρσενικών έχουν εκφραστεί σε μέσο αριθμό ατόμων ανά παγίδα ανά εβδομάδα.

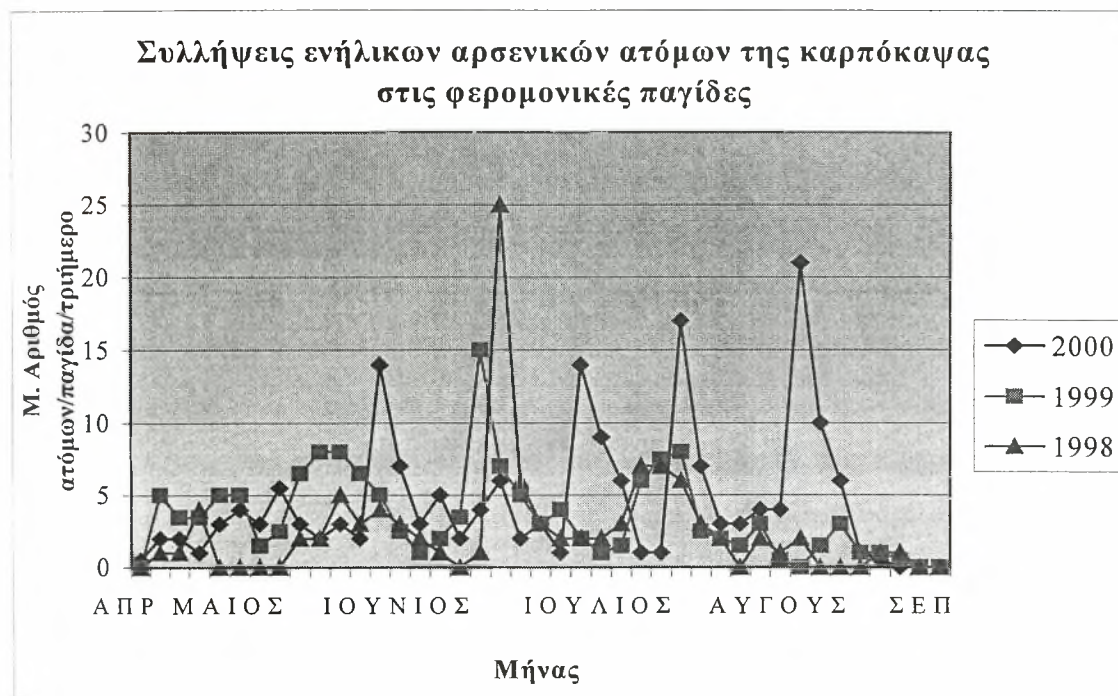


Διάγραμμα 1 Πορεία ενηλίκου πληθυσμού (αρσενικών) καρπόκαψας σε μηλεώνα στην περιοχή της Ζαγοράς κατά το έτος 2000

Οι πρώτες συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες σημειώθηκαν στα τέλη Απριλίου (24/4/2000), στη συνέχεια διατηρήθηκαν χαμηλές μέχρι τα τέλη Ιουνίου, οπότε και άρχισαν να λαμβάνουν αύξουσα πορεία, φθάνοντας σε μέγιστη τιμή μετά τις αρχές Ιουλίου (10/7/2000). Ακολούθησε φθίνουσα πορεία μέχρι τα μέσα Ιουλίου (17/7/2000) και έπειτα ξανά αύξουσα, φθάνοντας σε μέγιστη τιμή στο δεύτερο δεκαήμερο του Αυγούστου (21/8/2000). Στη συνέχεια οι συλλήψεις μειώνονταν σταδιακά και τελικά

μηδενίσθηκαν κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου (25/9/2000), οπότε και δεν παρατηρήθηκαν άλλες συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες.

Στο παρακάτω Διάγραμμα 2 απεικονίζεται η πτήση του ενήλικου πληθυσμού (αρσενικών) της καρπόκαψας, στην περιοχή της Ζαγοράς για τα έτη 1998, 1999 και 2000. Τα στοιχεία προέρχονται από τα αντίστοιχα Δελτία Γεωργικών Προειδοποιήσεων (1998, 1999 και 2000), του Περιφερειακού Κέντρου Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας, που βρίσκεται στο Βόλο.



Διάγραμμα 2 Πόρεια ενήλικου πληθυσμού (αρσενικών) καρπόκαψας για τα έτη 1998, 1999 και 2000, στην περιοχή της Ζαγοράς (Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας)

Για το έτος 2000 σύμφωνα με το Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας (2000), στην περιοχή της Ζαγοράς οι συλλήψεις των πρώτων αρσενικών της καρπόκαψας στις φερομονικές παγίδες άρχισαν στις 26-4-2000, ενώ γενικά στην ίδια περιοχή διακρίθηκαν δύο πτήσεις (γενιές) του ίδιου εντόμου με υψηλούς πληθυσμούς.

3.2. Προνυμφικός πληθυσμός – Λουρίδες νύμφωσης

Κατά τον έλεγχο των λουριδών νύμφωσης που έγινε στις 23-10-2000 στα πειραματικά δένδρα, με σκοπό την εκτίμηση του επιπέδου του προνυμφικού πληθυσμού της τελευταίας (διαχειμάζουσας) γενιάς της καρπόκαψας, δεν βρέθηκε καμία προνύμφη.

Ωστόσο, βρέθηκαν τρεις (3) προνύμφες σε δένδρο εγκαταλελειμμένου οπωρώνα στο οποίο είχε επίσης τοποθετηθεί λουρίδα νύμφωσης.

Κατά τους δύο προηγούμενους ελέγχους που έγιναν, ο αριθμός των προνυμφών που βρέθηκαν στις λουρίδες νύμφωσης ήταν ιδιαίτερα χαμηλός. Συγκεκριμένα, κατά τον 1^ο έλεγχο που έγινε στις 23/8/2000 βρέθηκε μία (1) προνύμφη σε δένδρο του μάρτυρα, δύο (2) προνύμφες σε δένδρο που εφαρμόστηκε το Insegar και μία (1) προνύμφη σε δένδρο που εφαρμόστηκε το Madex, καθώς και δύο νύμφες σε δένδρο του ίδιου οπωρώνα που δεν ανήκε στα πειραματικά. Κατά τον 2^ο έλεγχο βρέθηκε μία (1) προνύμφη σε δένδρο του μάρτυρα. Οι προνύμφες που βρέθηκαν στους ελέγχους αυτούς απομακρύνθηκαν, μια και κατά το ξετύλιγμα της εκάστοτε λουρίδας νύμφωσης προκλήθηκε η διάρρηξη του βομβυκίου το οποίο είχε κατασκευάσει η κάθε προνύμφη.

3.3. Αξιολόγηση μοντέλων ανάπτυξης καρπόκαψας

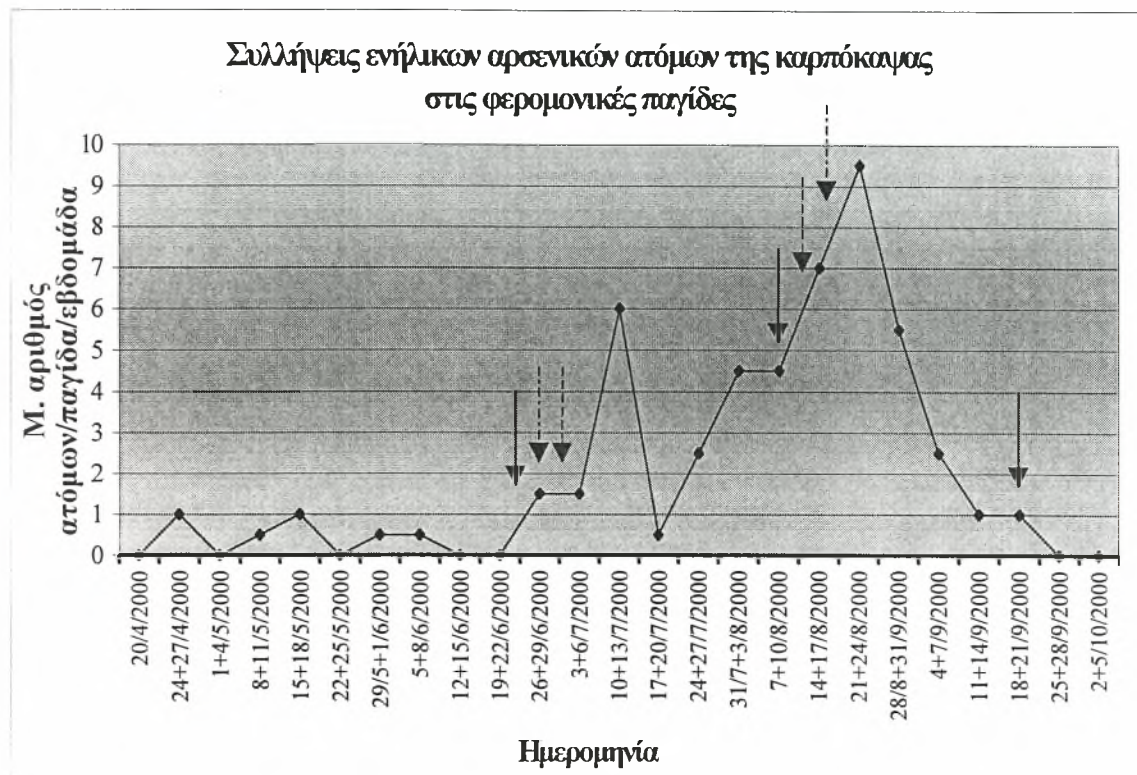
Εφαρμόζοντας τα τρία μοντέλα ανάπτυξης της καρπόκαψας, τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω και αθροίζοντας τους ημεροβαθμούς με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο ίδιο κεφάλαιο, προέκυψαν οι προβλεπόμενες ημερομηνίες εξόδου των ενηλίκων ατόμων των μετέπειτα (της διαχειμάζουσας) γενεών της καρπόκαψας (Πίνακας 9). Σύμφωνα με τις συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες της καρπόκαψας (Διάγραμμα 1), η έξοδος των ενηλίκων ατόμων της διαχειμάζουσας γενιάς ξεκίνησε στις 24-4-2000. Συνεπώς η άθροιση των ημεροβαθμών ξεκίνησε από αυτήν την ημερομηνία.

Πίνακας 9 Προβλεπόμενες ημερομηνίες εξόδου των ενηλίκων ατόμων της 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς της καρπόκαψας, με βάση τα τρία μοντέλα ανάπτυξης

Έξοδος τελείων	Ημερομηνία		
	Μοντέλο 1 (10 - 31 °C)	Μοντέλο 2 (11,1 - 34,4 °C)	Μοντέλο 3 (10 - 31,1 °C)
διαχειμάζουσα γενιά	24-4-2000	24-4-2000	24-4-2000
1 ^η γενιά	23-6-2000	1-7-2000	26-6-2000
2 ^η γενιά	6-8-2000	12-8-2000	16-8-2000
3 ^η γενιά	17-9-2000	-	-

Στο Διάγραμμα 3 φαίνεται η πληθυσμιακή διακύμανση των ενηλίκων αρσενικών της καρπόκαψας στον πειραματικό αγρό με βάση τις συλλήψεις στις φερομονικές παγίδες και συγχρόνως είναι σημειωμένες με βέλη οι προβλεπόμενες ημερομηνίες εξόδου των

ενηλίκων ατόμων των επόμενων (της διαχειμάζουσας) γενεών, με βάση τα τρία προαναφερθέντα μοντέλα ανάπτυξης της καρπόκαψας.

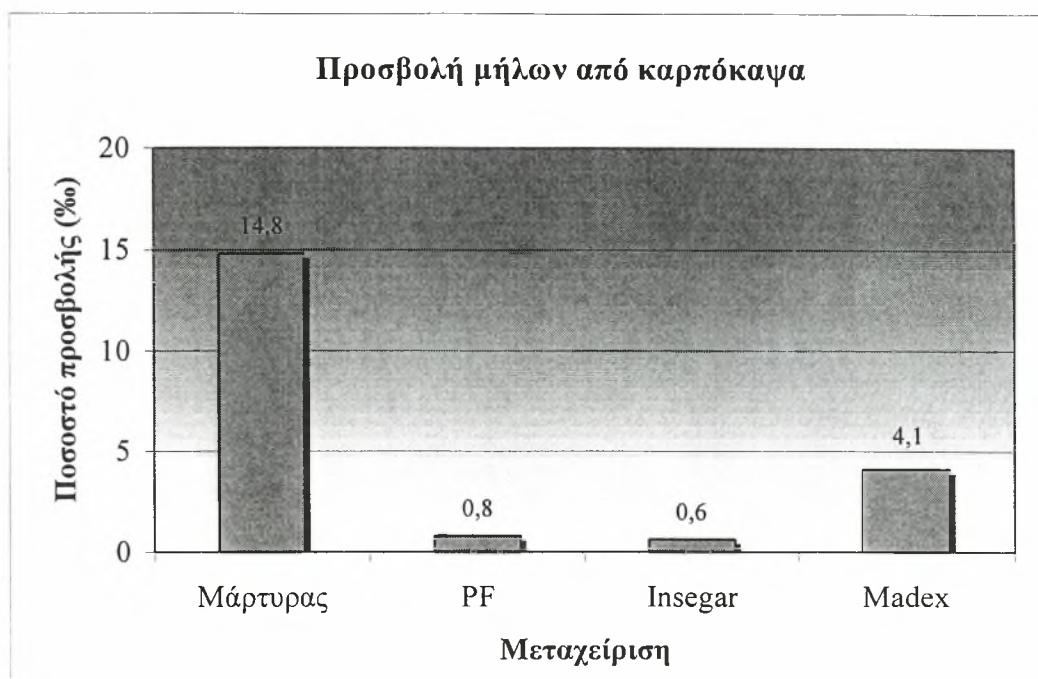


Διάγραμμα 3 Πληθυσμιακή διακύμανση των ενήλικων αρσενικών ατόμων της καρπόκαψας στην περιοχή της Ζαγοράς, με σημειωμένες τις προβλεπόμενες ημερομηνίες εξόδου των ενήλικων ατόμων των εκάστοτε γενεών, σύμφωνα με τα τρία μοντέλα ανάπτυξης

—▶ Μοντέλο 1 - - - - -▶ Μοντέλο 2 - · - · - ·▶ Μοντέλο 3

3.4. Επίπεδα προσβολής

Όπως προαναφέρθηκε, κατά τη συγκομιδή έγινε ο έλεγχος των καρπών των μήλων με σκοπό την εκτίμηση των επιπέδων προσβολής από την καρπόκαψα. Στο Διάγραμμα 4 φαίνεται το ποσοστό (Μ.Ο.) της προσβολής των καρπών των μήλων από την καρπόκαψα για κάθε μεταχείριση, το οποίο προέκυψε με την ανάλογη επεξεργασία των αποτελεσμάτων, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Λόγω της μικρής προσβολής, τα επίπεδα αυτής εκφράστηκαν σε ποσοστό επί τοις χιλίοις (%). Σύμφωνα με το διάγραμμα αυτό, το ποσοστό προσβολής από την καρπόκαψα, στη μεταχείριση με το Insegar ήταν 0,6 %, στη μεταχείριση με το PF ήταν 0,8 % και το αντίστοιχο ποσοστό στη μεταχείριση με το Madex ήταν 4,1 %, ενώ η προσβολή στο μάρτυρα έφτασε σε ποσοστό 14,8 %.



Διάγραμμα 4 Βαθμός προσβολής των καρπών των μήλων από την καρπόκαψα ανά μεταχείριση στην περιοχή της Ζαγοράς. Σημειώνεται ο μέσος όρος προσβολής ανά μεταχείριση.

Στον Πίνακα 10 φαίνεται σε απόλυτο μέγεθος ο συνολικός αριθμός των καρπών που εξετάστηκαν, καθώς και ο συνολικός αριθμός των προσβεβλημένων καρπών, ανά μεταχείριση.

Πίνακας 10 Συνολικός αριθμός των καρπών που εξετάστηκαν και συνολικός αριθμός των προσβεβλημένων καρπών, ανά μεταχείριση

Μεταχείριση	Συνολικός αριθμός καρπών που εξετάστηκαν	Συνολικός αριθμός προσβεβλημένων καρπών
Μάρτυρας	1962	27
PF	1562	1
Insegar	1812	2
Madex	1411	6

Κατά την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, η οποία έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Statistica, εφαρμόστηκε ο έλεγχος X^2 και χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές του συνολικού αριθμού των καρπών που ελέγχθηκαν και αντίστοιχα, του συνολικού αριθμού των προσβεβλημένων καρπών, για κάθε μεταχείριση. Δηλαδή, στον έλεγχο X^2 χρησιμοποιήθηκαν τιμές που εκφράζουν αριθμούς καρπών και όχι ποσοστά προσβολής. Μέσω του ελέγχου X^2 βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (ΣΣΔ)

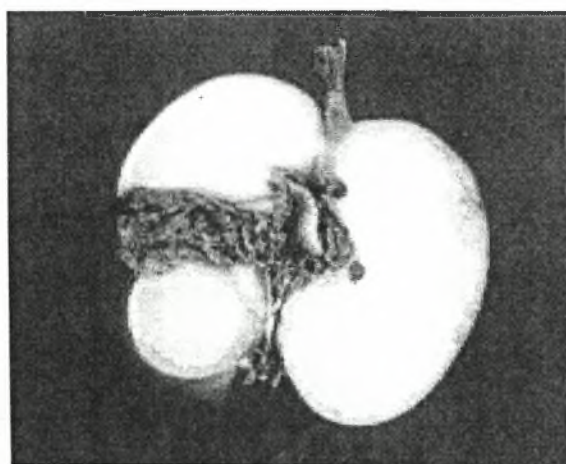
μεταξύ των μεταχειρίσεων. Για τον εντοπισμό των ΣΣΔ μεταξύ των μεταχειρίσεων χρησιμοποιήθηκε το ίδιο στατιστικό πακέτο. Στον Πίνακα 11 φαίνονται οι ΣΣΔ που εντοπίστηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων, μέσω της παραπάνω στατιστικής επεξεργασίας.

Πίνακας 11 Ποσοστό προσβολής από την καρπόκαψα και συνολικός αριθμός προσβεβλημένων καρπών ανά μεταχείριση με σημειωμένες τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Μεταχείριση	Ποσοστό προσβολής (%)	Συνολικός αριθμός προσβεβλημένων καρπών*
Μάρτυρας	14,8	27 a
Madex	4,1	6 b
Insegar	0,6	2 bc
PF	0,8	1 c

* Τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, με βάση τον έλεγχο X^2 ($p < 0,05$)

Από τον τελευταίο πίνακα (Πίνακας 11) φάνηκε ότι το ποσοστό προσβολής στο μάρτυρα, που ήταν και το υψηλότερο, διέφερε στατιστικώς σημαντικά από το αντίστοιχο ποσοστό στις υπόλοιπες τρεις μεταχειρίσεις. Επίσης, φάνηκε ότι η προστασία που παρείχε το Madex, όσον αφορά στον έλεγχο της καρπόκαψας, διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με αυτήν που παρείχε το PF. Τέλος φάνηκε ότι δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές οι διαφορές στην παρεχόμενη προστασία μεταξύ των φυτοπροστατευτικών μέσων Madex και Insegar, καθώς επίσης και μεταξύ των Insegar και PF. Στην Εικόνα 11, φαίνεται ένας καρπός μήλου σε τομή που προέρχεται από τον πειραματικό αγρό και είναι προσβεβλημένος από προνύμφη της καρπόκαψας, η οποία διακρίνεται στο κέντρο αυτού.



Εικόνα 11 Καρπός μήλου σε τομή, από τον πειραματικό αγρό στην περιοχή της Ζαγοράς, με εμφανή την προνύμφη της καρπόκαψας και τη ζημιά που προκάλεσε

3.4.1. Λοιπές προσβολές

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στην οποία διεξήχθει το πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας, παρατηρήθηκε προσβολή στα φύλλα των πειραματικών δένδρων από τη νάρκη των γιγαρτόκαρπων *Phyllonorycter corylifoliella* Haw. (Lepidoptera, Gracillariidae), σε ποσοστό όμως το οποίο ήταν χαμηλό (μικρότερο από πέντε τοις εκατό, <5 %), ενώ συγχρόνως ο αριθμός των προκαλούμενων, από το έντομο αυτό, στοών σε κάθε προσβεβλημένο φύλλο, ήταν μία έως δύο (1 – 2) και όχι περισσότερες.

Επίσης, κατά τον μήνα Ιούνιο παρατηρήθηκε προσβολή στις κορυφές των δένδρων από την πράσινη αφίδα της μηλιάς *Aphis pomi* De Geer (Homoptera, Aphididae). Το ποσοστό των προσβεβλημένων κορυφών πλησίασε, κατά τα τέλη Ιουνίου το πέντε τοις εκατό (5 %) και ακολούθησε ψεκασμός στις 26-6-2000 με το εκλεκτικό εντομοκτόνο Pirimor (pirimicarb), για την αντιμετώπιση της αφίδας αυτής. Ακόμα, εντοπίστηκαν τοπικά σε φύλλα ορισμένων δένδρων, ελάχιστα άτομα της ρόδινης αφίδας της μηλιάς *Dysaphis plantaginea* Passerini (Homoptera, Aphididae), ενώ κατά τη συγκομιδή παρατηρήθηκαν, αμελητέοι στον αριθμό (συνολικά πέντε (5)), καρποί με παραμόρφωση η οποία πιθανόν να οφείλεται στη δράση της αφίδας αυτής.

Από φυσιολογικής άποψης, κατά τη συγκομιδή των μήλων, παρατηρήθηκαν καρποί προσβεβλημένοι από την μη μεταδοτικής φύσεως ασθένεια Πικρή Κηλίδωση (Bitter pit), σε ποσοστό όμως το οποίο ήταν χαμηλότερο του πέντε τοις εκατό (<5 %). Επίσης, στους καρπούς παρατηρήθηκε η μη μεταδοτικής φύσεως ασθένεια του Επιφανειακού Έγκαυματος (Scald). Γενικά, το ποσοστό της προσβολής κυμάνθηκε γύρω στο πέντε τοις εκατό (5 %). Ειδικότερα όμως στα δένδρα που δέχτηκαν τη μεταχείριση με τη σκόνη καολίνη PF, το ποσοστό της προσβολής από επιφανειακό έγκαυμα ήταν πολύ χαμηλότερο του πέντε τοις εκατό (<< 5 %) και γενικότερα ο χρωματισμός στους καρπούς αυτών των δένδρων, ήταν καλύτερος από το χρωματισμό στους καρπούς των υπόλοιπων δένδρων.

3.5. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων και ποιότητα των καρπών σε δένδρα που εφαρμόστηκε η τεχνική PFT

Όπως προαναφέρθηκε, μετά από κάθε μία από τις δύο δειγματοληψίες φύλλων (9-8-2000 και 23-8-2000), έγινε η ζύγιση των δειγμάτων των φύλλων, πριν και μετά το πλύσιμό τους με σκοπό να βρεθεί η μέση ποσότητα της σκόνης PF ανά φύλλο. Τα

αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών φαίνονται στον Πίνακα 12 και δείχνουν αφενός ότι στα φύλλα των μη καρποφόρων αιχμών συσσωρεύτηκε μεγαλύτερη ποσότητα του PF και αφετέρου ότι η ποσότητα του PF ήταν μειωμένη κατά τη δεύτερη δειγματοληψία.

Πίνακας 12 Μέση ποσότητα σκόνης PF ανά φύλλο

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Προέλευση φύλλου, από:	Ποσότητα PF (Μ.Ο.) / φύλλο (mg / φύλλο)
9-8-2000	Ετήσιο βλαστό	0,234 ± 0,009
	Μη καρποφόρα αιχμή	0,488 ± 0,079
23-8-2000	Ετήσιο βλαστό	0,145 ± 0,095
	Μη καρποφόρα αιχμή	0,303 ± 0,086

Στον Πίνακα 13 φαίνονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων που προέκυψαν από τις μετρήσεις για τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων (Ξηρά ουσία, Ειδικό βάρος, Χλωροφύλλη α, Χλωροφύλλη β και Χλωροφύλλη α / Χλωροφύλλη β). Συγκεκριμένα, στον πίνακα αυτό δίδονται οι μέσοι όροι για κάθε μία από αυτές τις παραμέτρους και για κάθε μία από τις δύο μεταχειρίσεις, καθώς και η ύπαρξη, ή όχι στατιστικώς σημαντικής διαφοράς, για κάθε περίπτωση.

Πίνακας 13 Αποτελέσματα από την μέτρηση των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων του μάρτυρα και του PF

Φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων	Μεταχείριση		Σημαντικότητα
	Μάρτυρας	PF	
Ξηρά Ουσία (%)	44,7	42,8	**
Ειδικό Βάρος (mg / cm ²)	12,9	12,3	NS
Χλωροφύλλη α (mg / g Ξ.Ο.)	6,14	6,62	NS
Χλωροφύλλη β (mg / g Ξ.Ο.)	1,72	1,87	NS
Συνολ. χλωροφύλλη (mg / g Ξ.Ο.)	7,86	8,49	NS
Χλωροφύλλη α / Χλωροφύλλη β	3,57	3,53	NS

Φαίνεται λοιπόν, ότι η ξηρή ουσία και το ειδικό βάρος είναι μειωμένα στα φύλλα των δένδρων που δέχθηκαν τη μεταχείριση με το PF, σε σχέση με αυτά του μάρτυρα και ειδικότερα η διαφορά στην ξηρή ουσία είναι στατιστικώς σημαντική. Αντίθετα, η χλωροφύλλη α, η χλωροφύλλη β και η συνολική χλωροφύλλη εμφανίζονται αυξημένες

στα φύλλα των δένδρων με το PF, σε σχέση με το μάρτυρα, χωρίς όμως οι διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές.

Στον Πίνακα 14 και ύστερα από τους απαραίτητους υπολογισμούς που προηγήθηκαν, δίδεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των παραμέτρων ποιότητας των καρπών των μήλων (Αντίσταση της σάρκας στην Πίεση (Α.Π.) και συγκέντρωση των Διαλυτών Στερεών Συστατικών (Δ.Σ.Σ.)), για κάθε μία από τις δύο μεταχειρίσεις (Μάρτυρας και PF).

Πίνακας 14 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών του μάρτυρα και του PF

Ποιοτικό χαρακτηριστικό καρπού	Μεταχείριση	
	Μάρτυρας	PF
Δ.Σ.Σ.* (%)	12,2 ± 0,705	13,1 ± 0,577
Α.Π.** (kg)	7,44 ± 0,536	7,82 ± 0,663

* Δ.Σ.Σ. : Συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών

** Α.Π. : Αντίσταση της σάρκας στην πίεση

4. Συζήτηση και συμπεράσματα

- **Πτήση ενηλίκου πληθυσμού (αρσενικών) καρπόκαψας**

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 1 των αποτελεσμάτων, που δείχνει την πορεία του ενηλίκου αρσενικού πληθυσμού της καρπόκαψας και παρά τις χαμηλές συλλήψεις που παρατηρήθηκαν, φάνηκε ότι η καρπόκαψα σημείωσε δύο (2) γενιές κατά το έτος 2000 στην περιοχή διεξαγωγής του πειράματος. Τα ενήλικα αρσενικά άτομα που συνελήφθησαν από τα τέλη Απριλίου (έναρξη των συλλήψεων) έως τα τέλη Ιουλίου αποτελούν πιθανόν τα άτομα μίας γενιάς μόνο (της διαχειμάζουσας) και τις υπόλοιπες συλλήψεις αποτελούν τα ενήλικα της πρώτης (1^{ns}) γενιά. Έτσι, συμπεραίνεται ότι διακρίθηκαν δύο γενιές της καρπόκαψας για την περιοχή αυτή, πράγμα που συμφωνεί και με το Δελτίο Γεωργικών Προειδοποιήσεων, του Περιφερειακού Κέντρου Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας, του ίδιου έτους (2000) για την περιοχή της Ζαγοράς (Διάγραμμα 2).

Ωστόσο, είναι πιθανό η έξοδος των ενηλίκων της πρώτης (1^{ης}) γενιάς της καρπόκαψας να ξεκίνησε κατά τα τέλη Ιουνίου, δηλαδή μετά την ολοκλήρωση της πτήσης των ενηλίκων της διαχειμάζουσας γενιάς και στη συνέχεια η έξοδος των ενηλίκων της δεύτερης (2^{ης}) γενιάς να ξεκίνησε κατά τα τέλη Ιουλίου, πράγμα το οποίο συμφωνεί και με τα αποτελέσματα κατά την εφαρμογή των μοντέλων ανάπτυξης της καρπόκαψας 2 και 3. Στην περίπτωση αυτή η καρπόκαψα σημείωσε τρεις γενιές για το ίδιο έτος, στην ίδια περιοχή και οι ιδιαίτερα χαμηλές συλλήψεις της διαχειμάζουσας γενιάς στις φερομονικές παγίδες, ίσως να οφείλονται στις μετεωρολογικές συνθήκες που επικράτησαν στην περιοχή κατά την περίοδο εκείνη.

Συγκρίνοντας το Διάγραμμα 1 με το αντίστοιχο διάγραμμα που δείχνει την πτήση των ενηλίκων της καρπόκαψας για το ίδιο έτος (2000), αλλά και για τα δύο προηγούμενα, που προέρχεται από τα αντίστοιχα Δελτία Γεωργικών Προειδοποιήσεων, του Περιφερειακού Κέντρου Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας (Διάγραμμα 2), παρατηρούνται διαφορές, οι οποίες πιθανόν να οφείλονται στις τοπικές συνθήκες που επικράτησαν στην περιοχή διεξαγωγής του πειράματος.

- **Λουρίδες νύμφωσης - Προνυμφικός πληθυσμός**

Ο μηδενικός προνυμφικός πληθυσμός της καρπόκαψας που παρατηρήθηκε κατά τον τελευταίο έλεγχο των λουριδών νύμφωσης στις 23-10-2000, πιθανόν οφείλεται στα ήδη χαμηλά επίπεδα του ενηλικού πληθυσμού που φάνηκε μέσω των συλλήψεων στις φερομονικές παγίδες και επιπλέον, ίσως να οφείλεται στους δύο ελέγχους των λουριδών που προηγήθηκαν, μέσω των οποίων πιθανόν να προκλήθηκε κάποια διατάραξη στο καταφύγιο που προσέφεραν οι λουρίδες νύμφωσης.

Επίσης, ίσως ήταν σκόπιμο το χαρτόνι, που αποτελούσε τη λουρίδα νύμφωσης, να τυλίγεται όχι μία, αλλά δύο φορές γύρω από τον κορμό του δένδρου, έτσι ώστε η προνύμφη να βρίσκει καταφύγιο στο διάστημα μεταξύ των δύο χαρτονιών και όχι στο διάστημα μεταξύ χαρτονιού και κορμού, πράγμα που παρατηρήθηκε σε λουρίδες νύμφωσης που είχαν τοποθετηθεί σε δένδρα εκτός του πειραματικού αγρού.

- **Μοντέλα ανάπτυξης καρπόκαψας**

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την εφαρμογή των τριών μοντέλων ανάπτυξης της καρπόκαψας, φάνηκε ότι τα μοντέλα 2 και 3 περιγράφουν καλύτερα από το μοντέλο 1 την ανάπτυξη της καρπόκαψας, με την προϋπόθεση ότι η ίδια σημείωσε τρεις γενιές κατά το έτος 2000 στην περιοχή διεξαγωγής του πειράματος. Δεδομένου ότι ο μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται σε υψόμετρο 300 μέτρων περίπου,

ενώ ο πειραματικός αγρός σε υψόμετρο 400 μέτρων περίπου, οι θερμοκρασίες στην περιοχή του πειραματικού αγρού θα είναι ελαφρώς πιο χαμηλές, με αποτέλεσμα οι προβλεπόμενες, σύμφωνα με τα μοντέλα, θερμοκρασίες εξόδου των ενηλίκων ατόμων της καρπόκαψας, να είναι στην πραγματικότητα λίγο πιο νωρίς. Με βάση την παραδοχή αυτή και συγκρίνοντας τα μοντέλα 2 και 3 μεταξύ τους, φαίνεται ότι υπερτερεί το μοντέλο 2, με μικρή όμως διαφορά από το μοντέλο 3. Σε αντίστοιχη επόμενη πειραματική εργασία θα ήταν σκόπιμο να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των παραπάνω μοντέλων, βάσει μετεωρολογικών στοιχείων τα οποία θα είναι αντιπροσωπευτικά της περιοχής.

• **Αποτελεσματικότητα χρησιμοποιούμενων φυτοπροστατευτικών μέσων ως προς την αντιμετώπιση της καρπόκαψας**

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 4 των αποτελεσμάτων, φάνηκε ότι την καλύτερη προστασία από την καρπόκαψα παρείχε το fenoxycarb (ποσοστό προσβεβλημένων καρπών 0,6 ‰), παρόμοια προστασία με μικρή διαφορά παρείχε η σκόνη καολίνη PF (ποσοστό προσβεβλημένων καρπών 0,8 ‰), ενώ μικρότερη προστασία έδειξε να παρέχει το Madex (ποσοστό προσβεβλημένων καρπών 4,1 ‰). Παράλληλα, το ποσοστό προσβολής στο μάρτυρα έφτασε το 14,8 ‰, ή 1,48 %. Φάνηκε λοιπόν, ότι η προστασία από την καρπόκαψα που παρείχε κάθε ένα από τα τρία παραπάνω φυτοπροστατευτικά μέσα, ήταν ικανοποιητική. Ωστόσο σε καμία από τις περιπτώσεις η ζημιά δεν πλησίασε το επίπεδο του 1 %. Αυτό ίσως να οφείλεται στα χαμηλά επίπεδα στα οποία κυμάνθηκε ο πληθυσμός της καρπόκαψας στη συγκεκριμένη περιοχή, κατά το έτος 2000. Συνεπώς, θα ήταν σκόπιμο να μελετηθεί η αντιμετώπιση της καρπόκαψας με τα ίδια φυτοπροστατευτικά μέσα σε περιοχές όπου σημειώνονται υψηλοί πληθυσμοί του εντόμου αυτού, έτσι ώστε να είναι πιο ευδιάκριτες οι διαφορές των παραπάνω φυτοπροστατευτικών μέσων, ως προς την αποτελεσματικότητά τους εναντίον της καρπόκαψας.

Ειδικότερα, φάνηκε να είναι αρκετά ικανοποιητική η αντιμετώπιση της καρπόκαψας με την εφαρμογή της σκόνης PF, στα πλαίσια της τεχνικής PFT. Είναι πιθανό όμως, να απαιτούνταν λιγότερες επεμβάσεις, από όσες πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία με το μέσο αυτό, πράγμα το οποίο θα ήταν σκόπιμο να μελετηθεί σε επόμενες πειραματικές εργασίες. Επίσης, στα δένδρα που εφαρμόστηκε η τεχνική PFT, παρατηρήθηκε κατά τη συγκομιδή ότι, η σκόνη PF προσκολλούσε στα χέρια και στα ρούχα των συγκομιστών και επιπλέον έφευγε δύσκολα, πράγμα που αποτελεί μικρό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής.

• **Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων και ποιότητα των καρπών σε δένδρα που εφαρμόστηκε η τεχνική PFT**

Όσον αφορά στη μέση ποσότητα του φυτοπροστατευτικού μέσου PF ανά φύλλο, σύμφωνα με τον Πίνακα 12, παρατηρήθηκε μείωση στην ποσότητα αυτή από τις 9-8-2000 (1^η δειγματοληψία) έως τις 23-8-2000 (2^η δειγματοληψία). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα στοιχεία του ίδιου πίνακα, η μέση ποσότητα του PF ανά φύλλο μειώθηκε στο διάστημα αυτό κατά 38 %, τόσο στα φύλλα των ετήσιων βλαστών όσο και στα φύλλα των μη καρποφόρων αιχμών. Η ημερήσια μείωση του PF και στα δύο είδη φύλλων ήταν 2,7 %. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι στο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των δύο δειγματοληψιών φύλλων δε σημειώθηκε κανένα περιστατικό βροχόπτωσης, σύμφωνα με τα υπάρχοντα μετεωρολογικά στοιχεία. Εφόσον οι απώλειες του PF ήταν οι ίδιες, τόσο στους ετήσιους βλαστούς όσο και στις μη καρποφόρες αιχμές για το παραπάνω διάστημα, συμπεραίνεται ότι για τις απώλειες αυτές ευθύνεται μάλλον ο άνεμος και πιθανόν κάποιος «γηρασμός» του υλικού αυτού, ενώ συγχρόνως δε φαίνεται να παίζει κάποιο ρόλο η ηλιακή ακτινοβολία.

Ακόμα, παρατηρήθηκε ότι μεγαλύτερη ποσότητα του PF συσσωρεύτηκε στα φύλλα των αιχμών από ότι στα φύλλα των ετήσιων βλαστών. Θα περίμενε όμως κανείς να συμβεί το αντίστροφο, μια και τα φύλλα των ετήσιων βλαστών έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια από αυτήν των φύλλων των αιχμών. Το γεγονός αυτό μπορεί να συνέβει πιθανόν λόγω του τρόπου εφαρμογής του φυτοπροστατευτικού μέσου PF, πράγμα που θα ήταν χρήσιμο να ερευνηθεί σε επόμενες πειραματικές εργασίες.

Όσον αφορά στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων, σύμφωνα με τον πίνακα 13, φάνηκε ότι η ξηρή ουσία και το ειδικό βάρος ήταν χαμηλότερα κατά 4 % στα φύλλα των δένδρων με το PF, σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Η πολύ μικρή αυτή διαφορά μπορεί να οφείλεται στη μικρή μείωση της φωτοσύνθεσης στα φύλλα με το PF, η οποία ίσως να οφείλεται στη σκίαση που προκάλεσε το PF στα φύλλα αυτά. Αντίθετα, η χλωροφύλλη ήταν κατά 8 % περισσότερη στα φύλλα με το PF σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, αν και η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, λόγω του περιορισμένου των μετρήσεων και της παραλλακτικότητας. Αν αυτή η μικρή αύξηση στη χλωροφύλλη συνέβει αναγκαία λόγω της σκίασης που προκάλεσε η σκόνη PF, τότε θα έπρεπε αναγκαστικά και ο λόγος χλωροφύλλη α / χλωροφύλλη β να μειωθεί σημαντικά στα φύλλα με το PF, πράγμα που δεν παρατηρήθηκε. Συνεπώς, φαίνεται ότι η σκόνη PF δεν προκαλεί σημαντική σκίαση στα φύλλα των δένδρων και συγχρόνως, η αυξημένη

ξηρή ουσία και ειδικό βάρος στα φύλλα του μάρτυρα πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη διαπνοή των φύλλων αυτών σε σχέση με τα φύλλα με τη σκόνη PF.

Τέλος, σύμφωνα με τον Πίνακα 14, η ποιότητα των καρπών των μήλων ήταν γενικά πολύ καλή, όσον αφορά στις αντικειμενικές μετρήσεις της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών συστατικών ($\Delta.Σ.Σ. > 12 \%$) και της αντίστασης της σάρκας στην πίεση ($A.Π. > 7 \text{ Kg}$). Ωστόσο, οι καρποί των δένδρων που δέχτηκαν τη μεταχείριση με την τεχνική PFT, είχαν σημαντικά υψηλότερη $\Delta.Σ.Σ.$ (αυξημένη κατά $7,4 \%$) και αρκετά υψηλότερη $A.Π.$ (αυξημένη κατά $5,1 \%$). Η βελτίωση αυτή στην ποιότητα των καρπών των μήλων, είναι πιθανόν να οφείλεται στη λιγότερη καταπόνηση από υψηλή θερμοκρασία και υψηλή διαπνοή, που δέχονται γενικά τα δένδρα στα οποία έχει εφαρμοσθεί η τεχνική PFT.

Τέλος είναι αξιοσημείωτο το γεγονός που παρατηρήθηκε κατά τη συγκομιδή, σύμφωνα με το οποίο, οι καρποί των δένδρων στα οποία εφαρμόστηκε η τεχνική PFT, είχαν βελτιωμένο χρωματισμό και χαμηλότερο επίπεδο προσβολής από τη μη μεταδοτικής φύσεως ασθένεια του επιφανειακού εγκαύματος ($<< 5 \%$), σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Ωστόσο, το συμπέρασμα αυτό εξήχθει έπειτα από εμπειρική παρατήρηση και συνεπώς, θα ήταν σκόπιμο σε επόμενη αντίστοιχη πειραματική εργασία οι ίδιες παράμετροι να εκτιμηθούν βάσει συστηματικών μετρήσεων.

Summary

During the year 2000, an experiment on the control of the codling moth (*Cydia pomonella* L.) with environmentally friendly pest protectants was conducted in an apple orchard of an upland region of central Greece, in Zagora, Magnesia. Three treatments against codling moth were compared to control: the juvenile hormone analog (JHA) fenoxycarb (Insegar 25 WP), the microbial insecticide Madex of *Cydia pomonella* Granulosis Virus (CpGV) and the mineral kaolin dust: “particle film” (PF) used in particle film technology (PFT). The damage on apple fruits by the codling moth observed at harvest was relatively low. However, best protection was provided by fenoxycarb (damage: 0.06 %), similar protection was provided by PF (damage: 0.08 %) and less protection was provided by Madex (damage: 0.41 %). The damage on the control treatment was 1.48 %. Codling moth completed two generations in that region, however the number of moths captured in the pheromone traps was low. Only five larvae were captured in corrugated paper placed around trunks. Three codling moth development models were evaluated and compared: Model 1: 10 – 31 °C with 550 degree-days per generation, Model 2: 11,1 – 34,4 °C with 575 degree-days per generation and Model 3: 10 – 31,1 °C with 588 degree-days for the first generation and 657 degree-days for each of subsequent generations. Model 2 seemed to describe better the codling moth development. Physiological parameters were compared between PF leaves and control leaves. PF leaves had higher total chlorophyll (8,49 mg / g of dry matter) than control leaves (7,86 mg / g of dry matter). Control leaves dry matter was higher (44,7 %) than PF leaves (42,8 %), probably due to the increased dry matter of control leaves stomatal transpiration. Also, quality parameters were compared between PF apple fruits and control apple fruits. PF apple fruits had higher soluble solids concentration (13,1 %) as well as firmness (7,82 kg), than had control apple fruits (12,2 % and 7,44 kg, accordingly).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anonymous, 1988.** Effectiveness of granulosis virus for codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.) control in Poland. Fruit Science Reports. 15: 4, 185-191.
- Anonymous, 1999.** Integrated Pest Management for Apples and Pears. 2nd Ed. U.C. DANR, Publ. 3340, pp. 77-89.
- Anonymous, 2001.** Νέες Εγκρίσεις Γεωργικών Φαρμάκων. Γεωργία Κτηνοτροφία. Τεύχος 1/2001 Ιανουάριος-Μάρτιος. Εκδόσεις: Αγροτύπος. σελ. 80.
- Athanassov, A., Charmillot, P. J., Jeanneret, P. and Renard, D. 1997.** The larval and pupal parasitoids of the codling moth *Cydia pomonella* L. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 29: 2, 99-106.
- Avilla, J. and Gut, L. J. 2000.** Status of Codling Moth Management and Current Control Programs: Northern Hemisphere. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Βασιλακάκης, Μ. Δ. 1996.** Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Δενδροκομίας. Α.Π.Θ. σελ. 537.
- Beers, E. H., Brunner, J. F., Dunley, J. E. and Doerr, M. 2000.** Selective Use of Particle Film Technology in Washington Pome Fruit Pest Management. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. I. p. 664.
- Biache, G., Sauphanor, B. and Severini, M. 1996.** The sensitivity of codling moth to granulosis. Phytoma. No. 482, 25-26.
- Biache, G., Guillon, M. and Quenin, H. 1998a.** Biological control of *Cydia pomonella* with "Carpovirusine R". Trial results. Proceedings: 50th international symposium on crop protection. Gent, Belgium, 5 May 1998. Part II. Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Universiteit Gent. 63: 2b, 455-459.
- Biache, G., Perchat, S., Orts, R. and Quenin, H. 1998b.** A viral disease against codling moth. Arboriculture Fruitiere. No. 522, 35-38.
- Biache, G., Severini, M., Guillon, M. and Quenin, H. 1998c.** Secondary effect of granulovirus treatments on codling moth. Phytoma. No. 504, 43-44
- Biache, G., Perchat, S., Quenin, H. and Aupinel, P. 1999.** Codling moth granulosis. Detection of the viral disease by serological diagnostic method or by PCR. Phytoma. No. 514, 27-33.

- Blomefield, T. L. and Knight, A. L. 2000.** Codling Moth Management: Monitoring Methods, Control Guidelines and Predictive Models. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Blommers, L. H. M. 1994.** Integrated pest management in European apple orchards. *Ann. Rev. Ent.* 39, 213-241.
- Brunner, J. F. and Gut, L. 2000.** Management of Codling Moth with Mass Trapping, Attract and Kill and Mating Disruption. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Bulut, H. and Kilincer, N. 1989.** Investigations in the natural effectiveness of the egg parasitoids *Trichogramma embryophagum* (Hartig) and *T. kilinceri* Kostadinov against the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in Ankara [Turkey]. *Bitki Koruma Bulteni.* 29: 3-4, 165-194.
- Burov, V. N. and Sazonov, A. P. 1992.** A new preparation for orchards and vineyards. *Zashchita Rastenii Moskva.* No. 10: 50-51.
- Γιαννοπολίτης, Κ. Ν. 2000.** Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα. Εκδόσεις: ΑγροΤύπος. σελ. 256.
- Cardé, R. T. and Minks, A. K. 1995.** Control of moth pests by mating disruption: Successes and constraints. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 559-585.
- Charmillot, P. J. 1989.** Control of the codling moth *Cydia pomonella* L. by means of the granulosis virus. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 21 (1): 43-47.
- Charmillot, P. J. 1991.** Possibilities and limitations of selective methods of control of tortricid pests of orchards. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 23 (6): 363-374.
- Charmillot, P. J., Pasquier, D. and Schneider, D. 1991.** Efficacy and persistence of granulosis virus, phosalone and chlorpyrifos-methyl in the control of codling moth *Cydia pomonella* L. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 23 (2): 131-134.
- Charmillot, P. J., Pasquier, D., Scalco, A. and Hofer, D. 1997.** Lutte contre le carpocapse *Cydia pomonella* L. par un procédé attracticide. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 29 (2): 111-117.
- Charmillot, P. J., Pasquier, D. and Scalco, A. 1998a.** Granulosis virus of codling moth *Cydia pomonella*. 1. Determination of LC₅₀ in laboratory. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 30 (1): 7-9.
- Charmillot, P. J., Pasquier, D. and Scalco, A. 1998b.** Granulosis virus of codling moth *Cydia pomonella*. 2. Efficacy in microplots, persistence and effect of adjuvants. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 30 (1): 61-64.

- Charmillot, P. J. and Riedl, H. 2000.** The Future of Codling Moth Control with Conventional Insecticides, Insect Growth Regulators and Microbials. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Charmillot, P. J., Gourmelon, A., Fabre, A. L. and Pasquier, D. 2001.** Ovicidal and larvicidal effectiveness of several insect growth inhibitors and regulators on the codling moth *Cydia pomonella* L. (Lep., Tortricidae). J. Appl. Entomol. 125 (3): 147-153.
- Chernii, A. M., Dovzhenok, N. V. and Neverovskaya, T. M. 1993.** Insect growth and development regulators in the system of apple tree protection. Zashchita Rastenii Moskva. No. 6: 13-14.
- Collins Field Guide 1993.** Insect of Britain & Northern Europe. 3rd Edition. © Harper Collins Publishers. pp. 320.
- Cross, J. V. & 19 other authors 1996.** Current status of integrated pome fruit production in Western Europe and its achievements. IOBC/WPRS Bull. 19. 11 pp.
- Cross, J. V., Solomon, M. G., Chandler, D., Jarrett, P. and Richardson, P. 1999.** Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe: microbial agents and nematodes. Biocontrol Sci. Technol. 9, 125-149.
- Dent, D. 1991.** Insect Pest Management. CAB INTERNATIONAL. pp. 604.
- Dunley, J. E., Welter, S. C. and Beers, E. H. 2000.** Resistance Management on an area wide basis in Annual versus Perennial Cropping Systems. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Flint, M. L. and van den Bosch, R. 1981.** Introduction to Integrated Pest Management. Plenum Press, New York.
- Glenn, D. M. and Puterka, G. J. 2000.** Beneficial Photosynthetic and Horticultural Effects of Particle Film Application on Plants: Destroying the Dogma of the Negative Effects of Dust on Plants. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. I. p. 664.
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Drake, S. R., Unruh, T. R., Knight, A. L., Baherle, P., Prado, E. and Baugher, T. A. 2001.** Particle Film Application Influences Apple Leaf Physiology, Fruit Yield and Fruit Quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(2): 175-181.
- Guillon, M. and Biache, G. 1995.** IPM strategies for control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera: Olethreutidae) interest of CmGV for long term biological control of pest complex in orchards. Mededelingen Faculteit

Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Universiteit Gent. 60: 3a, 695-705.

- Gurr, G. M., Thwaite, W. G. and Nicol, H. I. 1999.** Field evaluation of the effects of the insect growth regulator tebufenozide on entomophagous arthropods and pests of apples. *Austr. J. Entomol.* 38: 2, 135-140.
- Hagley, E. A. and Laing, J. E. 1989.** Effect of pesticides on parasitism of artificially distributed eggs of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Proceedings of the Entomological Society of Ontario.* 1989, 120: 25-33.
- Hall, F. R. and Menn, J. J. 1999.** *Methods in biotechnology™. Biopesticides: Use and Delivery.* Humana Press Inc. pp. 626.
- Hassan, S. A. 1992.** Trials on the use of *Trichogramma* spp. to control the codling moth *Cydia pomonella* L. and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* F.R. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie.* 8: 1-3, 70-74.
- Hassan, S. A. 1993.** The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pesticide-Science.* 37: 4, 387-391.
- Hassan, S. A. and Rost, W. M. 1993.** Mass rearing and utilization of *Trichogramma*: 13. Optimizing the control of the codling moth *Cydia pomonella* L. and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* F. R. *Gesunde Pflanzen.* 45(8): 296-300.
- Hoehn, H. and Wildbolz, T. 1992.** Side effects of fenoxycarb and diflubenzuron on secondary pests in apple orchards. *Acta Phytopathol. Entomol. Hungarica.* 27: (1-4) 281-287.
- Hrdý, I., Kuldová, J., Kocourek, F., Beránková, J. and Pultar, O. 1996.** The potential of pheromones in combination with juvenoids and/or entomopathogenes in IPM of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Proceedings of the International Conference on Integrated Fruit Production, at Poland, 1995. Acta Horticulturae,* n° 422/1996.
- Θεοδωρίκας, Σ. Σ. 1991.** Σημειώσεις Ορυκτοδιαγνωστικής και Συστηματικής Ορυκτολογίας – Πετρολογίας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. σελ. 123.
- Jaques, R. P. 1990.** Effectiveness of the granulosis virus of the codling moth in orchard trials in Canada. *Proceedings and abstracts, Vth International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control.* Adelaide, Australia, 20-24 August 1990. 428-430.

- Jaques, R. P., Hardman, J. M., Laing, J. E., Smith, R. F. and Bent, E. 1994.** Orchard trials in Canada on control of *Cydia pomonella* (Lep: Tortricidae) by granulosis virus. *Entomophaga*. 39: 281-292.
- Κουκουργιάννης, Β. 1997.** Η Μηλοκαλλιέργεια. Ποικιλίες, υποκείμενα, εξέλιξη, προοπτικές. Γεωργία Κτηνοτροφία. Τεύχος 10/1997 Δεκέμβριος. Αφιέρωμα Μηλοειδή Ι. Εκδόσεις: Αγροτύπος. σελ. 96.
- Kutsryavtseva, N. N. and Teshler, M. P. 1994.** Studies on parasite-host relations in respect of *Trichogramma* in codling moth. *Buletinul Academiei de Stiinte a Republicii Moldova. Stiinte Biologice si Chimice*. No. 3, 28-33.
- Lacey, L. A. and Chauvin, R. L. 1999.** Entomopathogenic nematodes for control of diapausing codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in fruit bins. *J. Econ. Entomol.* 92(1): 104-109.
- Lacey, L. A. and Unruh, T. R. 1998.** Entomopathogenic nematodes for control of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae): effect of nematode species, concentration, temperature, and humidity. *Biol. Control*. 13(3): 190-197.
- Landolt, P. J., Brumley, J. A., Smithhisler, C. L., Biddick, L. L. and Hofstetter, R. W. 2000.** Apple Fruit Infested with Codling Moth are More Attractive to Neonate Codling Moth Larvae and Possess Increased Amounts of (E,E)-a-Farnesene. *J. Chem. Entomol.* 26(7): 1685-1699.
- Leius, K. 1967.** Influence of wild flowers on parasitism of the tent caterpillar and codling moth. *Can. Entomol.* 99, 444-446.
- Losel, P. M., Penners, G., Potting, R. P. J., Ebbinghaus, D., Elbert, A. and Scherckenbeck, J. 2000.** Laboratory and field experiments towards the development of an attract and kill strategy for the control of codling moth, *Cydia pomonella*. *Ent. Exper. Appl.* 95(1): 39-46.
- Λυκουρέσης, Δ. Π. 2000.** Βιολογική Καταπολέμηση Εντόμων – Εχθρών των Φυτών. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας. σελ. 55.
- Mani, E. and Schwaller, F. 1992.** Results of 12 years experience to control codling moth, *Cydia pomonella* L. by mating disruption. *Bulletin-OILB-SROP*. 15: 5, 76-80.
- Mills, N. J., Unruh, T. and Kuhlmann, U. 2000.** The Role of Natural Enemies and Habitat Modification in Codling Moth Management Programs. *Abstracts of XXI International Congress of Entomology*. Vol. II. p. 698.

- Nicholas, A. H., Thwaite, W. G. and Spooner, H. R. N. 1999.** Arthropod abundance in an Australian apple orchard under mating disruption and supplementary insecticide treatments for codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Austr. J. Entomol.* 38: (1) 23-29.
- Παπαδοπούλου – Μουρκίδου, Ε. 1991.** Διδακτικές σημειώσεις κατά τις παραδόσεις του μαθήματος Γεωργικά Φάρμακα. Μέρος 1. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. σελ. 183.
- Pasquier, D., Charmillot, P. J., Scalco, A. and Renard, D. 1997.** Biological control of codling moth *Cydia pomonella* with *Bacillus thuringiensis* (BT): from laboratory to orchard. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 29: 4, 233-238.
- Pasquier, D. and Charmillot, P. J. 1998.** Granulosis virus of codling moth *Cydia pomonella*. 3. Long term field trials. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 30: 3, 185-187.
- Perić, P., Injac, M., Krnjajić, S., Dimić, N. and Vukša, M. 1996.** The effects of Granulosis Virus and juvenoids on *Cydia pomonella* L. Proceedings of the International Conference on Integrated Fruit Production, at Poland, 1995. *Acta Horticulturae*, n° 422/1996.
- Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Βόλου 1998.** Γεωργικές Προειδοποιήσεις 1998.
- Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Βόλου 1999.** Γεωργικές Προειδοποιήσεις 1999.
- Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Βόλου 2000.** Γεωργικές Προειδοποιήσεις 2000.
- Pickel, C. P., Bethell, R. S. and Coates, W. W. 1986.** Codling Moth Management Using Degree-days. University of California Statewide IPM Project. Publication #4.
- Pitcairn, M. J., Zalom, F. G. and Rice, R. E. 1992.** Degree-day forecasting of generation time of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) populations in California. *Environ. Entomol.* 21: 441-446.
- Pluciennik, Z., Olszak, R. W., Tworkowska, U. and Rejnus, M. 1997.** Effectiveness of Carpodovirusine in the control of codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.). *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach.* 4: 127-134.
- Polesny, F., Rupf, O. and Kuhrer, E. 1998.** Strategies for codling moth treatment, up-to-date test results. *Pflanzenschutz Wien.* 14: 2, 5-6.

- Puterka, G. J. and Glenn, D. M. 2000.** Particle Film Technology for Control of Arthropod Pests and Diseases on Plants. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. I. p. 664.
- Rechcigl, J. E. and Rechcigl, N. A. 1998.** Biological and Biotechnological Control of Insect Pests. Agriculture and Environment Series. pp. 374.
- Riedl, H., Landolt, P. J. and Marti, S. 2000.** Codling Moth Adaptations: Host and Geographical Races. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Romoser, W. S. and Stoffolano, J. G. 1998.** The Science of Entomology. 4th Edition. © The McGraw – Hill Companies, Inc. pp. 605.
- Rost, W. M. and Hassan, S. A. 1988.** Control of the codling moth and the summer fruit tortrix moth with egg parasitoids - a practical method harmless to the environment. *Erwerbsobstbau*. 30: 7, 189-191.
- Sauphanor, B. and Bouvier, J. C. 1995.** Cross resistance between benzoylureas and benzoylhydrazines in the codling moth *Cydia pomonella* L. *Pesticide Science*. 45, 369-375.
- Sauphanor, B., Thwaite, W. G., Cichon, L. and Bouvier, J. C. 2000.** Insecticide resistance in codling moth worldwide: monitoring, mechanisms and cross-resistance. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Smith, R. F. and Reynolds, H. T. 1966.** Principles, definitions and scope of integrated pest control. Proceedings of FAO Symposium on Integrated Pest Control. 1, 7-11.
- Sorokina, A. P. 1991.** New data on knowledge of species of the genus *Trichogramma* Westw. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) of the USSR fauna with notes on synonymy. *Entomologicheskoe Obozrenie*. 70: 1, 183-195.
- Τζανακάκης, Μ. Ε. 1995.** Εντομολογία. University Studio Press. σελ.501.
- Τζανακάκης, Μ. Ε. και Κατσόγιαννος, Β. Ι. 1998.** Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Αθήνα. Εκδόσεις: Αγροτύπος. σελ 359.
- Thistlewood, H. M. and Judd, G. J. 2000.** Sterile Insect Release in Canada: From Eradication to Area-wide Management. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Thomson, D., Witzgall, P. and Arn, H. 1997.** Confusion amongst codling moth fellows continues: a commercial perspective on the implementation of codling moth mating disruption in North America. *Bulletin-OILB-SROP.*, 20: 1,57-63.

- Thwaite, W. G., Addison, M. F. and Gonzalez, R. H. 2000.** Status of codling moth management and current control programs: Southern hemisphere. Abstracts of XXI International Congress of Entomology. Vol. II. p. 698.
- Valentine, B. J., Gurr, G. M. and Thwaite, W. G. 1996.** Efficacy of the insect growth regulators tebufenozide and fenoxycarb for lepidopteran pest control in apples, and their compatibility with biological control for integrated pest management. *Austral. Exper. Agricult.* 36:(4) 501-506.
- Vickers, R. A., Thwaite, W. G., Williams, D. G. and Nicholas, A. H. 1998.** Control of codling moth in small plots by mating disruption: Alone and with limited insecticide. *Ent. Exper. Appl.* 86:(3) 229-239.
- Vlieger, J. J. and Klinjstra, J. W. 1993.** Mating disruption of codling moth and fruit tree leafrollers in apple orchards with TNO dispensers. *Bulletin-OILB-SROP.*, 16: 10, 99-103.
- Way, M. J. and van Emden, H. F. 2000.** Integrated pest management in practice – pathways towards successful application. *Crop Protection.* 19:81-103.
- Whalon, M. E. and Croft, B. A. 1984.** Apple IPM implementation in North America. *Annu. Rev. Ent.* 29, 435-470.
- Wintermans, I. F. and Mots, A. 1965.** Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol. *Bioch. Biophys. Acta* 109:448-453.
- Zandstra, B. H. and Motooka, P. S. 1978.** Beneficial effects of weeds in pest management – a review. *PANS* 24, 333-338.

Διευθύνσεις Διαδικτύου

<http://axp.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html>

<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov98/film1198.htm>

<http://www.fao.org>

<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6cydpom.htm>

<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/000011/09/0000110990.html>

<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/000010/64/0000106481.html>

http://plant-protection.massey.ac.nz/171_284/cs_notes/sect_2_1/page37.htm

<http://www.oksir.org/faq.html>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072413