

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



“Αεροχρωματογραφική Μελέτη της Κινητικής της Διασποράς της Φερομόνης για την Παγίδευση των *Lobesia Botrana* Den. & Schiff. και *Cydia Pomonella* Linnaeus.”



Διπλωματική εργασία

Άννα Λυμπεράτου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Παππά Αθηνά

Αθήνα, Ιούνιος 2011



“ΑΕΡΟΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΤΗΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ *Lobesia botrana* DEN. & SCHIFF. ΚΑΙ *Cydia pomonella* LINNAEUS.”

Συγγραφέας : Άννα Λυμπεράτου Διπλωματική Εργασία

Επιβλέποντες :	Αθηνά Παππά	Πειραματικό μέρος :	CEQA (UPV)
	Primo Jaime	Επεξεργασία:	Ε.Μ.Π.
		Ημερομηνία :	Ιούνιος 2011

Περίληψη:

Οι μέθοδοι της παρακολούθησης και της μαζικής παγίδευσης για την καταπολέμηση των παρασίτων *Lobesia botrana* Den. & Schiff. και *Cydia pomonella* Linnaeus, που επιτίθενται σε καλλιέργειες αμπέλου και μηλιάς αντίστοιχα, παρουσιάζουν κάποια χαρακτηριστικά που τις τοποθετούν σε ανταγωνιστική θέση συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους καταπολέμησης. Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία των μεθόδων αυτών, είναι η χρήση ενός καλού εξατμιστήρα, με εκπομπή φερομόνης που να προσεγγίζει κινητική μηδενικής τάξης, χαμηλή ευαισθησία στην θερμοκρασία, μακρά διάρκεια ωφέλιμης ζωής και επιπλέον να είναι οικονομικός και φιλικός ως προς το περιβάλλον, (όχι ρυπογόνος).

Παρά το γεγονός ότι στο εμπόριο κυκλοφορούν εξατμιστήρες με μακρά διάρκεια ωφέλιμης ζωής, που επιτρέπουν την κάλυψη της κρίσιμης περιόδου που χρειάζεται επέμβαση για την αποφυγή των ζημιών που προκαλούν τα παράσιτα, αυτοί συντίθενται από υλικά πολύ αργής βιοδιάσπασης έως και μηδενικής, αποτελώντας αιτία ρύπου της καλλιέργειας στο τέλος της χρήσης τους.

Σε αυτή τη μελέτη, συντίθενται νέοι εξατμιστήρες σεξουαλικής φερομόνης των *Lobesia botrana* και *Cydia pomonella*, χρησιμοποιώντας ως βάση σεπιόλιθο. Οι διαφορετικές συνθέσεις εξατμιστήρων που παρασκευάστηκαν, εκτέθηκαν σε καλλιέργειες με σκοπό την μελέτη της κινητικής εκπομπής τους και της αποτελεσματικότητάς τους στην παγίδευση. Παράλληλα πραγματοποιήθηκε δεύτερος κύκλος πειραμάτων, με την τοποθέτηση των νέων εξατμιστήρων και εξατμιστήρων του εμπορίου σε θάλαμο αερισμού, με σκοπό τη σύγκριση της κινητικής εκπομπής τους.

Σε τακτά χρονικά διαστήματα, παίρνονταν δείγματα των εξατμιστήρων και προσδιοριζόταν η εναπομείνουσα φερομόνη τους, μέσω Αέριας Χρωματογραφίας, δίνοντας τις καμπύλες κινητικής εκπομπής τους. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων αυτών, σε συνδυασμό με τις παγιδεύσεις των παρασίτων στις καλλιέργειες (για την περίπτωση των νέων εξατμιστήρων), οδήγησαν στην αξιολόγηση της συμπεριφοράς τους.

Λέξεις Κλειδιά: Μαζική παγίδευση, παρακολούθηση πληθυσμού, σεξουαλική φερομόνη, εξατμιστήρας, κινητική εκπομπής, αέρια χρωματογραφία, *Lobesia botrana*, *Cydia pomonella*.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ πολύ όλους όσους βοήθησαν με τις γνώσεις και τη συμπαράστασή τους στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Καταρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Αθηνά Παλπά και τον κο Primo Jaime για την καθοδήγησή και στήριξή τους και για την εμπιστοσύνη που μου έδωσαν να εκπονήσω τη διπλωματική μου εργασία σε συνεργασία του Ε.Μ.Π. και του U.P.V. μέσω του προγράμματος Socrates – Erasmus.

Ιδιαίτερος θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην Sandra Vacas, στην Cristina Alfaro και σε όλους τους ανθρώπους του Centro de Ecología Química Agrícola του Universidad Politécnica de Valencia που με βοήθησαν, στήριξαν και καθοδήγησαν κατά τη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ την οικογενειά μου και τους φίλους μου για τη στήριξη και συμπαράστασή τους.

Άννα Λυμπεράτου

Αθήνα, Ιούνιος 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	8
1.1. Η ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΑΡΑΣΙΤΑ - Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΜΕΡΑ.....	8
1.2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ.....	9
1.3. ΦΕΡΟΜΟΝΕΣ.....	9
1.3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	9
1.3.2. Η ΧΗΜΙΚΗ ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ	10
1.3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ.....	11
1.3.3.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΡΗΣΗΣ ΦΕΡΟΜΟΝΙΚΩΝ ΠΑΓΙΔΩΝ.....	11
1.3.3.2. ΤΥΠΟΙ ΠΑΓΙΔΩΝ.....	12
1.3.3.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΙΚΩΝ ΠΑΓΙΔΩΝ.....	13
1.4. ΕΥΔΕΜΙΔΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ, <i>Lobesia botrana</i> DENIS & SCHIFF. 1775.....	14
1.4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	15
1.4.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ <i>Lobesia botrana</i>	15
1.4.3. ΖΗΜΙΕΣ	16
1.4.4. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ <i>Lobesia botrana</i>	17
1.4.5. ΧΡΗΣΗ ΣΕΞΟΥΑΛΙΚΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ <i>Lobesia botrana</i>	18
1.5. ΚΑΡΠΟΚΑΨΑ ΤΗΣ ΜΗΛΙΑΣ, <i>Cydia pomonella</i> LINNAEUS 1758.....	19
1.5.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	19
1.5.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ <i>Cydia pomonella</i>	20
1.5.3. ΖΗΜΙΕΣ	21
1.5.4. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ.....	22
1.5.5. ΧΡΗΣΗ ΣΕΞΟΥΑΛΙΚΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ <i>Cydia pomonella</i>	22

1.6. ΒΕΛΤΙΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΓΙΔΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ	23
1.7. ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ – ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ...	25
1.7.1. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ ΑΕΡΙΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ.....	25
1.7.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΣΩ ΑΕΡΙΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ.....	30
1.8. ΠΑΓΙΔΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ.....	31
1.9. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	31
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	34
2.1. ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ	34
2.1.1. ΦΕΡΟΜΟΝΙΚΟΙ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ ΤΟΥ CEQA.....	34
2.1.2. ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ.....	40
2.2. ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ	41
2.2.1. ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	41
2.2.2. ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	42
2.2.3. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ	43
2.2.3.1. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΠΟΜΠΩΝ CEQA	43
2.2.3.2. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ.....	45
2.2.4. ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΜΕΙΝΟΥΣΑΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ.....	45
2.2.4.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΜΕ ΑΕΡΙΟ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟ (GC/FID)	45
2.2.4.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΤΗΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ.....	57
2.3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΑΓΡΟΥΣ.....	58
2.3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΑΓΡΟΥΣ.....	59
2.3.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	60
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	62
3.1. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ ΥΠΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	62
3.1.1. CEQA 1.....	62

3.1.2. CEQA 10.....	65
3.1.3. CEQA 1-CEQA 10.....	67
3.1.4. CEQA 5.....	68
3.1.5. CEQA 30.....	70
3.1.6. CEQA 5 – CEQA 30.....	72
3.2. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ ΥΠΟ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.	73
3.2.1. EGVM.....	73
3.2.2. CEQA 1.....	75
3.2.3. EGVM – CEQA 5.....	78
3.2.4. QLURE-CYP.....	78
3.2.5. CEQA 5.....	80
3.2.6. QLURE-CYP – CEQA 5.....	83
3.3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗΣ.....	83
3.3.1. ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΤΗΣ <i>Lobesia botrana</i> ΤΩΝ CEQA 1 ΚΑΙ CEQA 10.....	84
3.3.2. ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΤΗΣ <i>Cydia pomonella</i> ΤΩΝ CEQA 5 ΚΑΙ CEQA 30.....	85
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	89
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. Η ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΑΡΑΣΙΤΑ-Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΜΕΡΑ.

Από την αρχή της εμφάνισης της γεωργίας, ο άνθρωπος προσπάθησε, με τα διαθέσιμα πάντα μέτρα, να βελτιώσει την επίδοση της γεωργικής δραστηριότητας. Με το χρόνο, υπήρξε μια τάση προς τη χρησιμοποίηση ποικιλιών πιο παραγωγικών και με καλύτερα χαρακτηριστικά. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων και τη χρήση αυξημένων ποσών λιπασμάτων, κυρίως αζωτούχων, οδήγησε σε αύξηση των γεωργικών επιδόσεων. Παρόλ' αυτά, τα φυτά (κυρίως τα νεοεισαχθέντα είδη), εμφανίζουν μεγαλύτερη ευαισθησία απέναντι στα παράσιτα και στις ασθένειες (Costa–Comelles y García–Marí, 1999).

Η προστασία των καλλιεργειών γίνεται ολοένα και πιο σημαντική για τις γεωπονικές επιστήμες για διάφορους λόγους. Κυριότερος εξ' αυτών είναι η σχέση που υπάρχει μεταξύ της γεωργικής ανάπτυξης και του οικονομικού πλήγματος που επιφέρουν οι ζημιές που προκαλούν τα παράσιτα και τα έντομα που επιτίθενται στις καλλιέργειες (Costa – Comelles y García – Marí, 1999).

Το κυριότερο όπλο που χρησιμοποιείται σήμερα για την άμυνα των γεωργικών καλλιεργειών, αποτελούν τα συνθετικά χημικά εντομοκτόνα. Η χρήση των οποίων, βοηθάει επιπλέον στην εξάλειψη ασθενειών, όπως η ελονοσία και ο κίτρινος πυρετός, που μεταδίδονται μέσω των εντόμων.

Παρά την αναμφισβήτητη χρησιμότητα που έχουν για τον άνθρωπο τα εντομοκτόνα και γενικά τα παρασιτοκτόνα, η χρήση τους παρουσιάζει μια σειρά προβλημάτων, τόσο τεχνικών όσο και από πλευράς επιπτώσεων στο περιβάλλον. Μερικά από τα τεχνικά προβλήματα που προκύπτουν είναι η διαταραχή των γεωργικών οικοσυστημάτων, η εμφάνιση φαινομένων ανθεκτικότητας των παρασίτων και η αύξηση κόστους για την προστασία των καλλιεργειών. Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μπορούμε να αναφέρουμε τη τοξικότητα για τον άνθρωπο, την οικοτοξικότητα και τη μόλυνση του περιβάλλοντος από τα παρασιτοκτόνα.

Κατά συνέπεια, οι επιχειρήσεις που δρουν στο τομέα παραγωγής παρασιτοκτόνων αναγκάζονται να κατευθύνουν τις έρευνές τους προς τη παραγωγή προϊόντων πιο επιλεκτικών, λιγότερο επιθετικών και λιγότερο τοξικών. Αποτέλεσμα αυτού είναι η εμφάνιση νέων ειδών εντομοκτόνων που ανήκουν σε άλλες χημικές ομάδες, μεταξύ των οποίων είναι οι νέες γενιές βιολογικών προϊόντων.

1.2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ.

Παρά την εξέλιξη των χημικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται για τη καταπολέμηση των παρασίτων, είναι αναπόφευκτη η έρευνα νέων εναλλακτικών μεθόδων, που θα είναι αποτελεσματικές και ταυτόχρονα φιλικές απέναντι στο περιβάλλον, με σεβασμό στο οικοσύστημα. Η μελέτη αυτών των μεθόδων συνοψίζεται στα εξής βασικά σημεία:

- Μελέτη μηχανισμών άμυνας των φυτών
- Μελέτη μεθόδων βιολογικού ελέγχου
- Μελέτη εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών
- Μελέτη ουσιών που εμποδίζουν την ομαλή ανάπτυξη του εντόμου
- Μελέτη ουσιών που παρεμβαίνουν στην επικοινωνία μεταξύ εντόμων

Η παρούσα μελέτη εντάσσεται στην τελευταία αυτή κατηγορία, συγκεκριμένα στη δημιουργία νέων εξατμιστήρων (πομπών), μιας παρεμβαλλόμενης ουσίας στην επικοινωνία μεταξύ εντόμων, με ελεγχόμενη ταχύτητα εκπομπής. Οι εξατμιστήρες αυτοί αποτελούν θεμελιώδες κομμάτι για κάθε μέθοδο που χρησιμοποιεί αυτές τις ουσίες και εφαρμόζεται στους αγρούς.

Οι ουσίες αυτές ταξινομούνται σύμφωνα με το αν ασκούν δράση μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους εντόμων (φερομόνες) ή μεταξύ ατόμων διαφορετικού είδους εντόμου (αλελομόνες). Στη περίπτωση των αλελομονών, ανάλογα με το αν είναι ευεργετικές ή επιβλαβείς διαχωρίζονται σε αλλομόνες και καιρομόνες, αντίστοιχα.

Η χρήση αυτών των ουσιών είναι εξαιρετικά χρήσιμη για την καταπολέμηση των παρασίτων, ή για τον έλεγχο και τον προσδιορισμό των πληθυσμών των εντόμων, με τις φερομόνες να έχουν τη πρώτη θέση σε εφαρμογές μέχρι στιγμής.

1.3. ΦΕΡΟΜΟΝΕΣ

1.3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.

Από το 1959 που ανακαλύφθηκε η δομή της φερομόνης του μεταξοσκώληκα, *Bombyx mori* L., (Butenand et al.), οι έρευνες στον τομέα των σεξουαλικών φερομονών των εντόμων, κυρίως των λεπιδόπτερων, έχουν σημειώσει μεγάλη ανάπτυξη (Guerrero, 1988).

Οι φερομόνες είναι χημικές ενώσεις που εκπέμπονται από έναν οργανισμό και προκαλούν μια συγκεκριμένη αντίδραση (συμπεριφορά) από άλλα μέλη του ίδιου είδους. Με βάση τον τύπο της εκδήλωσης που προκαλούν οι φερομόνες στο έντομο δέκτη, διαχωρίζονται σε:

α. Φερομόνες συνάθροισης (προσέλκυσης και/ή λήξης μετακίνησης), που περιλαμβάνουν και όσες προκαλούν την ακολούθηση εναέριας ή επίγειας ατραπού.

β. Φερομόνες διασποράς (τάξης και κίνησης μακριά από την πηγή)

γ. Φερομόνες σεξουαλικής (γενετήσιας) συμπεριφοράς,

δ. Φερομόνες ωτοκίας,

ε. Φερομόνες συναγερμού (επαγρύπνησης) και

στ. Φερομόνες εξειδικευμένης κοινωνικής συμπεριφοράς.

Λόγω της ευαισθησίας, της εξειδίκευσης και της μη τοξικότητάς τους, αποτελούν μία καλή εναλλακτική λύση σε σχέση με τα συμβατικά παρασιτοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την προστασία των καλλιεργειών (Esteban - Durán, 1988).

Οι φερομόνες μπορούν να προκαλέσουν ένα αποτέλεσμα άμεσο και αντιστρεπτό στη συμπεριφορά του υποδοχέα όσο και αρκετά καθυστερημένο και διαρκές. Αυτές οι αντιδράσεις μπορούν να οφείλονται είτε σε μια συγκεκριμένη χημική ένωση, είτε όπως συμβαίνει συνήθως, σε ένα συγκεκριμένο μίγμα χημικών ενώσεων. Σε αυτή τη τελευταία περίπτωση, το συγκεκριμένο αυτό μίγμα αποτελεί τη φερομόνη, ενώ οι χημικές ενώσεις που το αποτελούν ονομάζονται φερομονικές ενώσεις (Guerrero, 1988).

1.3.2. Η ΧΗΜΙΚΗ ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ

Μέχρι σήμερα έχουν ερευνηθεί κυρίως οι σεξουαλικές φερομόνες των θυληκών λεπιδοπτερων, (περισσότερα από 120 είδη και 80 χημικές ενώσεις). Σε γενικές γραμμές πρόκειται για υδρογονανθρακικές ενώσεις γραμμικής αλυσίδας και η πολυμορφία στη δομή τους σχετίζεται με τον αριθμό των ατόμων άνθρακα, και τον αριθμό και τη θέση όπου εμφανίζονται η χαρακτηριστική τους ομάδα. Ο αριθμός ατόμων άνθρακα των ενώσεων κυμαίνεται μεταξύ 10 και 21, με πιά συνήθη τους

14, 16 και 18 (90% των συνολικών). Οι ακόρεστοι δεσμοί είναι διπλοί, με πύο συνήθεις θέσεις τις 7, 9 και 11.

Οποιαδήποτε αλλαγή θέσης του διπλού δεσμού ή του μήκους της ανθρακικής αλυσίδας, επηρεάζει τη βιολογική δραστηριότητα των σεξουαλικών φερομόνων των λεπιδόπτερων. Η πολυπλοκότητα της δομής ενός μίγματος διαφόρων ενώσεων μπορεί να είναι κατώτερη αυτής μιας ένωσης, αν και σε κάθε περίπτωση μπορεί να είναι κρίσιμη η γνώση της λειτουργίας της κάθε ένωσης του μίγματος. Η στερεοϊσομέρεια επηρεάζει επίσης, σε μεγάλο βαθμό, τη βιολογική δράση των φερομονικών ενώσεων (Guerrero, 1988).

Οι σεξουαλικές φερομόνες των αρσενικών έχουν ερευνηθεί λιγότερο απ' αυτές των θηλυκών, ωστόσο γνωρίζουμε ότι πρόκειται επίσης για εστέρες, αλδεΐδες, αλκοόλες, κλπ., διαφόρων δομών (Guerrero, 1988).

Οι φερομόνες που έχουν διατεθεί στο εμπόριο (όπως οι Codlure, Dispalure, Gyplure, Hexalure, Codlemone, Orfamone, Ostramone, Gossypmone, Dispamone και άλλες) είναι είτε η ίδια η φυσική φερομόνη ή συγγενείς της ουσίες, που ονομάζονται παραφερομόνες ή συνθετικές φερομόνες.

1.3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ

1.3.3.1. Μέθοδοι χρήσης Φερομονικών Παγίδων

Υπάρχουν δύο στρατόπεδα στη χρήση των φερομονών που διαφοροποιούνται αρκετά μεταξύ τους και βασίζονται σε διαφορετικές αρχές. Από τη μία μεριά είναι ο αποτελεσματικός έλεγχος των πτήσεων των εντόμων που επιτίθενται στις καλλιέργειες και επιτρέπουν την εκτίμηση των πληθυσμών τους. Από την άλλη μεριά, χρησιμοποιούνται για τον άμεσο έλεγχο των εντόμων που παρασιτούν στις καλλιέργειες, εφαρμόζοντας με το σκοπό αυτό, τεχνικές μαζικής παγίδευσης ή πρόκλησης αποπροσανατολισμού και σύγχυσης των εντόμων, αν και αυτές οι μέθοδοι δεν εφαρμόζονται ακόμα σε μεγάλη κλίμακα (Esteban-Durán, 1988). Στη συνέχεια εξηγούνται οι μέθοδοι αυτές πύο αναλυτικά.

Παρακολούθηση. Ο στόχος της μεθόδου είναι η παρακολούθηση του πληθυσμού των επιβλαβών οργανισμών, με παγίδευση χρησιμοποιώντας την σεξουαλική φερομόνη. Όταν παγιδευτούν τα έντομα, εξοντώνονται με χρήση εντομοκτόνων ή μεταφέρονται σε φυσικές παγίδες διαφορετικού μεγέθους.

Μαζική παγίδευση. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στη χρήση μεγάλου αριθμού παγίδων που φέρουν τη σεξουαλική φερομόνη, μέσα στις οποίες παγιδεύεται σε

μεγάλο ποσοστό ο πληθυσμός των αρσενικών, ο οποίος εξουδετερώνεται πριν να έχει την ευκαιρία να αναπαραχθεί με τα θηλυκά.

Σεξουαλική Σύγχυση. Η μέθοδος του σεξουαλικού αποπροσανατολισμού-σύγχυσης συστήθηκε αρχικά (Gaston et al.) το 1967, γνωρίζοντας ήδη τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν τα έντομα (Coscollá, 1997). Μπορεί να μεταφραστεί ως διαταραχή της σεξουαλικής έλξης των αρσενικών εντόμων από τα θηλυκά, προκαλούμενη από τη συνεχή και ομογενή διάχυση της φερομόνης στην ατμόσφαιρα που περιέχεται στη προστατευόμενη καλλιέργεια. Τα αρσενικά, αποπροσανατολισμένα, είναι ανίκανα να εντοπίσουν και να γονιμοποιήσουν τα θηλυκά, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αύξηση του πληθυσμού (Costa – Comelles y García – Marí, 1999).

1.3.3.2. Τύποι παγίδων.

Οι περισσότερες παγίδες φερομονών που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα προορίζονταν για Λεπιδόπτερα. Οι αποτελεσματικότερες από αυτές είναι κατασκευασμένες από αδιαβροχοποιημένο χαρτόνι που εσωτερικά φέρει επίχρισμα κολλητικής ουσίας. Στον πυθμένα της παγίδας ή κρεμασμένος από την οροφή της βρίσκεται ο εξατμιστήρας της φερομόνης, (Καπετανάκης Ε.)

Στην περίπτωση εκχύλισματος συνθετικής ουσίας, αυτή εμποτίζεται σε κατάλληλο στερεό υλικό (καουτσούκ, πλαστικό) που μπορεί να έχει σχήμα κάψας, φιαλιδίου, πλακιδίου κ.α. Το εμποτισμένο αυτό υλικό, ο εξατμιστήρας, εκλύει τη φερομόνη με ρυθμό που να επιτυγχάνεται ο ελκυσμός αλλά και να διαρκέσει η έκλυση για μακρύ χρονικό διάστημα (λίγες εβδομάδες έως και μήνα ανάλογα με την περίπτωση). Η συχνότητα εξυπηρέτησης της παγίδας φερομόνης, της αντικατάστασης δηλαδή του εξατμιστήρα ή γενικά της πηγής της φερομόνης εξαρτάται από το είδος του εντόμου, την πηγή της φερομόνης (εκχύλισμα τους, συνθετική ουσία), τον τύπο του εξατμιστήρα, την περιοχή, την εποχή, το σκοπό παγίδευσης, κ.α. (Καπετανάκης Ε.)

Στην περίπτωση παγίδων του εμπορίου ακολουθούνται οι οδηγίες του παρασκευαστή. Οι εξατμιστήρες, μέχρι να χρησιμοποιηθούν, πρέπει να διατηρούνται σε ψυγείο μέσα σε φιάλες που κλείνουν αεροστεγώς. Η συχνότητα της καταμέτρησης των συλλαμβανόμενων εντόμων εξαρτάται από το είδος του εντόμου, την εποχή και τον αριθμό των συλλήψεων. Οι παγίδες πρέπει να καθαρίζονται περιοδικά, (Καπετανάκης Ε.).

Η αναγκαία πυκνότητα των παγίδων κατά μονάδα επιφάνειας αγρού καθώς και η διάταξή τους εξαρτάται από την περιοχή, το μέγεθος του αγρού, την ύπαρξη άλλων φυτών – ξενιστών πέρα από την κύρια καλλιέργεια, καθώς και την κατάσταση καταπολέμησης στους γειτονικούς αγρούς, (Καπετανάκης Ε.).

1.3.3.3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Χρήσης Φερομονικών Παγίδων

Η χρήση παγίδων που εκπέμπουν σεξουαλική φερομόνη εντόμων με σκοπό είτε την παρατήρηση πληθυσμού τους, είτε τη μαζική παγίδευση ή σύγχυσή τους, παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία παρατίθενται παρακάτω.

Πλεονεκτήματα

- Δείχνουν τον πληθυσμό στην επόμενη γενιά, προειδοποιώντας μ'αυτόν το τρόπο για τη στιγμή επέμβασης.
- Δείχνουν τις περιοχές όπου εντοπίζεται το πρόβλημα (διαφοροποίηση μέσα στο χωράφι).
- Μπορεί να εφαρμοστεί πριν την εμφάνιση του παρασίτου, προληπτικά για καλύτερα αποτελέσματα.
- Είναι οικολογικές, μη τοξικές για ανθρώπους, φυσικούς εχθρούς και περιβάλλον.
- Δε ρυπαίνουν το περιβάλλον, καθότι είναι βιοδιασπώμενες.
- Δεν αφήνουν υπολείμματα στα τρόφιμα.
- Έχουν μεγάλη εξειδίκευση. Επηρεάζουν μόνο το συγκεκριμένο παράσιτο του οποίου η φερομόνη χρησιμοποιείται, χωρίς να επιδρά στα υπόλοιπα είδη.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ωφέλιμης ζωής, (τοποθετούνται μία φορά και σε κάποιες περιπτώσεις δύο).
- Δεν προκαλούν ανθεκτικότητα.
- Έχουν πολύ εύκολη εφαρμογή.
- Καλύπτουν (προστατεύουν) μεγάλες εκτάσεις.
- Έχουν μακροχρόνιο αποτέλεσμα. Με τη συνεχή χρήση της μεθόδου, με τη πάροδο του χρόνου μειώνεται η πληθυσμιακή πυκνότητα του παρασίτου σε αποδεκτά όμως επίπεδα.

Μειονεκτήματα

- Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι στενά συνδεδεμένη με τα επίπεδα του πληθυσμού.

- Η εκπομπή της φερομόνης, η ομογένεια της διάχυσης και η ταχύτητά της, επηρεάζονται έντονα από εξωτερικούς, δύσκολα ελέγξιμους παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία και ο άνεμος. Όταν παρουσιάζεται κάποια έντονη αλλαγή αυτών των παραγόντων σε κρίσιμη στιγμή της θεραπείας, μειώνεται η αποτελεσματικότητα της μεθόδου.
- Η εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί γνώσεις και τεχνικά μέσα, λόγος για τον οποίο χρειάζεται εξειδικευμένο προσωπικό για την έναρξη και συστηματική παρακολούθηση της θεραπείας.
- Το κόστος είναι υψηλό. Πρακτικά είναι μια μέθοδος ανταγωνιστική όταν παρέχονται κρατικές οικονομικές ενισχύσεις για την εφαρμογή της μεθόδου ως φιλικής προς το περιβάλλον.

1.4. ΕΥΔΕΜΙΔΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ, *Lobesia Botrana* DENIS & SCHIFFERMÜLLER 1775

Τα είδη εντόμων που επιτίθενται στις αμπελοκαλλιέργειες είναι αναρίθμητα (*Lobesia Botrana* Den & Schiff., *Eupoecilia ambiguella* Hb., *Cryptoblabes gnidiella* Mill., *Argyrotaenia pulchellana* Haw., κλπ), αλλά το πιο επιβλαβές είναι η ευδέμιδα της αμπέλου (*Lobesia Botrana* Den & Schiff.). Η ευδέμιδα, (γνωστή και ως σκουλήκι των σταφυλιών), αποτελεί το σημαντικότερο λόγο για τον οποίο απαιτείται να ληφθούν μέτρα προστασίας των αμπελιών (Coscollá, 1992).

Είναι διαδεδομένη στις νότιες περιοχές της Ευρώπης (κυρίως Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία, Γιουγκοσλαβία, Ελλάδα, Βουλγαρία, Ρουμανία, Κριμαία, Καύκασο), σε ορισμένες περιοχές της βόρειας Αφρικής, της Μέσης Ανατολής και της Ιαπωνίας. Στο ύπαιθρο, τα ενήλικα ωοτοκούν και οι προνύμφες της 1ης γενεάς αναπτύσσονται ικανοποιητικά και σε ανθοταξίες ελιάς, όταν τα ελαιόδενδρα βρίσκονται κοντά σε αμπελώνες.

Η *Lobesia Botrana* Den & Schiff., 1775, είναι ένα λεπιδόπτερο που ανήκει στην οικογένεια *Tortricidae*. Η ταξινόμησή της φαίνεται παρακάτω.

Τάξη	LEPIDOPTERA
Οικογένεια	TORTRICIDAE
Γένος	LOBESIA
Είδος	LOBESIA BOTRANA

1.4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ακμαίο. Έχει άνοιγμα πτερύγων 11-14 mm. Οι πρόσθιες πτέρυγες είναι τεφροκίτρινες με χαρακτηριστικές σκοτεινές ή μαύρες κηλίδες και στίγματα. Το βασικό μέρος των πτερύγων αυτών είναι καστανοπράσινο. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι τεφρές, ανοιχτότερες στο βασικό τους μέρος. Οι κνήμες ανοιχτόχρωμες με μικρά αγκάθια στην άκρη.

Αυγά. Φακοειδή (0,7 x 0,6 mm). Αρχικά κίτρινο και αργότερα ανοιχτότεφρο ιριδίζον.

Προνύμφη. Έχει χρώμα υπόλευκο και κεφαλή καφέ. Κατά την ανάπτυξή της διανύει πέντε στάδια. Η ώριμη έχει μέγεθος περίπου 10-12 mm και ο χρωματισμός της ποικίλλει από το κίτρινο-πρασινωπό στο καφέ, με τμήματα ανοιχτού χρώματος που φέρουν τρίχες. Έχει κεφαλή κιτρινοπράσινη, προθωρακική πλάκα καστανωπή και πυγαία πλάκα ανοιχτοκίτρινη.



Εικόνα 1. Παράσιτο Lobesia Botrana (ακμαίο)

(Πηγή: www.pherobase.com)

1.4.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ *Lobesia Botrana*

Στις περισσότερες περιοχές εμφανίζει 3 γενεές. Ο αριθμός αυτός μπορεί να περιοριστεί σε 2 σε ορισμένες βόρειες περιοχές, ενώ στα νότια το είδος μπορεί να

αναπτύξει και τέταρτη γενεά. Διαχειμάζει ως νύμφη, σε λευκό βομβύκιο, κάτω από ξερούς φλοιούς των πρέμνων, σε άλλα φυσικά καταφύγια πάνω ή κοντά στα φυτά ξενιστές ή στο έδαφος σε μικρό βάθος. Η εμφάνιση των ακμαίων ξεκινά τον Απρίλιο. Τα ακμαία είναι δραστήρια στο λυκόφως και έχουν πτήση τεθλασμένη. Την εποχή αυτή αν οι ταξιανθίες βρίσκονται σε έκπτυξη ή έχουν εκπτυχθεί αλλά τα άνθη είναι ακόμα κλειστά, τα θηλυκά ωτοκοούν πάνω στα κλειστά άνθη, και κυρίως στους ποδίσκους και στα βράκτια. Αν οι ταξιανθίες δεν έχουν εκπτυχθεί, η ωτοκία γίνεται και πάνω σε νεαρά φύλλα ή στο φλοιό νεαρών βλαστών. Η πρώτη γενεά είναι κυρίως ανθοφάγος .

Η προνύμφη ανοίγει οπή, μπαίνει στο κλειστό άνθος όπου τρώει τους στήμονες και τον ύπερο. Στη συνέχεια προσβάλλει και άλλα γειτονικά άνθη ώσπου να συμπληρώσει την ανάπτυξη της. Συνδέει τα άνθη που προσβάλλει και τα γειτονικά τους με μετάξινους ιστούς. Η νύμφωση γίνεται μέσα σε βομβύκιο, στην προσβεβλημένη ανθοταξία, ή κάτω από ξερούς φλοιούς του πρέμνου ή ακόμα και στο έδαφος. Τα ενήλικα της 1ης γενεάς ωτοκοούν στις μικρές άγουρες ράγες, στους ποδίσκους ή στους άξονες των βοτρίων.

Οι προνύμφες της 2ης και 3ης γενεάς που είναι καρποφάγες, μπαίνουν στις άγουρες ράγες καταστρέφουν τη μία μετά την άλλη ώσπου να συμπληρώσουν την νύμφωση που κατανάλωσαν στο μεσοκάρπιο ή κάτω από ξερούς φλοιούς ή άλλα καταφύγια. Τα ενήλικα της 2ης γενεάς ωτοκοούν επίσης στους βότρους και οι προνύμφες προσβάλλουν τις ράγες που τότε έχουν αποκτήσει το τελικό τους μέγεθος και αρχίζουν να ωριμάζουν ή είναι ήδη ώριμες.

1.4.3. ΖΗΜΙΕΣ

Οι ζημιές της πρώτης γενεάς θεωρούνται περιορισμένες, αφού η καταστροφή ορισμένων ανθέων αναπληρώνεται από μια καλύτερη και μεγαλύτερη ανάπτυξη των ραγών που παρέμειναν. Αντίθετα, οι προσβολές από τη δεύτερη γενεά προκαλούν μια απώλεια σε βάρος των ραγών και ανοίγουν εισόδους στο βοτρώτη και στην όξινη σήψη. Πολύ περισσότερο οι ζημιές της τρίτης γενεάς είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες.

Η βλάβη είναι συνήθως σοβαρότερη σε πυκνόραγους βότρους και σε κληματαριές. Εκτός από την άμεση ζημιά λόγω καταστροφής των ραγών και ρύπανσης τους με τα αποχωρήματα και τους ιστούς της προνύμφης, συνήθως προκαλείται σήψη των βοτρώων από μύκητες ή άλλους μικροοργανισμούς που εγκαθίστανται στις τραυματισμένες ράγες και στη συνέχεια απλώνονται και σε υγιείς, ιδιαίτερα όταν ο καιρός είναι υγρός.



Εικόνα 2. Προκαλούμενες ζημιές από τη *Lobesia Botrana* στους βότρους σταφυλιού,

(Πηγή: <http://ragrovalle.com>)

1.4.4. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ *Lobesia Botrana*

Αν και έχουν βρεθεί αρκετά είδη φυσικών εχθρών της *Lobesia Botrana*, κυρίως τα παρασιτοειδή των οικογενειών Ichneumonidae, Braconidae και Pteromalidae, η αποτελεσματικότητά τους φαίνεται να είναι αρκετά μικρή (Torres-Vila, 1997). Εξαιρεση αποτελούν τα παρασιτοειδή *Dibrachys affinis* Masi. και *Dibrachys canus* Walk της οικογένειας Pteromalidae, τα οποία μειώνουν αισθητά τον πληθυσμό της *Lobesia*, όταν αυτή βρίσκεται στο στάδιο της προνύμφης. Η αποτελεσματικότητα ωστόσο διαφέρει ανάλογα με τη περιοχή και τη χρονιά (Coscollá, 1997).

Η συνηθέστερη τεχνική καταπολέμησης της *Lobesia Botrana* είναι η χρήση χημικών παρασιτοκτόνων όπως τα indoxacarb , fenoxycarb , I- cylofrin , cypermethrin και deltamethrin. Ο ψεκασμός γίνεται ως εξής:

- Στη πρώτη γενεά, η καταπολέμηση συχνά δεν είναι απαραίτητη. Ωστόσο, στα αμπέλια όπου ο πληθυσμός του παρασίτου είναι ασυνήθιστα υψηλός , μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρασιτοκτόνο μεταξύ Μαΐου και αρχές Ιουνίου, ώστε να μειωθεί ο πληθυσμός στις επόμενες γενεές (Coscollá, 1997).

- Στη δεύτερη και τρίτη γενεά, ο ψεκασμός είναι δικαιολογημένος όταν ξεπερνούνται τα κατώτατα όρια ανοχής σύμφωνα με τις ζημιές αναφερόμενες στη παράγραφο 1.4.3.

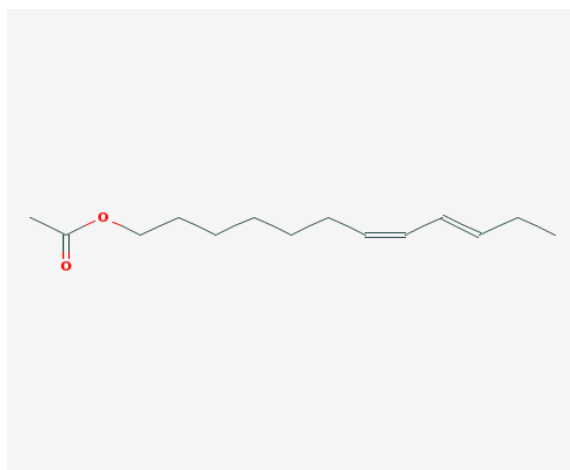
Η χημική καταπολέμηση είναι συνήθως προληπτική και εφαρμόζεται πριν διεισδύσουν οι προνύμφες στους καρπούς. Μετά την προσβολή, η καταπολέμηση είναι λιγότερο αποτελεσματική εφόσον οι προνύμφες προστατεύονται στο εσωτερικό των ραγών.

1.4.5. ΧΡΗΣΗ ΣΕΞΟΥΑΛΙΚΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ *Lobesia Botrana*

Οι σεξουαλικές φερομόνες των θηλυκών *Lobesia Botrana*, είναι οι πιο μελετημένες και οι πιο ενδιαφέρουσες από πλευράς εφαρμογής τους για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των πληθυσμών τους. Αυτές οι φερομόνες γίνονται αντιληπτές από τα αρσενικά του είδους από μεγάλη απόσταση και τα προσανατολίζουν σωστά ώστε να εντοπίσουν τα θηλυκά και να αναπαραχθούν (Torres-Vila, 1995).

Χαρακτηρισμός φερομόνης της *Lobesia Botrana*

Το 1973, ανακαλύφθηκε (Roelofs et al.) για πρώτη φορά ότι το μόριο οξικό (E,Z)-7,9-δωδεκαδιεν-1-ύλιο (συντομ. E7,Z9-12:Ac) αποτελεί το βασικό συστατικό που ελκύει τα αρσενικά της *Lobesia*, ωστόσο μέχρι το 1988 ανακαλύφθηκαν έως και 15 συστατικά του φερομονικού μίγματος (Arn et al, 1988). Αν και το E7,Z9-12:Ac (εικόνα 3) είναι το επικρατέστερο και πιο ελκυστικό για τα αρσενικά, τα υπόλοιπα συστατικά που υπάρχουν σε μικρότερα ποσοστά, επηρεάζουν επίσης τη συμπεριφορά τους.



Εικόνα 3. Χημική δομή οξικού (E,Z)-7,9-δωδεκαδιεν-1-υλίου, επικρατέστερου συστατικού στο φερομονικό μίγμα της *Lobesia botrana*.

1.5. ΚΑΡΠΟΚΑΨΑ ΤΗΣ ΜΗΛΙΑΣ, *Cydia Pomonella* LINNAEUS 1758

Η καρπόκαψα των μηλοειδών, *Cydia Pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae), είναι ο σημαντικότερος εχθρός της μηλιάς. Είναι είδος διαδεδομένο σχεδόν σε όλο τον κόσμο και εμφανίζει μεγάλη ικανότητα προσαρμογής σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η *Cydia Pomonella* Linnaeus 1758, είναι ένα λεπιδόπτερο που ανήκει στην οικογένεια *Tortricidae* όπως και η *Lobesia*. Η ταξινόμησή της φαίνεται παρακάτω.

Τάξη	LEPIDOPTERA
Οικογένεια	TORTRICIDAE
Γένος	CYDIA
Είδος	CYDIA POMONELLA

1.5.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ακμαίο: Έχει μήκος 7 - 8 mm και άνοιγμα πτερύγων 15 - 22 mm. Οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν χρώμα τεφρό με λεπτές εγκάρσιες ή καστανόμαυρες ραβδώσεις. Στην εξωτερική πλευρά προς την κορυφή φέρουν από μία οφθαλμοειδή κηλίδα σκούρου χρώματος που πλαισιώνεται από δύο μπρούτζινες λαμπερές γραμμές σε σχήμα παρένθεσης. Κατά μήκος της πρόσθιας παρυφής των πτερύγων παρατηρούνται ημισελινοειδείς σκοτεινές γραμμές. Οι κροσσοί παρουσιάζουν χρυσίζουσες ανταύγειες. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι καστανές προς χαλκόχρωες. Στην περίμετρο είναι πιο σκούρες και φέρουν ανοιχτοκάστανους κροσσούς.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το χρώμα των πτερύγων ποικίλει μεταξύ ατόμων διαφορετικών περιοχών

Αυγά: Κυκλικά, πεπλατυσμένα, υπόλευκα διαστάσεων 1,5 - 1,0 mm

Προνύμφη: Αρχικά υπόλευκη, ενώ σε πλήρη ανάπτυξη ροδόχροη με την κεφαλή και το πρόνωτο καστανά. Το μήκος της φθάνει τα 20 mm.

Χρυσάλλιδα: Καστανοκίτρινη μήκους 10 mm περίπου και διακρίνονται σ' αυτήν 10 κοιλιακοί δακτύλιοι.

1.5.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ *Cydia Pomonella*

Διαχειμάζει ως προπυλαγγόνα σε διάφορα καταφύγια στο κορμό και στους κλάδους των δένδρων ή στο έδαφος. Σε δένδρα με λείο φλοιό παρατηρούνται μεγάλοι διαχειμάζοντες πληθυσμοί στο έδαφος.

Τα πρώτα ακμαία εμφανίζονται από τον Απρίλιο έως το Μάιο ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Τα ακμαία αυτής της γενεάς, μετά την εμφάνισή τους παραμένουν για αρκετές ώρες ακίνητα και αδρανή σε αντίθεση μ' αυτά της θερινής γενεάς που δραστηριοποιούνται εξ αρχής.



Εικόνα 4. Παράσιτο *Cydia Pomonella* (ακμαίο),

(Πηγή: <http://ukmoths.org.uk>)

Οι πτήσεις πραγματοποιούνται το σούρουπο και αναστέλλονται όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από 15 °C. Τα ακμαία τρέφονται με νέκταρ και μελιτώδεις ουσίες ώσπου να ωριμάσουν σεξουαλικά. Κατόπιν συζεύγονται εν πτήση και αρχίζουν να ωτοκοούν. Κάθε θηλυκό γεννά 50 - 60 αυγά τα οποία εναποθέτει μεμονωμένα στα φύλλα τους βλαστούς και σπάνια στους καρπούς.

Από τα αυγά εκκολάπτονται μετά 68 περίπου μέρες συνήθως τις πρώτες πρωινές ώρες, οι νεαρές προνύμφες που αρχίζουν να περιπλανώνται τρεφόμενες με τα τρυφερά φύλλα και στη συνέχεια μετακινούνται προς τα γονιμοποιημένα άνθη ή τους νεοσχηματισμένους καρπούς και διεισδύουν σ' αυτά. Ως σημείο εισόδου προτιμούν την κοιλότητα του κάλυκα, ή το τμήμα επαφής ανάμεσα στους καρπούς και στο σημείο πρόσφυσης του ποδίσκου. Η οπή εισόδου στον καρπό άλλοτε παραμένει ανοιχτή και άλλοτε καλύπτεται από φελλώδη ιστό.

Οι προνύμφες ορύσσουν στοές οι οποίες πλαταίνουν καθώς κατευθύνονται προς το εσωτερικό του καρπού εγκαταλείποντας σ' αυτές τα αποχωρήματα τους. Σε διάστημα 4 εβδομάδων περίπου ολοκληρώνουν την ανάπτυξη τους και εξέρχονται είτε ανοίγοντας νέα οπή είτε από την αρχική. Κρέμονται από τον καρπό με ένα

μετάξινο νήμα και μεταφέρονται στον κορμό ή τους κλάδους όπου κατασκευάζουν ένα λευκό βομβύκιο. Ένα μέρος από αυτές τις προνύμφες διαχειμάζει σε διάπαυση μέσα σ' αυτό ενώ άλλες νυμφώνονται αμέσως και μετά από 2 εβδομάδες περίπου προκύπτει μια νέα γενεά.

Περί τα τέλη Ιουνίου - αρχές Ιουλίου εμφανίζονται τα νέα ακμαία. Τα θηλυκά μετά τη γονιμοποίηση εναποθέτουν τα αυγά τους αποκλειστικά στους καρπούς στους οποίους διεισδύουν οι νεαρές προνύμφες. Μόλις ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους μεταφέρονται στους κλάδους και τον κορμό όπου εγκαθίστανται στις ρωγμές του φλοιού και υφαίνουν το βομβύκιο τους μέσα στο οποίο διαχειμάζουν σε διάπαυση. Την επόμενη άνοιξη χρυσαλλιδώνονται και κατά τον Απρίλιο εμφανίζεται η νέα γενεά.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό των γενεών είναι η διαθέσιμη τροφή που εξαρτάται από την ωριμότητα των καρπών, η φωτοπερίοδος και οι θερμοκρασίες.

Συνήθως εμφανίζονται δύο γενεές, ενώ στα νοτιότερα θερμά μέρη συμπληρώνεται και τρίτη.

1.5.3. ΖΗΜΙΕΣ

Η καρπόκαψα θεωρείται από τους πιο σοβαρούς εχθρούς των οπωροφόρων. Στις περιπτώσεις που οι καρποί παραμένουν στο δένδρο η υποβάθμιση είναι σημαντική λόγω σήψεων που αναπτύσσονται στα σημεία προσβολής.



Εικόνα 5. Προκαλούμενες ζημιές σε μήλο από τη *Cydia Pomonella*,

(Πηγή: www.gardeningsite.com)

Η προνύμφη εισέρχεται στον καρπό σκάβοντας μια στοά και κατευθύνεται στα σπέρματα με τα οποία τρέφεται. Η είσοδος στους καρπούς μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε σημείο, αλλά συχνά εντοπίζεται στην κοιλότητα του κάλυκα ή στα σημεία επαφής δύο ή περισσότερων καρπών. Από την τρύπα εισόδου των προνυμφών (συνήθως μια σε κάθε καρπό λόγω του κανιβαλισμού) εξέρχεται ένα χαρακτηριστικό πριονίδι, χρώματος καστανού, που πολλές φορές συγχέεται, στη μηλιά και στην αχλαδιά, με εκείνο που οφείλεται σε προνύμφες άλλων ειδών όπως

της *C. molesta* ή *Euzophera bigella*. Οι προσβεβλημένοι καρποί ωριμάζουν και πέφτουν πρόωρα.

1.5.4. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Για τον έλεγχο της καρπόκαψας δρουν θετικά ορισμένοι φυσικοί εχθροί όπως κάποια πτηνά καθώς και κάποια έντομα. Τα πιο γνωστά είναι : Το ωοφάγο *Trichogramma evanescens*, τα ενδοπαράσιτα *Hemiteles carrocarsa* και *Trichomma epencator* καθώς και οι μύκητες του γένους *Beauveria*.

Επειδή όμως η δράση των παραπάνω φυσικών εχθρών δεν προσφέρει πλήρη έλεγχο είναι απαραίτητη η περαιτέρω επέμβαση.

Για την επιτυχή χημική καταπολέμηση είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί η κατάλληλη χρονική στιγμή για τη διενέργεια των ψεκασμών.

Οι επεμβάσεις κατευθύνονται α) εναντίον των ακμαίων της πρώτης γενεάς, β) κατά των νεαρών προνυμφών και γ) εναντίον των ακμαίων όταν σημειωθεί το μέγιστο των πτήσεων.

Κατάλληλα εντομοκτόνα θεωρούνται τα: phosalone, methidathion, parathion, phosphamidon, oxydemethon- methyl κ.α.

1.5.5. ΧΡΗΣΗ ΣΕΞΟΥΑΛΙΚΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ *Cydia pomonella*

Συνήθως οι σεξουαλικές φερομόνες των σκώρων αποτελούνται από 2 έως 7 συστατικά, τα οποία συνήθως είναι μονές ή διπλές ακόρεστες ευθύγραμμες αλυσίδες υδρογονανθράκων με 10 έως 18 άτομα άνθρακα και μια ομάδα αλδεΐδης ή αλκοόλης ή οξειδίου. Τα συστατικά συνήθως απελευθερώνονται με μικρή χρονική διαφορά μεταξύ τους.

Χαρακτηρισμός φερομόνης της *Cydia Pomonella*

Η σεξουαλική φερομόνη της *Cydia Pomonella* ανακαλύφθηκε το 1971, (Roelofs et al.), και αποτελείται από ένα κυρίως συστατικό, την (E,E)-8,10-δωδεκαδιεν-1-όλη (E8,10-12:OH) η οποία ονομάζεται και Codlemone (εικόνα 6.). Αν και το Codlemone έχει από μόνο του αρκετά ελκυστική δράση στα αρσενικά της *Cydia*, έχει συζητηθεί αρκετά ο ρόλος των υπόλοιπων συστατικών του φερομονικού μίγματος που βρίσκονται σε μικρά ποσοστά. Το 1985 (Arn et al.) προσδιόρισαν μια σειρά ενώσεων στους αδένες των θηλυκών παρασίτων, συμπεριλαμβανομένων των E8,Z10-12:OH, (E)-9- δωδεκαν-1-όλη (E9-12:OH), δωδεκαν-1-όλη (12:OH) και τετραδεκαν-1-όλη (14:OH).



Εικόνα 6. Χημική δομή Codlemone (E8, 10-12: OH), επικρατέστερου συστατικού του φερομονικού μίγματος της *Cydia pomonella*.

1.6. ΒΕΛΤΙΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΓΙΔΩΝ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ

Ένας από τους παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία των μεθόδων που χρησιμοποιούν τις φερομόνες, είναι η σωστή διάχυση και διασπορά της ουσίας στη ζώνη που μας ενδιαφέρει, η οποία εξασφαλίζεται λαμβάνοντας υπόψη :

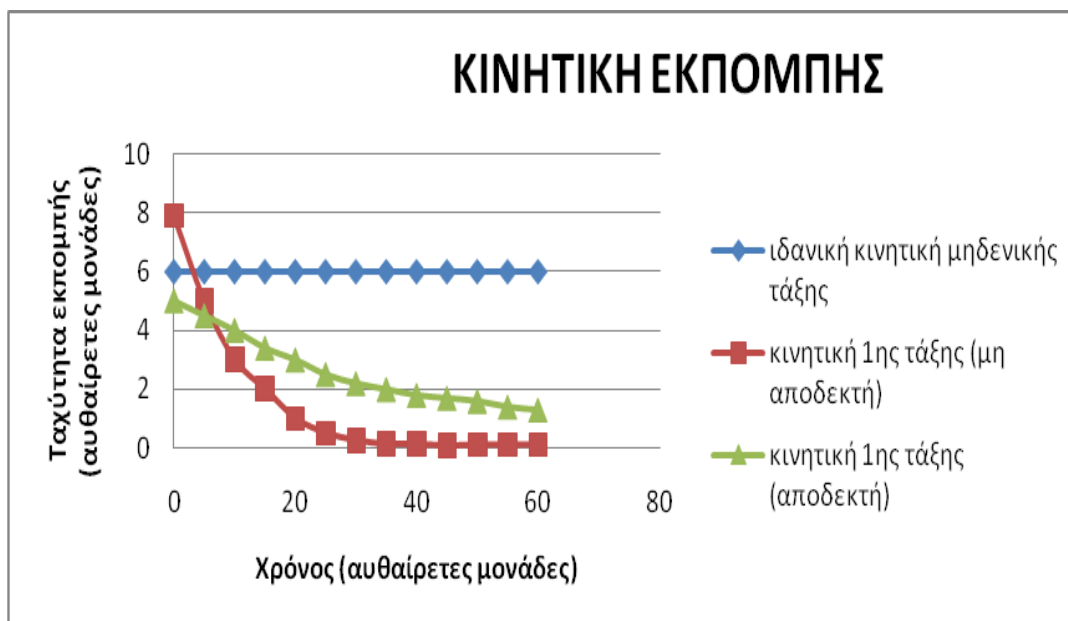
- Τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, ταχύτητα ανέμου και ακτινοβολία UV) που προκαλούν την χημική υποβάθμιση της φερομόνης και του υλικού-βάσης από το οποίο εκπέμπεται (Weatherston et. al., 1985).
- Τη δομή του χρησιμοποιούμενου υλικού –βάσης, τις διαστάσεις και το σχήμα του, τη συγκέντρωση του προϊόντος, τις πιθανές φυσικοχημικές αντιδράσεις μεταξύ υλικού-βάσης και φερομόνης και τη χημική δομή της φερομόνης.

Ένας εξατμιστήρας που εκπέμπει φερομόνη για να θεωρηθεί αποτελεσματικός και αποδεκτός πρέπει να πληροί τα εξής χαρακτηριστικά:

A. Κινητική Εκπομπής μηδενικής τάξης. Για να θεωρηθεί η μέθοδος ενάντια του παρασίτου αποτελεσματική, είναι επιθυμητό η κινητική εκπομπής της φερομόνης να προσεγγίζει όσο είναι δυνατό κινητική μηδενικής τάξης, ώστε να παραμένει σταθερή η ποσότητα που διαχέεται σε βάθος χρόνου και στα επιθυμητά επίπεδα.

Στην εικόνα 7 φαίνονται οι κινητικές τριών τύπων εκπομπής φερομόνης. Ως ιδανική περίπτωση θεωρείται η σταθερή εκπομπή, δηλαδή αυτή που παρουσιάζει κινητική μηδενικής τάξης. Ωστόσο, μέχρι στιγμής δεν έχει επιτευχθεί τέτοιο προϊόν εκπομπής φερομόνης. Τα προϊόντα που κυκλοφορούν στην αγορά παρουσιάζουν κινητική 1^{ης} τάξης, δηλαδή στην αρχή εκπέμπουν μεγάλη ποσότητα φερομόνης που με τη πάροδο του χρόνου σταδιακά μειώνεται. Σαν αποτέλεσμα έχουμε μεγάλη κατανάλωση φερομόνης, γεγονός που αναγκάζει το αρχικό φορτίο φερομόνης να είναι μεγάλο ώστε να αποφεύγεται η συχνή επανατοποθέτηση παγίδων.

Μεταξύ των παγίδων φερομόνης κινητικής 1^{ης} τάξης, προτιμάται εκείνη που παρουσιάζει τη μικρότερη διαφορά ποσότητας εκπομπής, μεταξύ αρχής, μεσοδιαστήματος και τέλους της θεραπείας, γεγονός που μεταφράζεται σε καμπύλες εκπομπής πιο ευθείες που προσεγγίζουν περισσότερο κινητική μηδενικής τάξης.



Εικόνα 7. Κινητική Εκπομπής Φερομόνης μηδενικής τάξης (ιδανική) και πρώτης τάξης (πραγματική). Διάγραμμα Ταχύτητας Εκπομπής σε συνάρτηση με το χρόνο σε αυθαίρετες μονάδες.

Β. Χαμηλή ευαισθησία στη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία επηρεάζει την ταχύτητα εκπομπής πάντα με τον ίδιο τρόπο, αυξάνοντάς την (Bradley et al., 1995). Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα να αποβάλλεται περισσότερη φερομόνη από τον εξατμιστήρα, απελευθερώνοντας μεγαλύτερη ποσότητα από την επιθυμητή, μειώνοντας κατ'αυτό το τρόπο την διάρκεια ωφέλιμης ζωής και απαιτώντας έτσι πιο συχνές επανατοποθετήσεις.

Γ. Μη ρυπογόνο. Μια μέθοδος οικολογική όπως είναι η χρήση φερομόνων, δε πρέπει να προκαλεί ρύπους. Η πλειοψηφία φερομονικών παγίδων που υπάρχουν στο εμπόριο σήμερα, έχουν ως βάση υλικά που μετά την εκπομπή φερομόνης, στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους, αποτελούν αιτία ρύπου στους αγρούς και στα χωράφια.

Δ. Οικονομικά Εφικτό. Η παραγωγή και διανομή στα σημεία ενδιαφέροντος πρέπει να είναι οικονομική. Οι εξατμιστήρες πρέπει να έχουν εύκολη διαχείριση, χωρίς να χρειάζονται πολύ απαιτητικές συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς.

1.7. ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ – ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ (GAS CHROMATOGRAPHY)

Η ανάλυση της κινητικής εκπομπής των εξατμιστήρων που μελετήθηκαν, βασίστηκε στον ποσοτικό προσδιορισμό της εναπομείνουσας φερομόνης τους, χρησιμοποιώντας ως αναλυτική μέθοδο την Αέρια Χρωματογραφία. Επειδή ο διαχωρισμός ουσιών του κάθε δείγματος στη μέθοδο αυτή, συμβαίνει στην αέρια φάση, τα στερεά και υγρά δείγματα πρέπει πρώτα να αεριοποιηθούν. Αυτό αντιπροσωπεύει τον κύριο περιορισμό της μεθόδου. Οι ενώσεις, που αναλύονται με GC, πρέπει να είναι θερμικά σταθερές και με ικανοποιητική πτητικότητα. Οι φερομόνες έχουν πολλή έντονη πτητικότητα και αυτός είναι και ο λόγος που επιλέχθηκε η μέθοδος αυτή. Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στον διαχωρισμό των συστατικών ενός μίγματος, μέσω εκλεκτικών προσροφήσεων ή κατανομών τους μεταξύ μιας υγρής ή στερεάς στατικής φάσης και μιας αέριας κινούμενης φάσης μέσα στη στήλη της χρωματογραφίας.

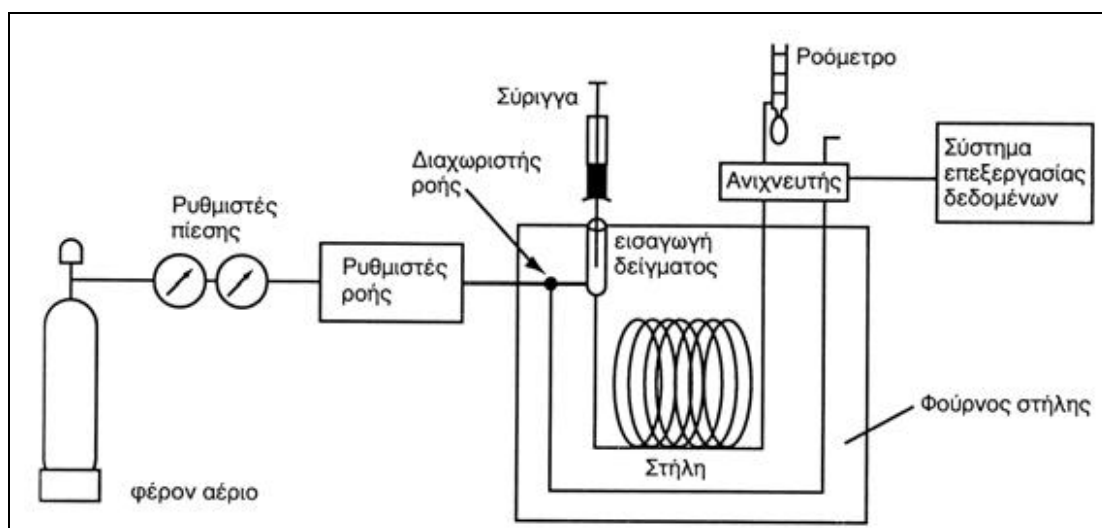
1.7.1. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ ΑΕΡΙΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ.

Ο αέριος χρωματογράφος αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα: τον εισαγωγέα δείγματος, τη στήλη και τον ανιχνευτή. Τη διάταξη συμπληρώνουν το φέρον αέριο και το σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (εικόνα 8). Η ανάλυση αρχίζει με την εισαγωγή μικρής ποσότητας δείγματος σε υγρή ή αέρια μορφή. Ο ρόλος του εισαγωγέα είναι διπλός: αφ' ενός μεν να εξατμίσει το δείγμα, αφ' ετέρου να αναμίξει τα συστατικά του δείγματος ομοιόμορφα με την κινητή φάση (φέρον αέριο). Όταν το δείγμα εξατμισθεί παρασύρεται στη στήλη, που είναι ένας περιτυλιγμένος σωλήνας μήκους 1 έως 100 μέτρων. Η στήλη που περιέχει το πληρωτικό υλικό, τοποθετείται σε θερμοστατούμενο φούρνο. Από την έξοδο της στήλης, η κινητή φάση περνά από τον ανιχνευτή πριν τη τελική έξοδο στην ατμόσφαιρα (Παππά, Α., 2004).

Τα μέρη της συσκευής του Αέριου χρωματογράφου περιγράφονται αναλυτικότερα στη συνέχεια.

Εισαγωγέας (injector). Στην αέρια χρωματογραφία μπορούν να χρησιμοποιηθούν υγρά και αέρια, καθώς και στερεά δείγματα τα οποία με διάλυση ή εκχύλιση φέρονται στην υγρή κατάσταση. Οργανικοί διαλύτες, όπως υδρογονάνθρακες και χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σαν διαλύτες των δειγμάτων. Τα δείγματα εισάγονται στον χρωματογράφο, συνήθως υπό μορφή διαλύματος της τάξης του 1μL, μέσω μιας μικροσύριγγας. Τα αέρια δείγματα συλλέγονται συνήθως σε αεροθυλάκια και κατόπιν με χρήση σύριγγας,

χωρητικότητας της τάξης του 1mL, εισάγονται στον χρωματογράφο. Για αέρια δείγματα, βρόγχοι εισαγωγής παρόμοιοι με της υγρής χρωματογραφίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Για την καλύτερη αναπαραγωγιμότητα των μετρήσεων και για την αυτοματοποίηση της μεθόδου διατίθενται στο εμπόριο αυτόματοι δειγματολήπτες για υγρά δείγματα. Λειτουργούν με κυκλική κίνηση, εισάγοντας το δείγμα τάχιστα (0.2 s) και ξεπλένουν τη σύριγγα για να μη μολυνθεί το επόμενο δείγμα. Ο εισαγωγέας συνήθως διατηρείται σε θερμοκρασία υψηλότερη της στήλης για να εξασφαλίζει την ταχεία και εξ' ολοκλήρου αεριοποίηση του δείγματος. Το δείγμα είτε εισάγεται συνολικά στη στήλη (άμεση εισαγωγή), είτε εισάγεται ένα μέρος του μόνο στη στήλη με διαχωρισμό ροής του φέροντος αερίου.



Εικόνα 8. Οργανολογία Αέριου Χρωματογράφου. Στην εικόνα παρουσιάζονται τα μέρη της συσκευής και ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται μεταξύ τους.

(Πηγή: <http://agro-fst.web.auth.gr/>)

Διαχωρισμός ροής (split injection). Όταν χρησιμοποιούνται τριχοειδείς στήλες τότε ακόμη και οι πιο μικροί όγκοι προκαλούν κορεσμό της στήλης. Οι τριχοειδείς στήλες συνδυάζονται με εισαγωγείς που λειτουργούν με δύο τρόπους, με και χωρίς διαχωρισμό ροής (*split/splitless injection*). Στο τρόπο λειτουργίας με διαχωρισμό ροής το φέρον αέριο (50 έως 100 mL/min) χωρίζεται μέσω βαλβίδας σε δύο ρεύματα. Η αναλογία των δύο ρευμάτων κυμαίνεται μεταξύ 1:20 έως 1:500 με το μικρότερο κλάσμα να εισάγεται στην κορυφή της στήλης. Ο ίδιος εισαγωγέας μπορεί να λειτουργήσει και ως άμεση εισαγωγή (*splitless*) με κλειστή τη δεύτερη βαλβίδα, (Παππά, Α., 2004).

Κινητή φάση (φέρον αέριο). Η κινητή φάση είναι ένα αδρανές αέριο (ήλιο, άζωτο, υδρογόνο) με ροή 1 έως 25 ml/min, αναλόγως με τον τύπο της στήλης. Πριν από τη στήλη, το φέρον αέριο διέρχεται από φίλτρα, που περιέχουν ξηραντική ουσία για την απομάκρυνση ιχνών υγρασίας και αναγωγική ουσία για την απομάκρυνση ιχνών οξυγόνου, που η παρουσία τους δηλητηριάζουν τη στήλη. Στην αέρια χρωματογραφία η κινητή φάση δεν επηρεάζει την κατανομή της ουσίας στις δύο φάσεις του χρωματογραφικού συστήματος. Το ιξώδες της κινητής φάσης και η ροή της όμως επηρεάζουν τη διασπορά των προς διαχωρισμό ουσιών στη στήλη. Η πίεση στην κορυφή της στήλης (μερικές δεκάδες έως εκατοντάδες kPa) σταθεροποιείται είτε μηχανικά είτε ηλεκτρονικά. Όταν η θερμοκρασία ανέρχεται σταδιακά το ιξώδες των αερίων αρχίζει και αυξάνει ανεβάζοντας την αντίσταση μέσα στη στήλη. Για αντιστάθμισμα πρέπει να ανέβει η πίεση.

Στήλες. Τρία είδη στηλών χρησιμοποιούνται στην αέρια χρωματογραφία: πληρωμένες στήλες (packed columns), τριχοειδείς (capillary columns) και ευρείας διαμέτρου (wide bore) ή 530 μm (επειδή έχουν εσωτερική διάμετρο 530 μm). Στις πληρωμένες στήλες η στατική φάση αποτίθεται πάνω σε ένα πορώδες υπόστρωμα. Για τους άλλους δύο τύπους η στατική φάση αποτίθεται ή ενώνεται χημικά με την εσωτερική επιφάνεια της στήλης.

Πληρωμένες στήλες (packed columns). Οι πληρωμένες στήλες βρίσκουν σήμερα περιορισμένη εφαρμογή (καλύπτουν μόνο το 10% των συνολικών αναλύσεων). Το υλικό κατασκευής τους είναι ανοξειδωτος χάλυβας ή γυαλί. Έχουν διαμέτρους 1/8 ή 1/4 in και μήκος 1 έως 3 m. Η εσωτερική επιφάνεια της στήλης παθητικοποιείται για την αποφυγή καταλυτικών αντιδράσεων. Η κινητή φάση που συνδυάζεται με τις στήλες αυτές έχει τυπικές ροές 10 έως 40 mL/min. Οι πληρωμένες στήλες περιέχουν αδρανή, στερεά υποστρώματα, τα οποία η στατική φάση διαβρέχει ή προσδένεται σε αυτά. Τα υποστρώματα είναι σφαίρες διαμέτρου 0.2 mm από γη διατόμων ή πυριτικά υλικά (kieselguhr, tripoli). Τα υλικά αυτά έχουν ειδική επιφάνεια 2 έως 8 m²/g και βρίσκονται συνήθως κάτω από το εμπορικό όνομα Chromosorb.

Τριχοειδείς στήλες (capillary columns). Οι τριχοειδείς στήλες (capillary) ή στήλες ανοιχτού σωλήνα (open tubular) έχουν εσωτερική διάμετρος που ποικίλλει μεταξύ 0.1 και 0.35 μm και μήκος μεταξύ 15 και 100 m. Τριχοειδείς στήλες με στερεά πληρωτικά υλικά καλούνται στήλες πορώδους στρώματος ανοιχτού σωλήνα (Rorous Layer Open Tubular columns, PLOT). Οι τριχοειδείς στήλες που χρησιμοποιούνται στη αέρια –υγρή χρωματογραφία διακρίνονται σε στήλες WCOT (Wall Coated Open Tubular) και σε SCOT (Support Coated Open Tubular). Στις WCOT, η στατική φάση συνίσταται από ένα υμένιο (φιλμ) πάχους 0.05 έως 5μm, που καλύπτει την εσωτερική επιφάνεια της στήλης. Στις SCOT η υγρή στατική φάση διαβρέχει ένα

αδρανές υπόστρωμα, αυξάνοντας κατά αυτό τον τρόπο την ποσότητα της υγρής φάσης και συνεπώς την χωρητικότητα του δείγματος.

Σήμερα χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον WCOT, που παρασκευάζονται από τηγμένη síλικά υψηλής καθαρότητας, που προέρχεται από καύση του SiH_4 (ή SiCl_4) σε ατμόσφαιρα πλούσια σε οξυγόνο (Fused Silica Open Tubular columns, FSOT). Στην εξωτερική τους επιφάνεια οι τριχοειδείς στήλες περιβάλλονται για μηχανική και χημική προστασία από πολυαμίδιο ή λεπτό φιλμ αλουμινίου. Οι στήλες περιτυλίσσονται γύρω από ελαφρύ μεταλλικό σύρμα. Η υγρή φάση μπορεί είτε απλά να εναποτεθεί στην εσωτερική επιφάνεια της στήλης, είτε να προσδεθεί στη síλικά με ομοιοπολικούς δεσμούς. Ομοιοπολικοί δεσμοί του τύπου Si-O-Si-C επιτρέπουν σε διάφορες οργανικές ενώσεις να προσδεθούν στην επιφάνεια της síλικά. Σε αυτή την περίπτωση οι στήλες είναι ιδιαίτερος σταθερές με αριθμό θεωρητικών δίσκων μέχρι 150.000.

Ευρείας διαμέτρου (wide bore) ή 530 μm . Οι στήλες αυτές έχουν μήκος 5-50 m και εσωτερική διάμετρο 0.53 μm . Είναι σχετικά πρόσφατες και συναντώνται με τα εμπορικά ονόματα Megabore, Macrobore, Ultrabore. Οι ροές της κινητής φάσης φτάνουν έως και 15 ml/min πλησιάζοντας εκείνες των πληρωμένων στηλών, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η αντικατάσταση πληρωμένων στηλών από ευρείας διαμέτρου, διατηρώντας τον ίδιο εισαγωγέα δείγματος και επιτυγχάνοντας αποτελεσματικότητα ενδιάμεση των πληρωμένων στηλών και των τριχοειδών στηλών.

Πληρωτικά υλικά. Τα πληρωτικά υλικά των στηλών της αέριας χρωματογραφίας διακρίνονται σε στερεά, που χρησιμοποιούνται στην αέρια στερεή χρωματογραφία (Gas Solid Chromatography - GSC) και σε υγρά που χρησιμοποιούνται στην αέρια υγρή χρωματογραφία (Gas Liquid Chromatography - GLC). Οι στατικές στερεές φάσεις αποτελούνται από ροφητικά υλικά, όπως μοριακά κόσκινα, αλούμινα, πορώδες γυαλί, διάφορες πηκτές (gels) – με εμπορικά ονόματα Chromosorb 100, Porapak, PorapLOT – ή γραφίτη. Ο μηχανισμός διαχωρισμού βασίζεται στη διαφορετική προσροφητική ικανότητα των πληρωτικών υλικών ως προς τα διαφορετικά συστατικά του μίγματος (χρωματογραφία προσρόφησης-gas solid chromatography). Χρησιμοποιούνται κυρίως για αναλύσεις αερίων (permenant gases) ή πολύ πτητικών ενώσεων. Αν και οι πληρωμένες στήλες σιγά - σιγά εγκαταλείπονται υπάρχει πληθώρα υγρών πληρωτικών υλικών κατάλληλων για τέτοιου είδους στήλες. Όμως για τις τριχοειδείς στήλες, όπου το πληρωτικό υλικό είναι ένα λεπτό φιλμ, που αποτίθεται απευθείας στο πυριτικό τοίχωμα της στήλης, η επιλογή περιορίζεται μεταξύ δύο οικογενειών ενώσεων: τις πολυσιλοξάνες και τις

σιλικονούχες γλυκόλες. Σε όλες τις περιπτώσεις οι υγρές φάσεις πρέπει να παρουσιάζουν θερμική σταθερότητα και χημική αδράνεια, (Παππά, Α., 2004).

Φούρνος. Ο φούρνος μπορεί να θερμοστατεί τη στήλη στην επιθυμητή θερμοκρασία στην θερμοκρασιακή περιοχή 40 έως 450°C. Η ατμόσφαιρα μέσα στον φούρνο, ο οποίος χαρακτηρίζεται από πολύ μικρή θερμική αδράνεια, είναι ομοιόμορφη λόγω εξαναγκασμένου αερισμού (λειτουργία ανεμιστήρα). Γενικά οι χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνουν τη διαχωριστικότητα σε ένα αεριοχρωματογραφικό διαχωρισμό. Οι περισσότερες όμως αεριοχρωματογραφικές αναλύσεις διεξάγονται με θερμοπρογραμματισμό, με άνοδο δηλαδή της θερμοκρασίας ανάλυσης με συγκεκριμένο ρυθμό για μείωση του χρόνου ανάλυσης για τις λιγότερο πτητικές ουσίες. Συνήθως στη τελική θερμοκρασία (που καθορίζεται από την ανάλυση αλλά και τα θερμοκρασιακά όρια του πληρωτικού υλικού), ακολουθεί ένα ισοθερμοκρασιακό στάδιο, για την απομάκρυνση διαφόρων προσμίξεων από τη στήλη.

Ανιχνευτής. Οι ανιχνευτές διακρίνονται σε καθολικούς, που ανταποκρίνονται σε κάθε είδους ουσίες που εξέρχονται από την στήλη και σε εκλεκτικούς, που ανταποκρίνονται σε καθορισμένο είδος ουσιών. Τα όρια ανίχνευσης εξαρτώνται από τον τύπο του ανιχνευτή και κυμαίνονται από ng/L σε g/L. Οι πιο συνήθεις ανιχνευτές είναι ο TCD και ο FID, οι οποίοι ανήκουν στον τυπικό εξοπλισμό ενός αεριοχρωματογράφου. Ο ανιχνευτής που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη, ήταν ανιχνευτής φλόγας ιονισμού (Flame Ionization Detector/ FID), ο οποίος είναι κατάλληλος για αναλύσεις οργανικών ουσιών. Οι οργανικές ουσίες καθώς εισέρχονται στον ανιχνευτή καίγονται δημιουργώντας φορτισμένα σωματίδια (ιόντα και ηλεκτρόνια). Έτσι δημιουργείται ένα ρεύμα μικρής έντασης μεταξύ δύο ηλεκτροδίων, στα οποία υπάρχει διαφορά τάσης 100-300V. Ο καυστήρας είναι το ένα ηλεκτρόδιο ενώ το άλλο ηλεκτρόδιο είναι φορτισμένο θετικά και συλλέγει το ρεύμα που δημιουργείται (10^{-12} A). Το σήμα ενισχύεται και μετατρέπεται σε μετρήσιμη διαφορά δυναμικού. Ο FID είναι κατασκευασμένος να έχει την μέγιστη απόδοση με ροή 30 mL/min. Όταν χρησιμοποιείται με τριχοειδή στήλη χρησιμοποιείται ένα βοηθητικό αέριο ίδιο ή διαφορετικό με το φέρον αέριο για την ρύθμιση της ροής. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των ατόμων άνθρακα μιας οργανικής ένωσης, τόσο ο αριθμός των ιόντων που προέρχονται από τον ιονισμό τους είναι μεγαλύτερος και συνεπώς και το σήμα του ανιχνευτή είναι επίσης αυξημένο, (Παππά, Α., 2004).

1.7.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΣΩ ΑΕΡΙΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ.

Η αέρια χρωματογραφία, όπως και κάθε χρωματογραφική μέθοδος, εκτός από την διαχωριστική της ικανότητα προσφέρεται για ποσοτική ανάλυση και στο λόγο αυτό οφείλεται και η μεγάλη εξάπλωσή της. Η ποσοτική ανάλυση στηρίζεται στη σύγκριση είτε του ύψους, είτε του εμβαδού της κορυφής των συστατικών του δείγματος, με το ύψος ή το εμβαδόν των κορυφών προτύπων ουσιών. Για την επίπεδη χρωματογραφία η επιφάνεια, που καταλαμβάνουν οι διαχωρισθείσες ουσίες, είναι η βάση του ποσοτικού προσδιορισμού, η οποία όμως με τη χρήση πυκνομέτρων στα σύγχρονα όργανα μετατρέπεται σε εμβαδόν κορυφής, (Παππά, Α., 2004).

Για να μετρηθεί η συγκέντρωση της ουσίας που εμφανίζει κορυφή σε ένα χρωματογράφημα απαιτούνται :

α) μια γνωστή ποσότητα ή συγκέντρωση (πρότυπη ουσία) του συστατικού, του οποίου τη συγκέντρωση θέλουμε να προσδιορίσουμε, για να συνδεθεί το σήμα του ανιχνευτή με ποσότητα ή συγκέντρωση (προσδιορισμός της ευαισθησίας του ανιχνευτή) και

β) ένας αξιόπιστος τρόπος υπολογισμού του εμβαδού ή του ύψους.

Για δεδομένες χρωματογραφικές συνθήκες υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ του εμβαδού ή του ύψους κάθε κορυφής στο χρωματογράφημα και της ποσότητας της ουσίας στο δείγμα για συγκεκριμένη περιοχή συγκεντρώσεων, που εξαρτάται από τον ανιχνευτή.

Εσωτερικό πρότυπο. Στην ανάλυση ιχνών (συστατικών σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις) είναι προτιμητέα η μέθοδος που βασίζεται στο σχετικό συντελεστή απόκρισης (relative response factor). Τα εμβαδά των ενώσεων που πρόκειται να μετρηθούν ποσοτικά συγκρίνονται με το εμβαδόν μιας ουσίας αναφοράς, που καλείται εσωτερικό πρότυπο (internal standard) και η οποία βρίσκεται σε γνωστή συγκέντρωση σε κάθε δείγμα. Αυτή η τεχνική εξαλείφει σφάλματα, που οφείλονται στη μεταβλητότητα του ενυομένου όγκου ή σε αστάθεια του οργάνου μεταξύ των διαφορετικών εισαγωγών των δειγμάτων (Παππά, Α., 2004).

Η μέθοδος του εσωτερικού προτύπου είναι γενικής χρήσης με πολύ καλή αναπαραγωγιμότητα, και στηρίζεται στην επιλογή κατάλληλης ουσίας ως εσωτερικού προτύπου που πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Να μην αποτελεί συστατικό του προς μέτρηση δείγματος

- Να είναι σε καθαρή μορφή
- Η χρωματογραφική του κορυφή να διαχωρίζεται πλήρως από τα άλλα συστατικά του δείγματος
- Ο χρόνος ανάσχεσης του εσωτερικού προτύπου να είναι παρόμοιος με τον προς μέτρηση συστατικών
- Η συγκέντρωση του να είναι παραπλήσια των συγκεντρώσεων που πρόκειται να προσδιορισθούν
- Να είναι αδρανές σε σχέση με τα συστατικά του δείγματος

Καμπύλη Βαθμονόμησης. Ο υπολογισμός των σχετικών συντελεστών απόκρισης μπορεί να γίνει μέσω καμπύλης βαθμονόμησης, με πρότυπα δείγματα, διαφορετικών συγκεντρώσεων των προς προσδιορισμό συστατικών (analytes), στα οποία έχει προστεθεί η ίδια ποσότητα εσωτερικού προτύπου. Το διάγραμμα αυτό έχει ως τετμημένη τις διαφορετικές συγκεντρώσεις των συστατικών (ή τις ποσότητες) και τεταγμένη τον λόγο των εμβαδών (ή των υψών) των ουσιών ως προς το εμβαδό του εσωτερικού προτύπου. Η κλίση της ευθείας βαθμονόμησης εκφράζει τον σχετικό συντελεστή απόκρισης, (Παππά, Α., 2004).

1.8. ΠΑΓΙΔΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

Οι εξατμιστήρες που εκπέμπουν φερομόνη (και οι παγίδες) που κυκλοφορούν στην αγορά παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της μεγάλης διάρκειας ωφέλιμης ζωής, που επιτρέπει την καταπολέμηση των παρασίτων καθόλη τη διάρκεια των ζημιών που προκαλούν τα παράσιτα, καθώς και ευκολία στην εφαρμογή τους.

Ωστόσο, παρουσιάζουν το σημαντικό μειονέκτημα της ρύπανσης του χωραφίου μετά το τέλος της εφαρμογής τους, εφόσον τα υλικά που χρησιμοποιούνται είτε βιοδιασπώνται πολύ αργά, είτε και καθόλου.

1.9. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η τεχνική της χρήσης φερομονικών παγίδων για τη παρακολούθηση και μαζική παγίδευση των παρασίτων είναι μια μέθοδος εναλλακτική της χρήσης χημικών παρασιτοκτόνων.

Στη παρούσα μελέτη, εξετάστηκε η δυνατότητα παραγωγής εξατμιστήρων σεξουαλικής φερομόνης των παρασίτων *Lobesia Botrana* και *Cydia Pomonella*, που να είναι αποτελεσματικοί στην καταπολέμηση αυτών των παρασίτων καθόλη τη διάρκεια της ανάγκης επέμβασης. Ως επιθυμιτά χαρακτηριστικά ορίζονται: η κινητική εκπομπής της φερομόνης να προσεγγίζει όσο το δυνατόν αυτή της μηδενικής τάξης, να έχει μικρή ευαισθησία στην υψηλή θερμοκρασία, στις ακτίνες UV και στην ταχύτητα του ανέμου, να είναι οικονομικά εφικτό και να μην είναι ρυπογόνο, δηλαδή τα υλικά που χρησιμοποιούνται σαν βάση του εξατμιστήρα φερομόνης να μην ρυπαίνουν τα χωράφια.

Μέχρι στιγμής κανένας από τους πομπούς που κυκλοφορούν στην αγορά δεν καλύπτει όλα τα παραπάνω επιθυμιτά χαρακτηριστικά.

Οι εξατμιστήρες που παρήχθησαν, τοποθετήθηκαν σε καλλιέργειες με σκοπό την αξιολόγηση της κινητικής συμπεριφοράς και της αποτελεσματικότητάς τους σε πραγματικές συνθήκες, και σε θάλαμο αερισμού μαζί με εξατμιστήρες του εμπορίου, με σκοπό την ανάλυση και σύγκριση της συμπεριφοράς τους σε ελεγχόμενες συνθήκες. Η αναλυτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον ποσοτικό προσδιορισμό της εναπομείνουσας φερομόνης των εξατμιστήρων κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, ήταν η Αέρια Χρωματογραφία με Ανιχνευτή Ιονισμού Φλόγας, (GC-FID).

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Για την ανάλυση της συμπεριφοράς των εξατμιστήρων που παρασκευάστηκαν στο Centro de Ecología Química Agrícola της Valencia, τοποθετήθηκαν οι τελευταίοι σε καλλιέργειες, με σκοπό να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους να παγιδεύουν τα παράσιτα, ενώ συγχρόνως πραγματοποιούνταν αναλύσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ποσοτικού προσδιορισμού της εναπομείνουσας φερομόνης τους, μέσω Αέριας Χρωματογραφίας, ώστε να μελετηθεί η κινητική εκπομπής τους.

Σε δεύτερο κύκλο πειραμάτων, συγκρίθηκε η κινητική εκπομπής των εξατμιστήρων CEQA με αρχικό φορτίο φερομόνης της ίδιας τάξης με αυτό των εξατμιστήρων του εμπορίου, με την κινητική εκπομπής των τελευταίων, με την υποβολή τους σε ελεγχόμενες συνθήκες σε θάλαμο αερισμού. Η ανάλυση της κινητικής τους, βασίστηκε όπως και στον πρώτο κύκλο πειραμάτων, στον ποσοτικό προσδιορισμό εναπομείνουσας φερομόνης μέσω Αέριας Χρωματογραφίας, με λήψη μετρήσεων ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

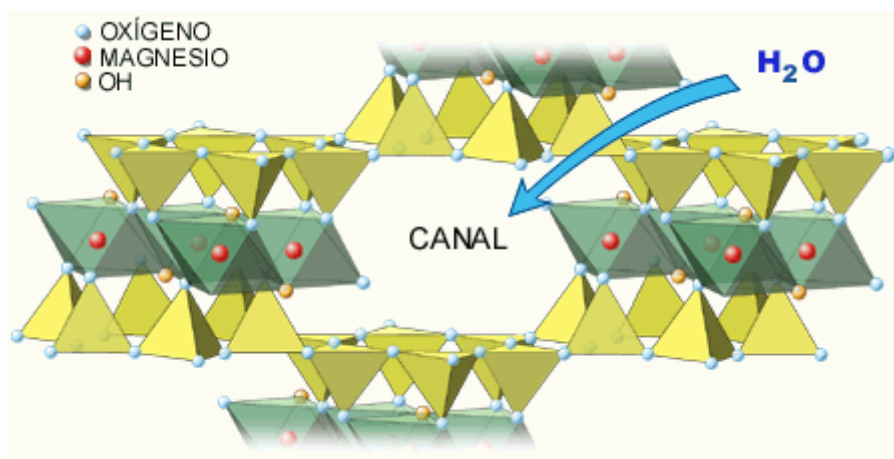
2.1. ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ

2.1.1. ΦΕΡΟΜΟΝΙΚΟΙ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ ΤΟΥ CEQA.

Για τους εξατμιστήρες που παρασκευάστηκαν στο Centro de Ecología Química Agrícola για την παρακολούθηση και μαζική παγίδευση των παρασίτων *Lobesia botrana* και *Cydia pomonella*, χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω συστατικά:

Σεπιόλιθος (διανομή: Tolsa, Μαδρίτη): $Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2 \cdot 6H_2O$. Ο σεπιόλιθος χαρακτηρίζεται από μια σύνθετη σύσταση πλούσια σε πυριτικά άλατα μαγνησίου και αργιλίου, χρώματος λευκού, κίτρινου ή ελαφρώς ερυθρού. Ξεχωρίζει λόγω της έντονης πολικότητάς του, των μεγάλων προσροφητικών του ιδιοτήτων και της αφθονίας που υπάρχει στη φύση σε συνδυασμό με τη χαμηλή του τιμή. Η δομή του είναι κρυσταλλικού πλέγματος πυριτίου-αργιλίου, το οποίο αποτελείται από τετράεδρα Si ενωμένα μεταξύ τους με κατιόντα Mg^+ , σε συντονισμό οκταέδρου, διαμορφώνοντας στρώματα τετράεδρου-οκταέδρου-τετράεδρου, τ-ο-τ (εικόνα 9). Αυτά τα στρώματα ενώνονται μεταξύ τους μέσω δεσμών Si-O-Si.

Η μεγάλη δυνατότητα απορρόφησης που έχει οφείλεται στην περιστροφή των τετραεδρικών στρωμάτων, που σχηματίζουν κοιλότητες τις οποίες μπορούν να καταλάβουν κατιόντα, νερό και οργανικές ενώσεις όπως σ' αυτήν τη περίπτωση τα μόρια του φερομονικού μίγματος (Muñoz, 1998).



Εικόνα 9. Δομή Σεπιόλιθου (Πηγή: Tolsa, Madrid (Eσραña)) που χρησιμοποιήθηκε ως βάση των εξατμιστήρων φερομόνης που παρασκευάστηκαν στο CEQA. Η υψηλή απορροφητικότητα που παρουσιάζει οφείλεται στην περιστροφή των τετραεδρικών στρωμάτων, που σχηματίζουν κοιλότητες που μπορούν να καταλάβουν τα μόρια του φερομονικού μίγματος.

Πρόκειται για ένα μεσοπορώδες υλικό, που βρίσκει εφαρμογή σε βιομηχανίες καλλυντικών, χρωμάτων, υγρών καθαριστικών, σφραγιστικών υλικών, συγκολλητικών, ενώ παραδοσιακά χρησιμοποιείται για την προσρόφηση ακαθαρσιών ζώων (cat litters) και ως συνεκτικό μέσο ζωοτροφών.

Αδρανές συστατικό. Ως αδρανές συστατικό χρησιμοποιήθηκε θαλασσινή άμμος, ώστε να δοθεί όγκος στον εξατμιστήρα (παστίλια) προς παρασκευή.

Πλαστικοποιητές. Χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη πλαστικοποιητών. Είναι σταθεροί στο φως και στη θερμότητα, διαλυτοί στο νερό, με αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία και διαπερατοί από αέρια.

Αδιάβροχο συστατικό. Προστέθηκε και αδιάβροχο συστατικό, για τη προστασία των φερομονικών εξατμιστήρων, λόγω της υδατοδιαλυτότητάς τους.

Αντιηλιακό Φίλτρο. Χρησιμοποιήθηκε αντιηλιακό φίλτρο ως προστατευτικός παράγοντας ενάντια στην φωτοαποικοδόμηση των φερομονών που προκαλείται λόγω της ακτινοβολίας UV.

Αντιοξειδωτικός παράγοντας. Χρησιμοποιήθηκε αντιοξειδωτικό ως περιοριστικός παράγοντας που αποτρέπει την υποβάθμιση της φερομόνης που προκαλείται σαν αποτέλεσμα των οξειδώσεων, (Swenson και Weatherson, 1989).

Σεξουαλική Φερομόνη της *Lobesia botrana* (διανομή: Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan). Η σεξουαλική φερομόνη της *Lobesia botrana* που χρησιμοποιήθηκε είναι

ένα μίγμα δύο συστατικών, με επικρατέστερο το οξικό (E,Z)-7,9-δωδεκαδιεν-1-ύλιο (σε ποσοστό 87%) και δευτερεύον το (E,E)-7,9-δωδεκαδιεν-1-ύλιο. Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο CEQA, αυτό το δεύτερο συστατικό, αν και ισομερές του επικρατέστερου, δεν εμποδίζει στην αποτελεσματικότητα των φερομονικών εξατμιστήρων.

Σεξουαλική Φερομόνη της *Cydia pomonella* (διανομή: Bedoukian Research Inc., Danbury, U.S.A.): Όπως αναφέρθηκε και στη παράγραφο 5.5. η φερομόνη της *Cydia pomonella* αποτελείται κυρίως από (E,E)-8,10-δωδεκαδιεν-1-ολη (Codlemone). Η χρησιμοποιούμενη φερομόνη ήταν Codlemone σε ποσοστό 100%.



Εικόνα 10. Παστίλιες εκπομπής φερομόνης από αριστερά CEQA 10, CEQA 1, CEQA 5, CEQA 30

Με τα παραπάνω αναφερόμενα συστατικά, παρήχθησαν οι παστίλιες (εξατμιστήρες) φερομόνης του CEQA ως εξής:

Για τη παραγωγή παστίλιων εκπομπής φερομόνης της *Lobesia botrana*:

Παστίλια	Βάρος Παστίλ. (mg)	Σεπιόλ. (mg)	Αδραν. (mg)	Αδιάβρ. Συστ. (mg)	Πλαστ.Α (mg)	Πλαστ.Β (mg)	Αντιηλ. Φίλτρο (mg)	Αντιοξ. (mg)	Φερομ. (mg)
CEQA 1	366	25	225	75	25	12,5	1,25	1,25	1
CEQA 10	1470	250	750	300	100	50	5	5	10

Πίνακας 1. Σύνθεση πομπών φερομόνης της *Lobesia* του CEQA ανά παστίλια

Για τη παραγωγή παστιλιών εκπομπής φερομόνης της *Cydia pomonella*:

Παστίλ.	Βάρος Παστίλ. (mg)	Σεπιόλ. (mg)	Αδρανές (mg)	Αδιάβρ. Συστ. (mg)	Πλαστ.Α (mg)	Πλαστ.Β (mg)	Αντιηλ.Φίλτρο (mg)	Αντιοξειδ. (mg)	Φερομόνη (mg)
CEQA 5	735	125	375	150	50	25	2,5	2,5	5
CEQA 30	4410	750	2250	900	300	150	15	15	30

Πίνακας.2. Σύνθεση πομπών φερομόνης της *Cydia* του CEQA ανά παστίλια

Αυτές οι παστίλιες συντέθηκαν με αναλογίες 15% και 5%, πλαστικοποιητή A και B αντίστοιχα, του βάρους του σεπιόλιθου, ποσότητες θεωρούμενες ως βέλτιστες σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο CEQA.

Σύνθεση και Επεξεργασία

Η διαδικασία παραγωγής των τεσσάρων ειδών παστιλιών που συντέθηκαν ήταν όμοια και παρουσιάζεται στη συνέχεια, καθώς και οι ποσότητες των συστατικών για κάθε είδος.

CEQA 1

Για τη παραγωγή 82 παστιλιών CEQA 1 (διαμέτρου 0,9mm και πάχους 0,4mm η κάθε μία) με τη βοήθεια χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας 25 τόνων, χρησιμοποιήθηκαν:

-2,05 g σεπιόλιθου

-18,45g άμμου

-6,15g αδιάβροχου συστατικού

-2,05g πλαστικοποιητή A

-1,025g πλαστικοποιητή B

-0,1025g αντιηλιακού φίλτρου

-0,1025g αντιοξειδωτικού παράγοντα

-0,082g φερομόνης

CEQA 10

Για τη παραγωγή 40 παστιλιών CEQA 10 (διαμέτρου 1,25mm και πάχους 0,7mm η κάθε μία) με τη βοήθεια χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας 25 τόνων, χρησιμοποιήθηκαν:

-10 σεπιόλιθου

-30 άμμου

-12 αδιάβροχου συστατικού

-4g πλαστικοποιητή Α

-2g πλαστικοποιητή Β

-0,2g αντιηλιακού φίλτρου

-0,2g αντιοξειδωτικού παράγοντα

-0,4g φερομόνης

CEQA 5

Για τη παραγωγή 51 παστιλιών CEQA 5 (διαμέτρου 1mm και πάχους 0,7mm η κάθε μία) με τη βοήθεια χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας 25 τόνων, χρησιμοποιήθηκαν:

-6,375g σεπιόλιθου

-19,125g άμμου

-7,65g αδιάβροχου συστατικού

-2,55g πλαστικοποιητή Α

-1,275g πλαστικοποιητή Β

-0,1275g αντιηλιακού φίλτρου

-0,1275g αντιοξειδωτικού παράγοντα

-0,255g φερομόνης

CEQA 30

Για τη παραγωγή 45 παστιλιών CEQA 30 (διαμέτρου 1,4mm και πάχους 2,2mm η κάθε μία) με τη βοήθεια χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας 25 τόνων, χρησιμοποιήθηκαν:

- 33,75g σεπιόλιθου
- 101,25g άμμου
- 40,5g αδιάβροχου συστατικού
- 13,5g πλαστικοποιητή A
- 6,75g πλαστικοποιητή B
- 0,675g αντιηλιακού φίλτρου
- 0,675g αντιοξειδωτικού παράγοντα
- 1,35g φερομόνης

Η προετοιμασία του κάθε μίγματος (τέσσερα συνολικά, ένα για κάθε τύπο παστίλιας-εξαμιστήρα) ήταν όμοια όπως προαναφέρθηκε και έχει ως εξής:

Αρχικά, έγινε η εμφάνιση των υλικών με φερομόνη. Σε ένα ποτήρι ζέσεως 50ml ζυγίστηκε η φερομόνη και προστέθηκε ποσότητα διαλύτη (διχλωρομεθάνιο CH_2Cl_2), ίση με το βάρος του σεπιόλιθου που επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί. Προστέθηκε ο σεπιόλιθος και το μίγμα αφέθηκε μέχρι να απορροφηθεί το υγρό. Όταν ξεράθηκε, προστέθηκε η απαιτούμενη ποσότητα άμμου (9 φορές η ποσότητα του σεπιόλιθου για τα μίγματα προς παρασκευή πομπών CEQA1, CEQA 10 και 3 φορές για εκείνα προς παρασκευή πομπών CEQA 5, CEQA 30) κι αναδεύτηκε.

Στη συνέχεια, σε λουτρό ανάδευσης στους 100°C προστέθηκαν σε ποσότητα διχλωρομεθανίου ίση με το άθροισμα ποσοτήτων του σεπιόλιθου, της άμμου και του αδιάβροχου συστατικού, κατά σειρά: πρώτα ο πλαστικοποιητής A, καθότι ήταν ο πιο δυσδιάλυτος, μετά ο πλαστικοποιητής B και μετά ο αντιοξειδωτικός παράγοντας. Λίγο πριν το τέλος της διαδικασίας θέρμανσης, προστέθηκε το αδιάβροχο συστατικό (στους 70°C), μέχρι που διαλύθηκε όλο και το μίγμα έγινε ομογενές και προστέθηκε το αντιηλιακό φίλτρο.

Τέλος, έχοντας πλέον το τελευταίο μίγμα ομογενές, προστέθηκε το μίγμα σεπιόλιθου-άμμου και έγινε καλή ανάδευση. Αφέθηκε να στεγνώσει σε μία πλάκα, ώστε να απομακρυνθεί η περίσσεια διαλύτη.

Μετά από περίπου 20 ώρες, με το κάθε ένα απ'τα τέσσερα στο σύνολο μίγματα ξηρό, ετοιμάστηκαν οι παστίλιες- εξατμιστήρες φερομόνης του κάθε είδους. Ζυγίστηκαν οι κατάλληλες ποσότητες για κάθε τύπο παστίλιας (CEQA 1 : 366mg, CEQA 10 : 1470mg, CEQA 5 : 735mg, CEQA 30 : 4410mg) του κάθε μίγματος, και εισήχθησαν μία μία στη πρέσα για να παραχθούν οι παστίλιες. Οι συνθήκες συμπίεσης ήταν 2 τόνοι για 30 δευτερόλεπτα. Η πρέσα συμπίεσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν η 25 Ton Manual Hydraulic Press, 25011 της Specac®(εικόνα 11.).



Εικόνα 11. Σύστημα εξαρτημάτων χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας για τη Παρασκευή παστιλιών-εξατμιστήρων CEQA.

2.1.2. ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Όπως προαναφέρθηκε, με σκοπό την σύγκριση των νέων εξατμιστήρων φερομόνης του CEQA με αυτούς που ήδη κυκλοφορούν στο εμπόριο, μελετήθηκαν δύο από αυτούς, ένας για κάθε τύπο φερομόνης.

Εξατμιστήρας φερομόνης GRAPEMONE PHEROCON® EGVM

Ο εξατμιστήρας φερομόνης της *Lobesia botrana* της αγοράς που μελετήθηκε ήταν ο EGVM που διανέμεται από την KENOGARD (Εσραña) και κατασκευάζεται από την εταιρεία Trécé Inc.(USA). Πρόκειται για έναν εξατμιστήρα φτιαγμένο από καουτσούκ, μορφής ελαστικού πώματος και διάχυσης τύπου διαφράγματος (όπως αυτοί της εικόνας 12), με αρχική ποσότητα φερομόνης 1mg. Το προϊόν αυτό,

χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση της *Lobesia botrana*. Σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται από τον κατασκευαστή, ο εξατμιστήρας έχει διάρκεια ωφέλιμης ζωής 4-5 εβδομάδες, ανάλογα τις καιρικές συνθήκες της κάθε περιοχής.



Εικόνα 12. Εξατμιστήρες φερομόνης του εμπορίου (Πηγή: www.silvandersson.se)

Εξατμιστήρας φερομόνης Qlure-CYP

Ο εξατμιστήρας φερομόνης της *Cydia pomonella* της αγοράς που μελετήθηκε ήταν ο Qlure-CYP που διανέμεται από την BIAGRO S.L. (Εσραña) και κατασκευάζεται από την εταιρεία Russell IPM Ltd (Εσραña). Το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένος ο εξατμιστήρας αυτός είναι το καουτσούκ (όπως αυτοί της εικόνας 12), ενώ περιέχεται και φίλτρο UV και αντιοξειδωτικός παράγοντας. Η αρχική ποσότητα φερομόνης που έχει είναι 1,5mg. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, ο εξατμιστήρας παρουσιάζει διάρκεια ωφέλιμης ζωής περίπου 6 εβδομάδες.

2.2. ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ

Με σκοπό τη μελέτη της συμπεριφοράς των εξατμιστήρων του CEQA, πραγματοποιήθηκαν δύο κύκλοι πειραμάτων. Ο πρώτος έγινε με την υποβολή των εξατμιστήρων CEQA σε πραγματικές συνθήκες, και ο δεύτερος έγινε στο εργαστήριο του CEQA με την υποβολή των εξατμιστήρων CEQA1, CEQA 5 και των εξατμιστήρων του εμπορίου, σε ελεγχόμενες συνθήκες.

2.2.1. ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Lobesia botrana

Οι εξατμιστήρες CEQA 1 και CEQA 10 τοποθετήθηκαν σε εξωτερικό χώρο του πανεπιστημίου (UPV, Valencia), με σκοπό τη μελέτη συμπεριφοράς τους (κινητική

εκπομπής και διάρκεια ζωής). Για την πραγματοποίηση της μελέτης αυτής, αναλύθηκε η εναπομείνουσα φερομόνη των πομπών στις 0, 7, 14, 21, 28, 35, 49, 71 και 96 ημέρες. Λήφθηκαν τρία δείγματα κάθε τύπου εξατμιστήρα τη φορά, ώστε να υπάρχουν 3 επαναλήψεις της ποσοτικής ανάλυσης της φερομόνης για κάθε σημείο της καμπύλης εκπομπής.

Cydia pomonella

Όπως και στην μελέτη των CEQA 1 και CEQA 10, οι CEQA 5 και CEQA 30 τοποθετήθηκαν στον ίδιο χώρο του πανεπιστημίου (UPV, Valencia), με σκοπό τη μελέτη συμπεριφοράς τους (κινητική εκπομπής και διάρκεια ζωής). Για την πραγματοποίηση της μελέτης αυτής, αναλύθηκε η εναπομείνουσα φερομόνη των εξατμιστήρων στις 0, 7, 14, 21, 28, 35, 51, 62 και 85 ημέρες. Λήφθηκαν τρία δείγματα κάθε τύπου εξατμιστήρα τη φορά, ώστε να υπάρχουν 3 επαναλήψεις της ποσοτικής ανάλυσης της φερομόνης για κάθε σημείο της καμπύλης εκπομπής.

2.2.2. ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Στο εργαστήριο, μελετήθηκε η συμπεριφορά των εξατμιστήρων CEQA 1, CEQA 5 και των EGVM, Qlure-CYP, υπό ελεγχόμενες συνθήκες, με σκοπό τη σύγκριση της συμπεριφοράς τους (κινητική εκπομπής φερομόνης και διάρκεια ζωής). Δεν θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθούν συγκριτικά και οι CEQA 10, CEQA 30 λόγω της μεγάλης διαφοράς αρχικού φορτίου φερομόνης που φέρουν, συγκριτικά με εκείνη των EGVM, Qlure-CYP του εμπορίου. Χρησιμοποιήθηκε θάλαμος αερισμού (εικόνα 13), στο εσωτερικό του οποίου τοποθετήθηκαν όλοι οι εξατμιστήρες.

Ένας θερμοστάτης, διατήρησε τη θερμοκρασία του θαλάμου στους 30°C καθόλη τη διάρκεια του πειράματος. Επίσης, μέσα στο θάλαμο περνούσε ρεύμα αέρα, στρωτής ροής και ταχύτητας $0,3 \pm 0,1$ m/s.

Αν και η συμπεριφορά του κάθε εξατμιστήρα ορίζει τη χρονική διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, αυτή ορίστηκε στις 63 ημέρες. Στο διάστημα αυτό, υπολογίστηκε η εναπομείνουσα φερομόνη τριών δειγμάτων κάθε είδους στις 0, 7, 14, 21, 28, 36, 42 και 63 ημέρες. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 24 εξατμιστήρες φερομόνης κάθε τύπου.



Εικόνα 13. Θάλαμος Αερισμού όπου τοποθετήθηκαν οι εξατμιστήρες CEQA 1, EGVM, CEQA 5 και Qlure-CYP, για τη σύγκριση της κινητικής εκπομπής τους σε ελεγχόμενες συνθήκες.

2.2.3. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ

Για ανάκτηση της εναπομείνουσας φερομόνης στους εξατμιστήρες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μέθοδοι, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια. Μετά την ανάκτηση της φερομόνης, έγινε ποσοτικός προσδιορισμός των εκχυλισμάτων που προέκυψαν με τη βοήθεια Αέριου Χρωματογράφου συνδεδεμένου με Ανιχνευτή Ιονισμού Φλόγας (GC-FID).

2.2.3.1. Ανάκτηση Φερομόνης πομπών CEQA

Η διαδικασία ανάκτησης της εναπομείνουσας φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 1, CEQA 10, CEQA 5 και CEQA 30, έγινε ως εξής:

Αρχικά η κάθε παστίλια ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας (στην περίπτωση των εξατμιστήρων CEQA 30 το μίγμα διαχωρίστηκε σε δύο μέρη και χρησιμοποιήθηκε το ένα από αυτά, καθώς η συνολική ποσότητά του όπως αποδείχθηκε στη πορεία των πειραμάτων, ήταν μεγάλη παρουσιάζοντας έτσι δυσκολία στο χειρισμό για την προετοιμασία του δείγματος που θα εισερχόταν μετά στον χρωματογράφο) και μετά τη κονιοποίησή του, μεταφέρθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα όπου διαλύθηκε σε ποσότητα διχλωρομεθανίου (2ml στους CEQA 1, 5ml στους CEQA 10, 3 ml στους

CEQA 5 και 9 ml CEQA 30) . Ο σωλήνας αφέθηκε για μία ώρα σε λουτρό ανάδευσης στους 40°C. Μετά προστέθηκαν 2ml εσωτερικού προτύπου (η χρήση και το είδος του οποίου εξηγείται στην παράγραφο 2.2.4.1.), και συνεχίστηκε η ανάδευση για 90 λεπτά ακόμα. Ύστερα ο σωλήνας αφέθηκε σε πάγο για 10 λεπτά, ώστε στη συνέχεια να εισαχθεί στη φυγόκεντρο (εικόνα 14), όπου η ταχύτητα ήταν ρυθμισμένη σε 3.000rpm και ο χρόνος στα 10 λεπτά. Μετά το διαχωρισμό φάσεων του δείγματος, συλλέχθηκε το αιώρημα με τη βοήθεια ενός σιφωνίου.



Εικόνα 14. Φυγόκεντρος (POTINA 46, Hettich Zentrifugen, Hettich Lab Technology, Germany) που χρησιμοποιήθηκε για το διαχωρισμό φάσεων των υγρών δειγμάτων των εξατμιστήρων CEQA, ώστε να συλλεχθεί η εναπομείνουσα φερομόνη από το αιώρημα.

Στη συνέχεια το αιώρημα μεταφέρθηκε με χρήση σύριγγας του 1ml σε φιαλίδιο του αέριου χρωματογράφου, αφού πρώτα φιλτραρίστηκε με φίλτρο διαμέτρου 0,2μm.

2.2.3.2. Ανάκτηση Φερομόνης εξατμιστήρων του εμπορίου

Η ανάκτηση της εναπομείνουσας φερομόνης των εξατμιστήρων EGVM και Qlure-CYP, έγινε με διαφορετική μέθοδο, λόγω της διαφορετικής τους σύνθεσης.

Αρχικά, ο κάθε εξατμιστήρας κόπηκε σε μικρά κομμάτια και τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα με ποσότητα διχλωρομεθανίου ίση με 30ml. Κατόπιν αφέθηκε σε λουτρό ανάδευσης για διάστημα 2 ωρών. Ύστερα από την ανάδευση, λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης φερομόνης στο δείγμα, περάστηκε σε φιάλες των 100ml και μπήκε σε περιστροφικό εξατμιστήρα (Rotavapor® R-200 BÜCHI Laborteknik AG (Germany)) λειτουργούμενο υπό χαμηλή πίεση (under reduced pressure), σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ώπου εξατμίστηκε πλήρως ο διαλύτης. Προηγουμένως, επαληθεύτηκε ότι δεν υπήρχαν απώλειες φερομόνης με τη διαδικασία εξάτμισης. Για τη συλλογή της φερομόνης που πλέον ήταν στα τοιχώματα της φιάλης, προστέθηκε 1ml διχλωρομεθανίου και αναδεύτηκε. Τέλος, περάστηκε σε φιαλίδιο κατάλληλο για την εισαγωγή του στον αέριο χρωματογράφο.



Εικόνα 15. Περιστροφικός εξατμιστήρας , Rotavapor R-200 BÜCHI Laborteknik AG (Germany). Χρησιμοποιήθηκε για την εξάτμιση του διαλύτη κατά την ανάκτηση εναπομείνουσας φερομόνης από τα δείγματα των εξατμιστήρων του εμπορίου.

2.2.4. ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΜΕΙΝΟΥΣΑΣ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ

2.2.4.1. Ανάλυση Φερομόνης με Αέριο Χρωματογράφο (GC/FID)

Για την ανάλυση των δειγμάτων και τον ποσοτικό προσδιορισμό της εναπομείνουσας φερομόνης των εξατμιστήρων χρησιμοποιήθηκε Αέριος

Χρωματογράφος με Ανιχνευτή Ιονισμού Φλόγας(Gas Chromatography with Flame Ionization Detector), Clarus®500 της Perkin Elmer (Wellesley, USA).

Τα χαρακτηριστικά του GC/FID που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της φερομόνης όλων των εξατμιστήρων παρατίθενται στη συνέχεια.

Όγκος Εισαγωγής Δείγματος: 1μl (Auto sampler)

Φέρον Αέριο: Ήλιο (He 1,20 ml/min)

Ροή Split: 30, 0 ml/min

Στήλη: ZB-5 (30m x 0,25mm ID x 25μm F.T.) ,

Πληρωτικό υλικό Στήλης: 5% πολυσιραλένιο – 95% πολυδυμεθυλοσιλοξάνη

CEQA 1, CEQA 10, EGVM

Η ανάλυση της εναπομείνουσας φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 1, CEQA 10, και EGVM, έγινε με βάση το υπερέχον συστατικό (87%) του φερομονικού μίγματος της *Lobesia botrana*, δηλαδή το οξικό (E,Z)-7,9-δωδεκαδιεν-1-ύλιο, (E7,Z9-12:Ac).

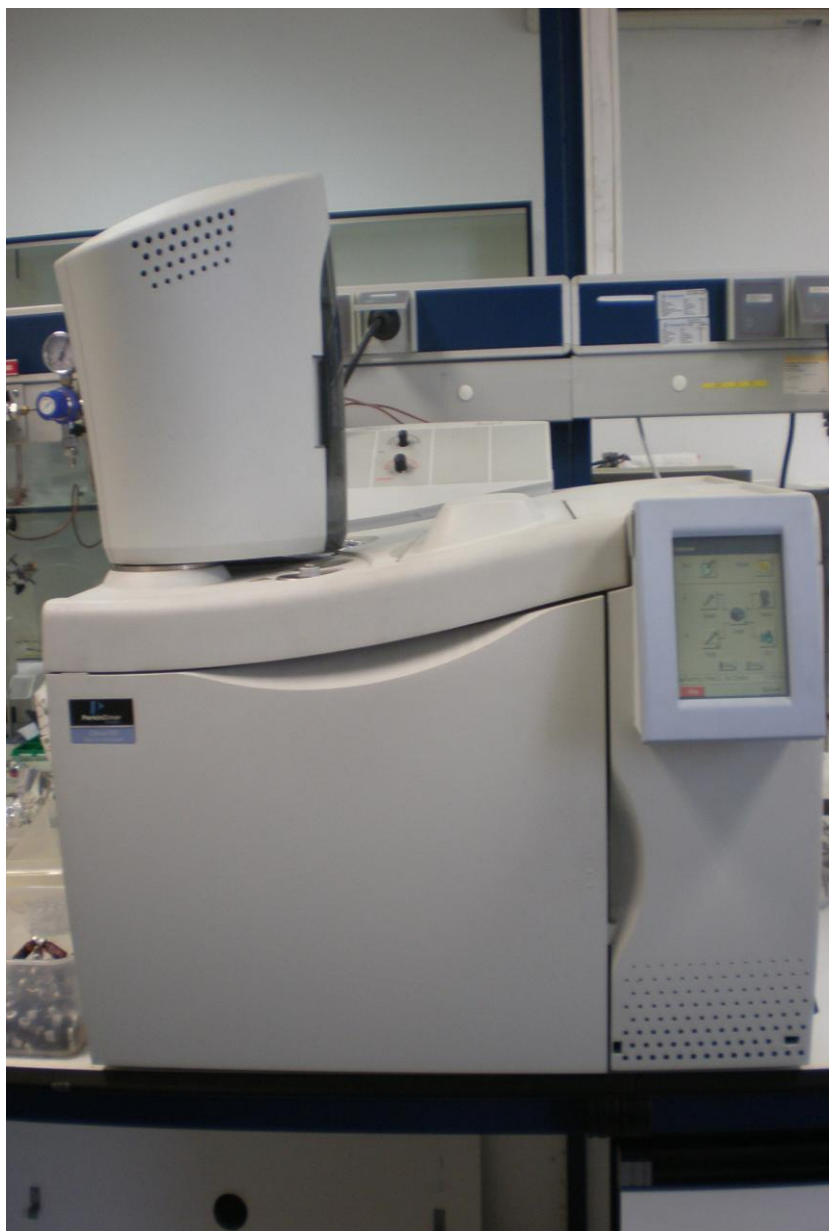
Πριν την ανάλυση των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε ταυτοποίηση της φερομόνης μέσω του GC/FID. Για το σκοπό αυτό, εισήχθη δείγμα καθαρής φερομόνης (όμοιας με αυτήν που χρησιμοποιήθηκε για την σύνθεση των εξατμιστήρων CEQA) στον χρωματογράφο, υπό τις ίδιες συνθήκες (μέθοδος) που μελετήθηκαν και οι εξατμιστήρες CEQA. Το αποτέλεσμα ήταν μία μοναδική κορυφή, σε χρόνο 8,24 sec. Κατ'αυτό το τρόπο, προσδιορίσαμε τον χρόνο απόκρισης που πρέπει να εμφανίζει η φερομόνη σε κάθε χρωματογράφημα.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της εναπομείνουσας φερομόνης της *Lobesia botrana* των δειγμάτων των πομπών, ήταν:

150°C/3'/20 °C min⁻¹/170°C/4'/35°C min⁻¹/260°C/1'

Διάρκεια : 11,57min.

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της φερομόνης, χρησιμοποιήθηκε ως εσωτερικό πρότυπο δωδεκανόλη (C₁₂H₂₆O), έτσι ώστε μέσω μιας καμπύλης βαθμονόμησης, με συσχέτιση των εμβαδών των κορυφών του εσωτερικού προτύπου (γνωστής συγκέντρωσης) και των κορυφών του E7,Z9-12:Ac, προσδιορίστηκε η αντίστοιχη συγκέντρωση του E7,Z9-12:Ac, και μετέπειτα η συνολική ποσότητα φερομόνης.



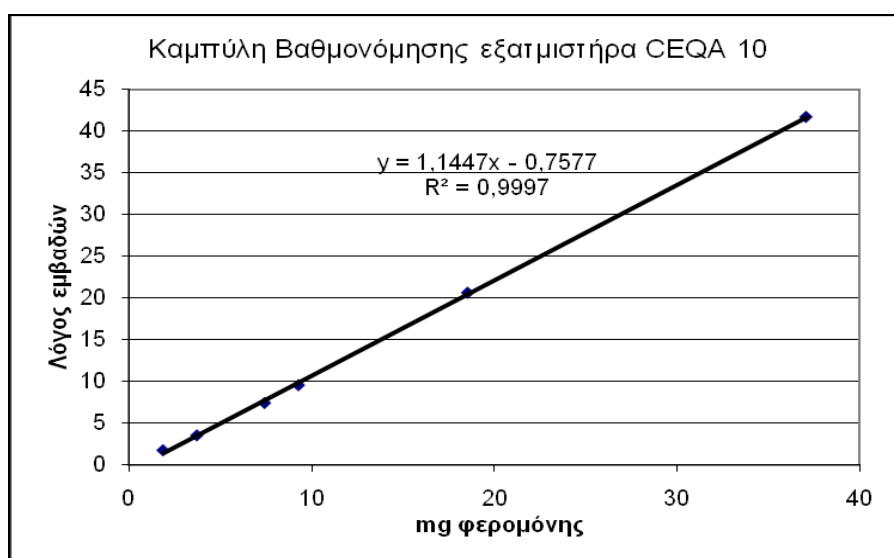
Εικόνα 16. GC/FID, Clarus®500, Αέριος χρωματογράφος με ανιχνευτή Ιονισμού Φλόγας που χρησιμοποιήθηκε για τον ποσοτικό προσδιορισμό της εναπομείνουσας φερομόνης των εξατμιστήρων.

Προετοιμασία Εσωτερικού προτύπου

Το διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε ως εσωτερικό πρότυπο για τον ποσοτικό προσδιορισμό προετοιμάστηκε διαλύοντας 100mg δωδεκανόλης ($C_{12}H_{26}O$) σε 100ml αιθανόλης (EtOH). Σε κάθε δείγμα προστίθεται η ίδια ποσότητα εσωτερικού προτύπου, αυτή του 1ml.

Καμπύλες Βαθμονόμησης

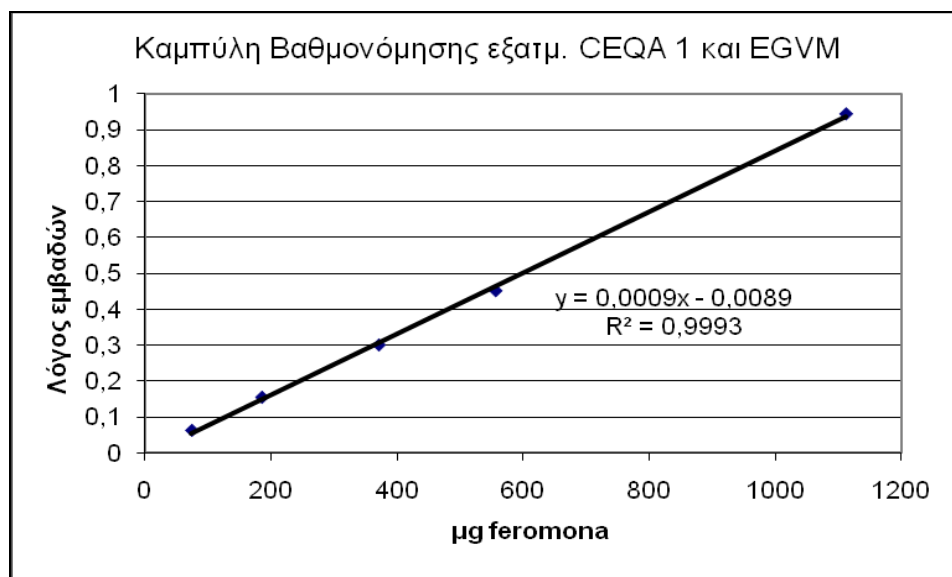
Κατασκευάσθηκαν δύο καμπύλες βαθμονόμησης για τον ποσοτικό προσδιορισμό της εναπομείνουσας φερομόνης των εξατμιστήρων, μία για την ανάλυση των δειγμάτων του CEQA 10, και μια για τους CEQA1 και EGVM, λόγω της διαφοράς μεγέθους συγκεντρώσεων που φέρουν. Για την κατασκευή της πρώτης καμπύλης βαθμονόμησης, ετοιμάσθηκαν διαλύματα φερομόνης σε διχλωρομεθάνιο συγκέντρωσης 4mg/ml (200mg/50ml) και εισήχθησαν στον χρωματογράφο δείγματα με αυξανόμενους όγκους φερομόνης (από 2mg έως 40mg), προσθέτοντας σε κάθε ένα 1ml εσωτερικού προτύπου. Από τα χρωματογραφήματα προέκυψαν οι λόγοι εμβαδών των κορυφών του E7,Z9-12:Ac και του εσωτερικού προτύπου (C₁₂H₂₆O) σε σχέση με τη συγκέντρωση φερομόνης για κάθε δείγμα. Έγιναν τρεις επαναλήψεις κάθε δείγματος, και η μέση τιμή τους παραστάθηκε γραφικά. Μέσω γραμμικής παλινδρόμησης κατασκευάστηκε η καμπύλη βαθμονόμησης: $y = 1,1447x - 0,7577$, με συντελεστή συσχέτισης $r^2 = 0,9997$ (εικόνα 17).



Εικόνα 17. Καμπύλη Βαθμονόμησης συγκεντρώσεων φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 10 (υψηλές συγκεντρώσεις). Ο άξονας της τεταγμένης αντιστοιχεί στο λόγο εμβαδών των κορυφών της φερομόνης/εσωτερικού προτύπου που εμφανίζονται στα χρωματογραφήματα προτύπων διαλυμάτων φερομόνης εμπλουτισμένων με εσωτερικό πρότυπο και ο άξονας της τεταγμένης στα mg φερομόνης στα αντίστοιχα πρότυπα διαλύματα.

Για την κατασκευή της δεύτερης καμπύλης βαθμονόμησης (χαμηλών συγκεντρώσεων), ετοιμάσθηκαν διαλύματα φερομόνης σε διχλωρομεθάνιο συγκέντρωσης 4mg/ml (200mg/50ml) και εισήχθησαν στον χρωματογράφο δείγματα με αυξανόμενες ποσότητες φερομόνης (από 20μg έως 1,2mg),

προσθέτοντας σε κάθε ένα 1ml εσωτερικού προτύπου. Από τα χρωματογραφήματα προέκυψαν οι σχέσεις εμβαδών του E7,Z9-12:Ac και του εσωτερικού προτύπου για κάθε δείγμα. Έγιναν τρεις επαναλήψεις για κάθε δείγμα, και η μέση τιμή τους παραστάθηκε γραφικά. Μέσω γραμμικής παλινδρόμησης κατασκευάστηκε η καμπύλη βαθμονόμησης: $y = 0,0009x - 0,0089$, με συντελεστή συσχέτισης $r^2 = 0,9993$ (εικόνα 18).



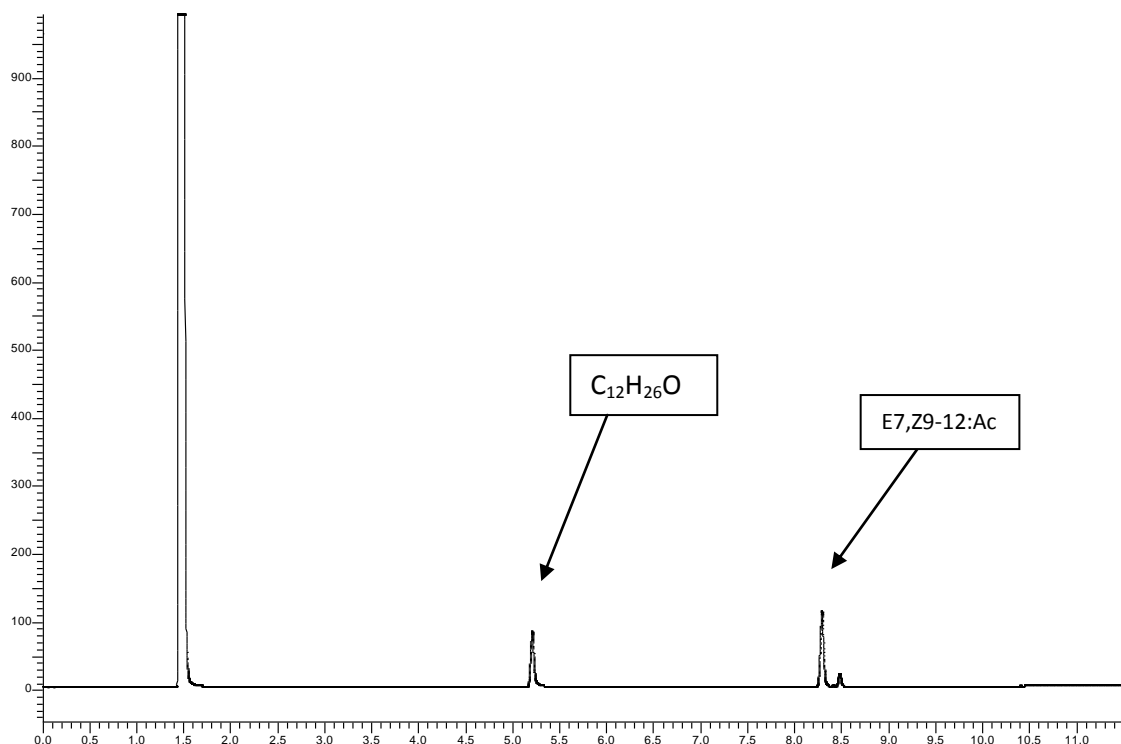
Εικόνα 18. Καμπύλη Βαθμονόμησης συγκεντρώσεων φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 1 και EGVM (χαμηλών συγκεντρώσεων). Ο άξονας της τεταγμένης αντιστοιχεί στο λόγο εμβαδών των κορυφών της φερομόνης/εσωτερικού προτύπου που εμφανίζονται στα χρωματογραφήματα προτύπων διαλυμάτων φερομόνης εμπλουτισμένων με εσωτερικό πρότυπο και ο άξονας της τεταγμένης στα mg φερομόνης στα αντίστοιχα πρότυπα διαλύματα.

Ο χρόνος απόκρισης του εσωτερικού προτύπου και του E7,Z9-12:Ac, ήταν 5,15sec και 8,24sec αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο παρακάτω χρωματογράφημα (εικόνα 19). Η πρώτη κορυφή με χρόνο απόκρισης 1,5sec αντιστοιχεί στο διχλωρομεθάνιο και η τελευταία με χρόνο απόκρισης 8,45sec αντιστοιχεί στο (E,E)-7,9-δωδεκαδιεν-1-ύλιο.

CEQA 5, CEQA 30, QLURE-CYP

Η ανάλυση της εναπομείνουσας φερομόνης των πομπών CEQA 5, CEQA 30, και Qlure-CYP, έγινε με βάση το κύριο φερομονικό συστατικό, Codlemone.

Πριν την ανάλυση των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε ταυτοποίηση της φερομόνης μέσω του GC/FID. Για το σκοπό αυτό, εισήχθη δείγμα καθαρής φερομόνης (όμοιας με αυτήν που χρησιμοποιήθηκε για την σύνθεση των πομπών CEQA) στον χρωματογράφο, υπό τις ίδιες συνθήκες (μέθοδος) που μελετήθηκαν και οι εξατμιστήρες CEQA. Το αποτέλεσμα ήταν μία μοναδική κορυφή, σε χρόνο 9,36 sec. Κατ'αυτό το τρόπο, προσδιορίσαμε τον χρόνο απόκρισης που πρέπει να εμφανίζει η φερομόνη της *Cydia* σε κάθε χρωματογράφημα.



Εικόνα 19. Χρωματογράφημα Πρότυπου δείγματος φερομόνης στον εξατμιστήρα E7,Z9-12:Ac με εσωτερικό πρότυπο δωδεκανόλη. Ο άξονας της τετμημένης αντιστοιχεί στον χρόνο απόκρισης της κάθε ουσίας και ο άξονας της τεταγμένης αντιστοιχεί στο σήμα των κορυφών σε mV.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της εναπομείνουσας φερομόνης της *Cydia pomonella* των δειγμάτων των εξατμιστήρων, ήταν:

120°C/5 °C min⁻¹/180°C/35°C min⁻¹/260°C/1'

Διάρκεια : 15,29 min.

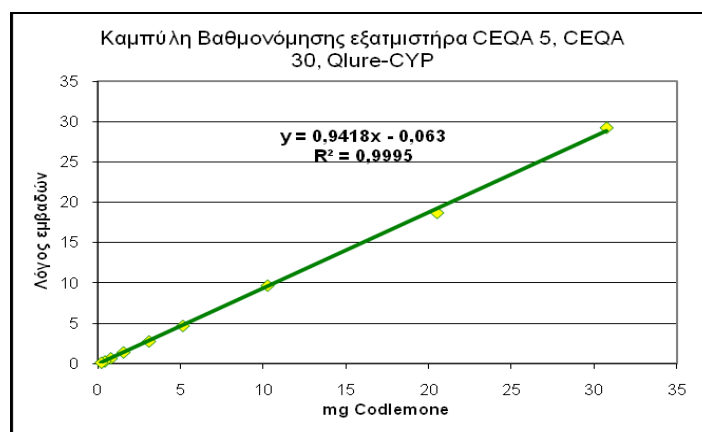
Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της φερομόνης, χρησιμοποιήθηκε ως εσωτερικό πρότυπο δεκαεξάνιο ($C_{16}H_{34}$), έτσι ώστε μέσω μιας καμπύλης βαθμονόμησης, με συσχέτιση των εμβαδών των κορυφών του εσωτερικού προτύπου (γνωστής συγκέντρωσης) και των κορυφών του codlemone, προσδιορίστηκε η αντίστοιχη συγκέντρωση του codlemone, και μετέπειτα η συνολική ποσότητα φερομόνης.

Προετοιμασία Εσωτερικού προτύπου

Το διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε ως εσωτερικό πρότυπο για τον ποσοτικό προσδιορισμό προετοιμάστηκε διαλύοντας 50mg δεκαεξανίου ($C_{16}H_{34}$) σε 100ml διχλωρομεθανίου (CH_2Cl_2). Σε κάθε δείγμα προστίθετο η ίδια ποσότητα εσωτερικού προτύπου, αυτή του 1ml.

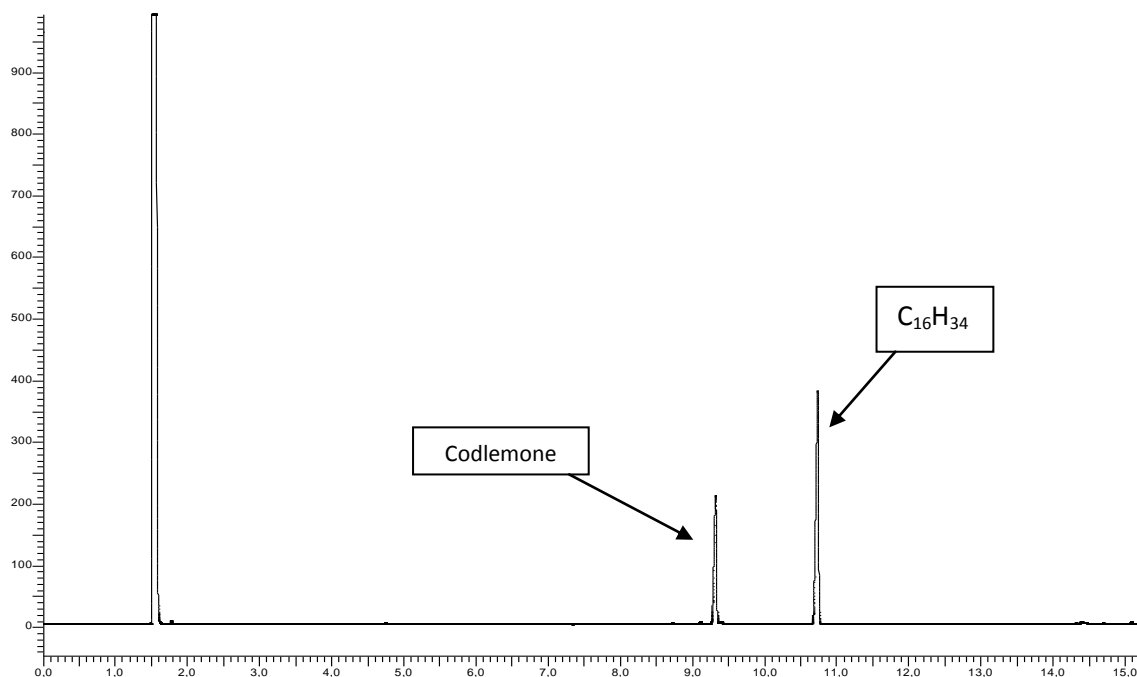
Καμπύλη Βαθμονόμησης

Για την κατασκευή της καμπύλης βαθμονόμησης για την ανάλυση των εξατμιστήρων που φέρουν codlemone, ετοιμάστηκαν διαλύματα φερομόνης σε διχλωρομεθάνιο συγκέντρωσης 5mg/ml (125mg/25ml) και εισήχθησαν στον χρωματογράφο δείγματα με αυξανόμενες ποσότητες φερομόνης (από 200μg έως 30mg), προσθέτοντας σε κάθε ένα 1ml εσωτερικού προτύπου. Από τα χρωματογραφήματα προέκυψαν οι σχέσεις εμβαδών του codlemone και του εσωτερικού προτύπου για κάθε δείγμα. Έγιναν τρεις επαναλήψεις για κάθε δείγμα, και η μέση τιμή τους παραστάθηκε γραφικά. Μέσω γραμμικής παλινδρόμησης κατασκευάστηκε η καμπύλη βαθμονόμησης: $y = 0,9418x - 0,063$, με συντελεστή συσχέτισης $r^2 = 0,9995$ (εικόνα 20).



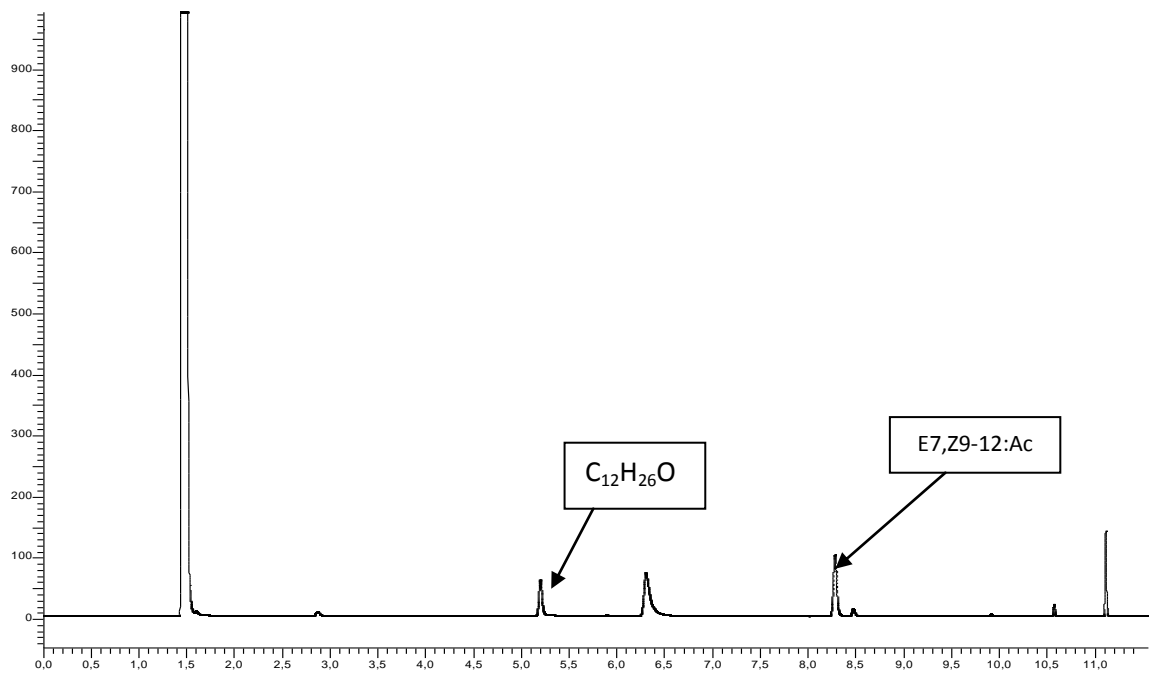
Εικόνα 20. Καμπύλη βαθμονόμησης συγκεντρώσεων φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 5, CEQA 30 και Qlure-CYP. Ο άξονας της τεταγμένης αντιστοιχεί στο λόγο εμβαδών των κορυφών της φερομόνης/εσωτερικού προτύπου που εμφανίζονται στα χρωματογραφήματα προτύπων διαλυμάτων φερομόνης εμπλουτισμένων με εσωτερικό πρότυπο και ο άξονας της τεταγμένης στα mg φερομόνης στα αντίστοιχα πρότυπα διαλύματα.

Ο χρόνος απόκρισης του εσωτερικού προτύπου ($C_{16}H_{34}$) και του codlemone, ήταν 10,69sec και 9,36sec αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο παρακάτω χρωματογράφημα (εικόνα 21). Η πρώτη κορυφή αντιστοιχεί στο διαλύτη (διχλωρομεθάνιο).

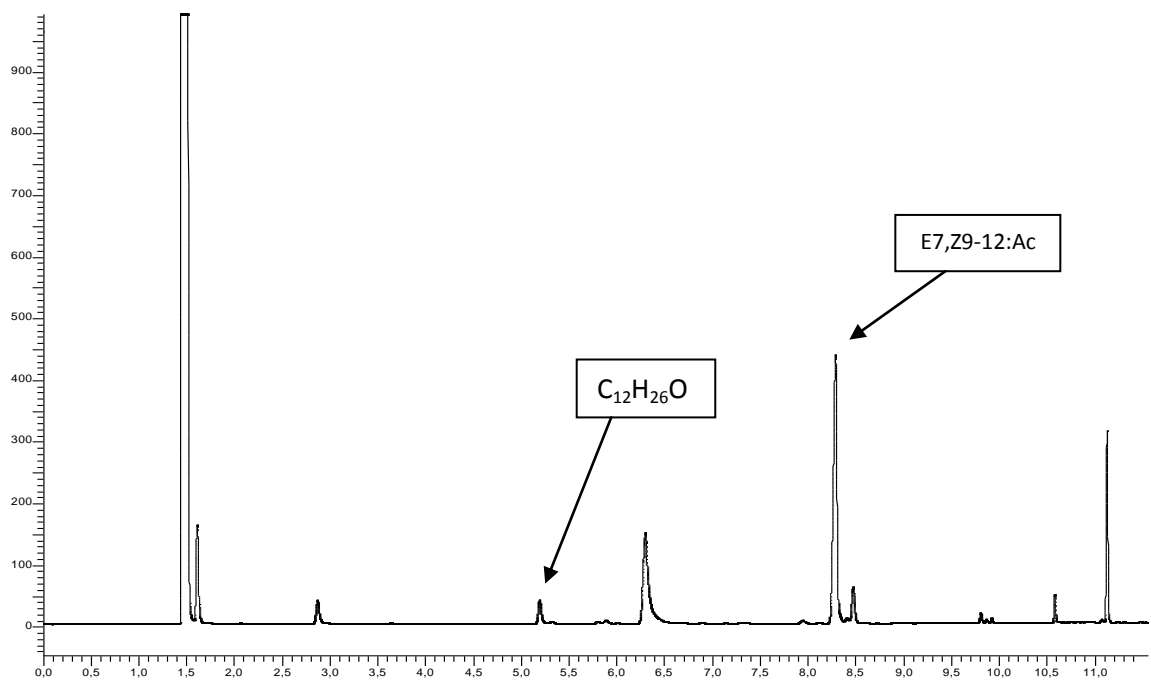


Εικόνα 21. Χρωματογράφημα πρότυπου δείγματος Codlemone με εσωτερικό πρότυπο δεκαεξάνιο. Στον άξονα της τετημμένης αντιστοιχεί ο χρόνος απόκρισης της κάθε ουσίας και στον άξονα της τεταγμένης αντιστοιχεί το σήμα των κορυφών σε mV.

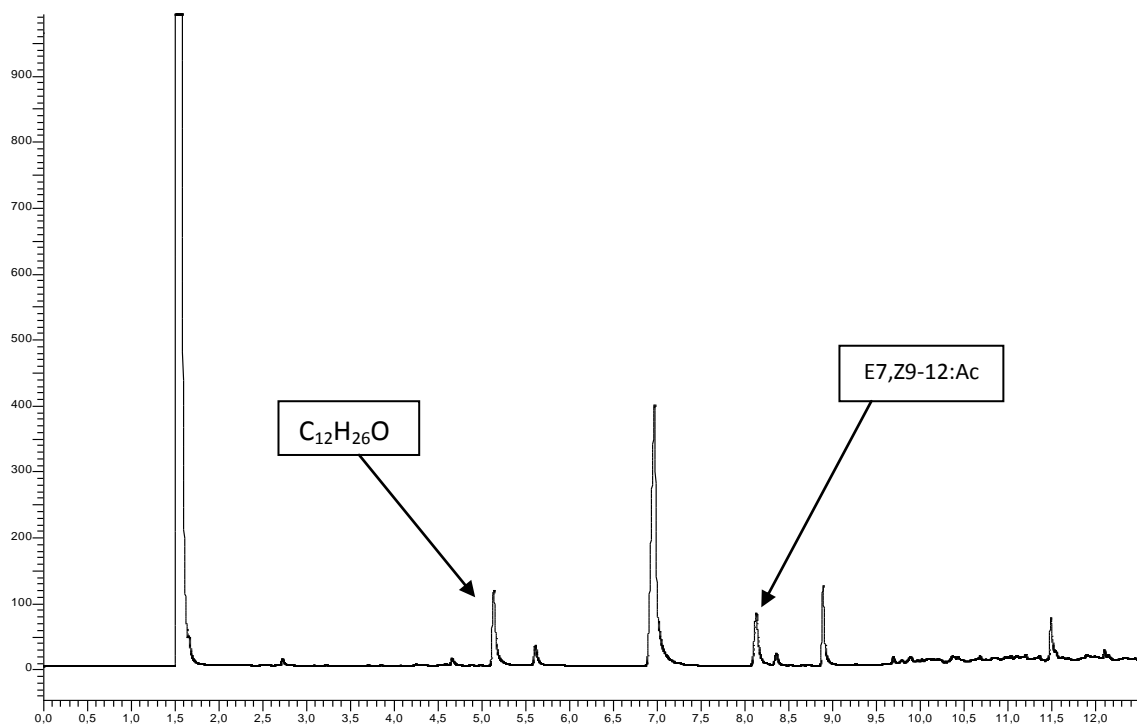
Στη συνέχεια παρατίθενται ενδεικτικά χρωματογραφήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων για κάθε τύπο εξατμιστήρα.



Εικόνα 22. Χρωματογράφημα που αντιστοιχεί στην ανάλυση εναπομείνουσας φερομόνης στον εξατμιστήρα CEQA 1, με εσωτερικό πρότυπο $C_{12}H_{26}O$.

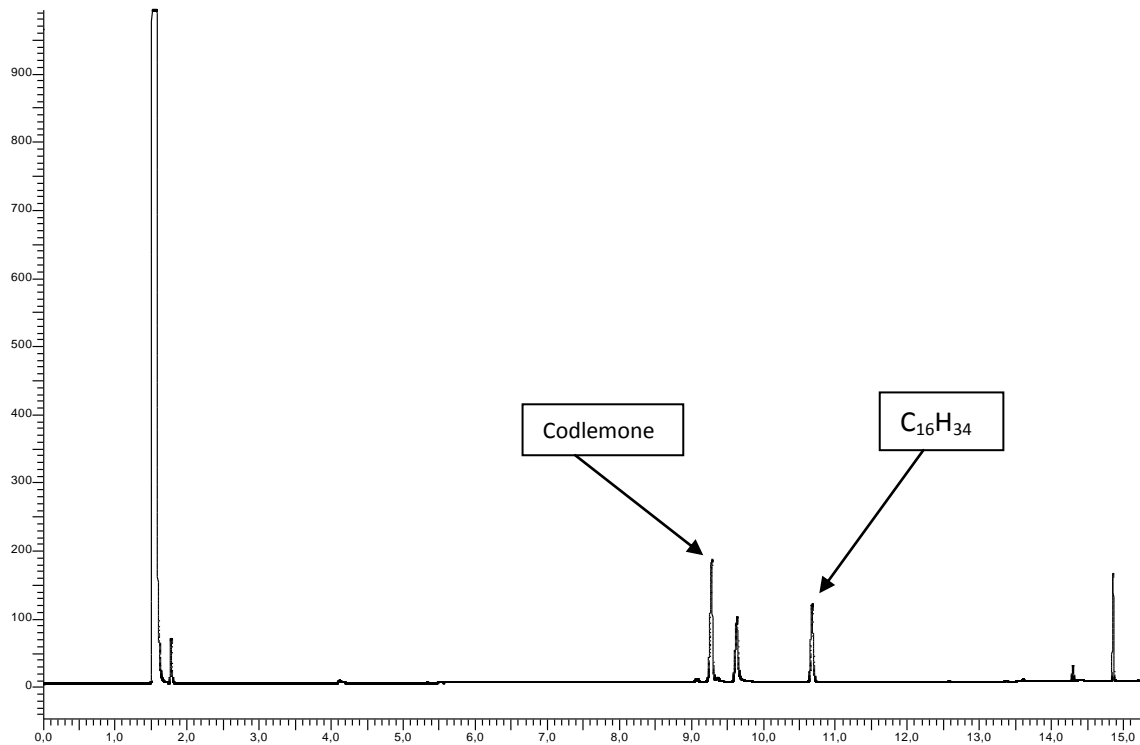


Εικόνα 23. Χρωματογράφημα που αντιστοιχεί στην ανάλυση εναπομείνουσας φερομόνης στον εξατμιστήρα CEQA 10, με εσωτερικό πρότυπο $C_{12}H_{26}O$



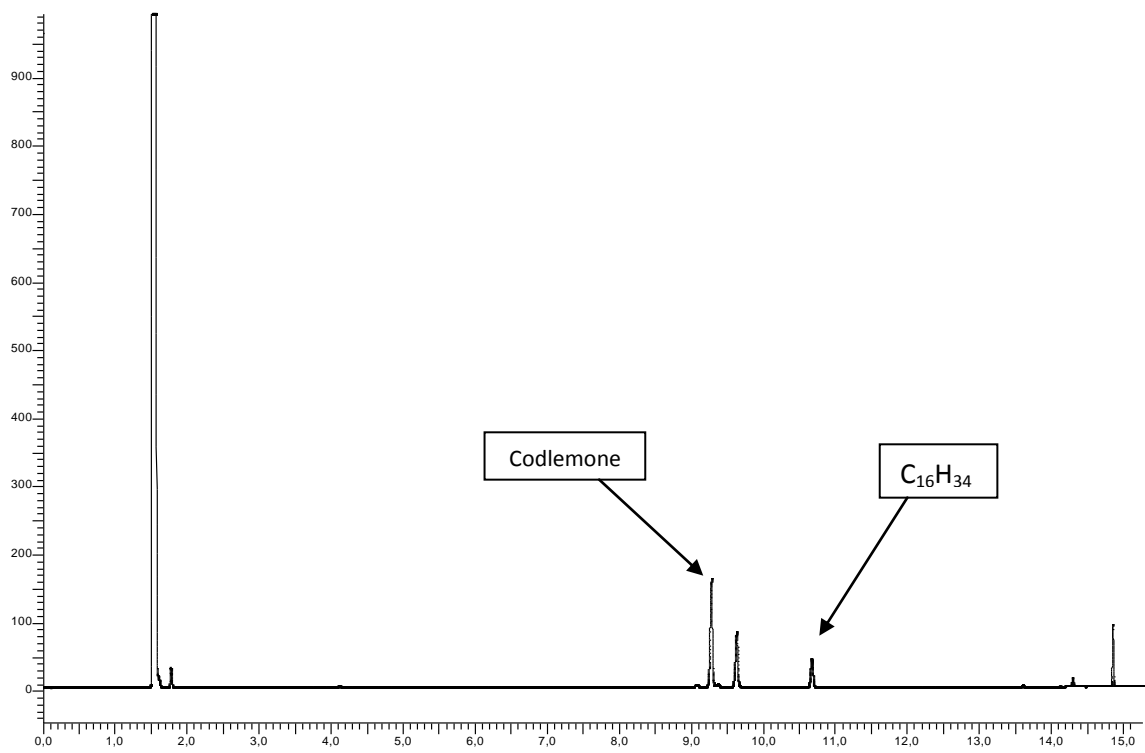
Εικόνα 24. Χρωματογράφημα που αντιστοιχεί στην ανάλυση εναπομείνουσας φερομόνης στον εξατμιστήρα EGVM, με εσωτερικό πρότυπο $C_{12}H_{26}O$.

Στα χρωματογραφήματα των CEQA 1 και CEQA 10, που παρουσιάζονται στις εικόνες 22 και 23, εκτός από τις κορυφές του εσωτερικού προτύπου, του E7,Z9-12:Ac, του E7,E9-12:Ac και του διχλωρομεθανίου, παρουσιάζονται κι άλλες κορυφές οι οποίες αντιστοιχούν στα συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν για την σύνθεση των εξατμιστήρων του CEQA.



Εικόνα 25. Χρωματογράφημα που αντιστοιχεί στην ανάλυση εναπομείνουσας φερομόνης στον εξατμιστήρα CEQA 5, με εσωτερικό πρότυπο C₁₆H₃₄.

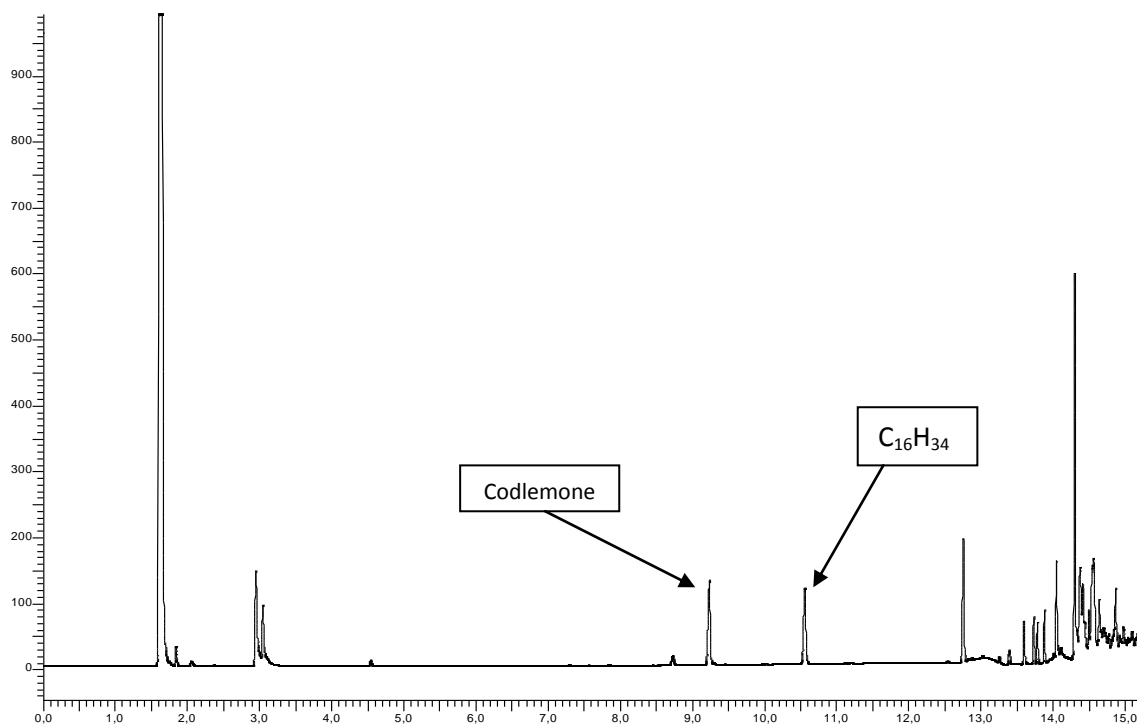
Στην εικόνα 24 που παρουσιάζεται το χρωματογράφημα της ανάλυσης του EGVM, εκτός από τις κορυφές του εσωτερικού προτύπου, του E7,Z9-12:Ac και του διαλύτη (διχλωρομεθάνιο), οι επιπλέον κορυφές αντιστοιχούν στα συστατικά σύνθεσης του εξατμιστήρα αυτού. Συγκεκριμένα, ο θόρυβος που διακρίνεται μετά από τα 9,7sec ωφείλεται στο καουτσούκ και στην ευκολία με την οποία προσροφά ξένες ουσίες.



Εικόνα 26. Χρωματογράφημα που αντιστοιχεί στην ανάλυση εναπομείνουσας φερομόνης στον εξατμιστήρα CEQA 30, με εσωτερικό πρότυπο C₁₆H₃₄.

Στα χρωματογραφήματα των CEQA 5 και CEQA 30, που παρουσιάζονται στις εικόνες 25 και 26, εκτός από τις κορυφές του εσωτερικού προτύπου, του Codlemone και του διχλωρομεθανίου, παρουσιάζονται κι άλλες κορυφές οι οποίες αντιστοιχούν στα συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν για την σύνθεση των εξατμιστήρων του CEQA.

Στην εικόνα 27 που παρουσιάζεται το χρωματογράφημα της ανάλυσης του Qlugre-CYP, εκτός από τις κορυφές του εσωτερικού προτύπου, του Codlemone και του διαλύτη (διχλωρομεθάνιο), οι επιπλέον κορυφές αντιστοιχούν στα συστατικά σύνθεσης του εξατμιστήρα αυτού. Συγκεκριμένα, ο θόρυβος που διακρίνεται μετά από τα 12,7sec ωφείλεται στο καουτσούκ και στην ευκολία με την οποία προσροφά ξένες ουσίες.



Εικόνα 27. Χρωματογράφημα που αντιστοιχεί στην ανάλυση εναπομείνουσας φερομόνης στον εξατμιστήρα Qlure-CYP, με εσωτερικό πρότυπο $C_{16}H_{34}$.

2.2.4.2. Ανάλυση της Κινητικής Εκπομπής της Φερομόνης

Μετά τον ποσοτικό προσδιορισμό της εναπομείνουσας φερομόνης κάθε εξατμιστήρα, σχηματίστηκαν οι καμπύλες εκπομπής και οι καμπύλες ταχύτητας εκπομπής των 4 εξατμιστήρων του CEQA καθώς και των EGVM και Qlure-CYP.

Η καμπύλη που δείχνει την σχέση του φορτίου της εναπομείνουσας φερομόνης συναρτήσει του χρόνου, προέκυψε από την προσαρμογή των πειραματικών δεδομένων σε μια εκθετική καμπύλη πρώτης τάξης. Από τη καμπύλη αυτή προσδιορίστηκαν οι παρακάτω παράμετροι.

- **Κινητική Σταθερά K.**
- **Συντελεστής συσχέτισης r**, ο οποίος εκφράζει τη καλή προσαρμογή των πειραματικών δεδομένων στη προκύπτουσα καμπύλη εκπομπής.

Η καμπύλη που δείχνει την σχέση της ταχύτητας εκπομπής της φερομόνης με το χρόνο, προέκυψε από τη καμπύλη εκπομπής, με χρήση της σχέσης:

$$V_{\text{emission}} = K \cdot C$$

Το K υπολογίστηκε από τη σχέση

$$C = C_0 \cdot e^{-kt}$$

Όπου:

C : φορτίο φερομόνης σε δεδομένο χρόνο t (mg φερομόνης /mg εξατμιστήρα)

C_0 : αρχικό φορτίο φερομόνης (mg φερομόνης /mg εξατμιστήρα)

K : σταθερά κινητικής πρώτης τάξης (d^{-1})

t : χρόνος (d)

2.3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΑΓΡΟΥΣ

Παράλληλα με τον κύκλο πειραμάτων που έγινε στις εγκαταστάσεις του U.P.V., οι εξατμιστήρες CEQA, τοποθετήθηκαν και σε καλλιέργειες, με σκοπό την μελέτη της αποτελεσματικότητάς τους να προσελκύουν τα παράσιτα και την μέτρηση της διάρκειας ζωής τους.

Η τοποθεσία των καλλιεργειών αυτών, ήταν σε μακρινή απόσταση από το πανεπιστήμιο, οπότε δεν τέθηκε ζήτημα αλληλεπίδρασης και επικάλυψης των ζωνών εκπομπής των πομπών της κάθε πειραματικής διαδικασίας.

2.3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΑΓΡΟΥΣ

Η τοποθέτηση των παγίδων έγινε προσεκτικά, σε κατάλληλο ύψος από το έδαφος κατά περίπτωση, και σε θέση που να επιτρέπει στα ρεύματα αέρα να διαχέουν τους ατμούς της φερομόνης.

Οι εξατμιστήρες CEQA 1 και CEQA 10 που παρασκευάστηκαν για την παγίδευση της *Lobesia botrana*, τοποθετήθηκαν σε καλλιέργεια αμπέλου στην περιοχή Fontanars dels Alforins, (Valencia, España). Η διάρκεια του πειράματος ήταν 6 εβδομάδες. Οι εξατμιστήρες τοποθετήθηκαν μέσα σε παγίδες με κολλητική ταινία, με τρόπο τέτοιο ώστε, εισερχόμενο το παράσιτο να κολλάει πάνω στη ταινία, (εικόνα 28) και κρεμάστηκαν στα αμπέλια. Τοποθετήθηκαν σε 4 ζώνες (Α, Β, C, D) από 2 φερομονικές παγίδες, μία κάθε τύπου, με μεταξύ τους απόσταση περίπου 50 μέτρα. Η απόσταση μεταξύ των ζωνών ήταν τουλάχιστον 200 μέτρα. Ο έλεγχος της δοκιμής στην καλλιέργεια, πραγματοποιήθηκε με μέτρηση των παγιδευμένων παρασίτων σε εβδομαδιαία βάση.



Εικόνα 28. Παγίδα φερομόνης με κολλητική ταινία για την παγίδευση της *Lobesia botrana* σε καλλιέργεια αμπελιού

Οι εξατμιστήρες CEQA 5 και CEQA 30 που κατασκευάστηκαν για την παγίδευση της *Cydia pomonella*, τοποθετήθηκαν σε καλλιέργεια μηλιάς στην περιοχή Ademuz, (Valencia, España). Η διάρκεια του πειράματος ήταν 5 εβδομάδες. Οι εξατμιστήρες τοποθετήθηκαν μέσα σε παγίδες με κολλητική ταινία, με τρόπο τέτοιο ώστε, εισερχόμενο το παράσιτο να κολλάει πάνω στη ταινία, και κρεμάστηκαν στις μηλιές.

Τοποθετήθηκαν σε 4 ζώνες (A, B, C, D) από 2 φερομονικές παγίδες, μία κάθε τύπου, με μεταξύ τους απόσταση περίπου 50 μέτρα. Η απόσταση μεταξύ των ζωνών ήταν τουλάχιστον 200 μέτρα. Ο έλεγχος της δοκιμής στην καλλιέργεια, πραγματοποιήθηκε με μέτρηση των παγιδευμένων παρασίτων σε εβδομαδιαία βάση.

2.3.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ

Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εξατμιστήρων βασίστηκε στην δυνατότητά τους να προσελκύουν τα παράσιτα και στη διάρκεια εκπομπής φερομόνης που παρουσίασε ο καθένας. Τα χαρακτηριστικά αυτά αξιολογήθηκαν με καταμέτρηση των παγιδευμένων παρασίτων σε εβδομαδιαία βάση. Κατόπιν, συγκρίθηκε η παγίδευση που προκάλεσε ο κάθε εξατμιστήρας.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά το πέρας των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο και στις καλλιέργειες, έγινε η επεξεργασία των αποτελεσμάτων, με κύριο στόχο, την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της ικανότητας των εξατμιστήρων CEQA να έλκουν τα παράσιτα, και τη σύγκριση τόσο της κινητικής τους όσο και της διάρκειας ωφέλιμης ζωής τους με εκείνες των εξατμιστήρων του εμπορίου.

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων κάθε εξατμιστήρα βασίστηκε σε:

- Δύο διαγράμματα που αναπαριστούν την σχέση της ποσότητας της εναπομείνουσας φερομόνης σε mg με τον χρόνο, (Εκθετική και Γραμμική Καμπύλη εκπομπής).
- Ένα διάγραμμα που αναπαριστά την σωρευτική ταχύτητα της εκπομπής της φερομόνης στο χρονικό διάστημα που διήρκησαν τα εκάστοτε πειράματα, (Κινητική εκπομπής).
- Ένα διάγραμμα συγκριτικό της % εναπομείνουσας φερομόνης σε σχέση με το χρόνο, των ζευγών εξατμιστήρων που εξετάζονται κατά περίπτωση.
- Ένα διάγραμμα παγίδευσης παρασίτων που προκάλεσε ο καθένας, (διαγράμματα παγίδευσης – χρόνου για κάθε εξατμιστήρα).

Στη συνέχεια παρατίθενται και σχολιάζονται τα εν λόγω αποτελέσματα.

3.1. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ ΥΠΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

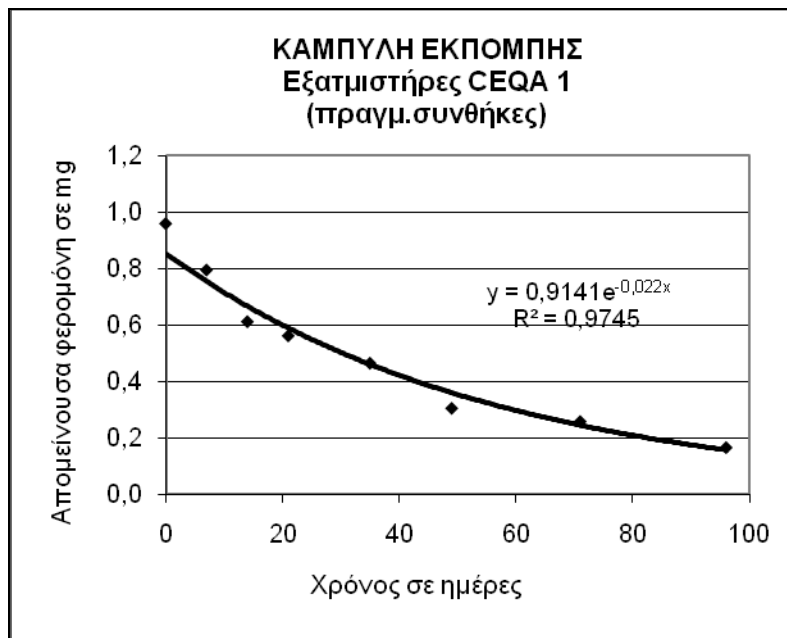
3.1.1. CEQA 1

Ο εξατμιστήρας CEQA 1 με αρχικό φορτίο φερομόνης 0,959mg, φαίνεται να παρουσιάζει εκθετική κινητική στο συνολικό διάστημα των 90 ημερών που διήρκησαν τα πειράματα, δηλαδή στην αρχή εκπέμπει μεγάλη ποσότητα και προς το τέλος (μετά τις 50 ημέρες) αρχίζει να μειώνεται κατά πολύ ο ρυθμός εκπομπής του, όπως φαίνεται στην εικόνα 29.

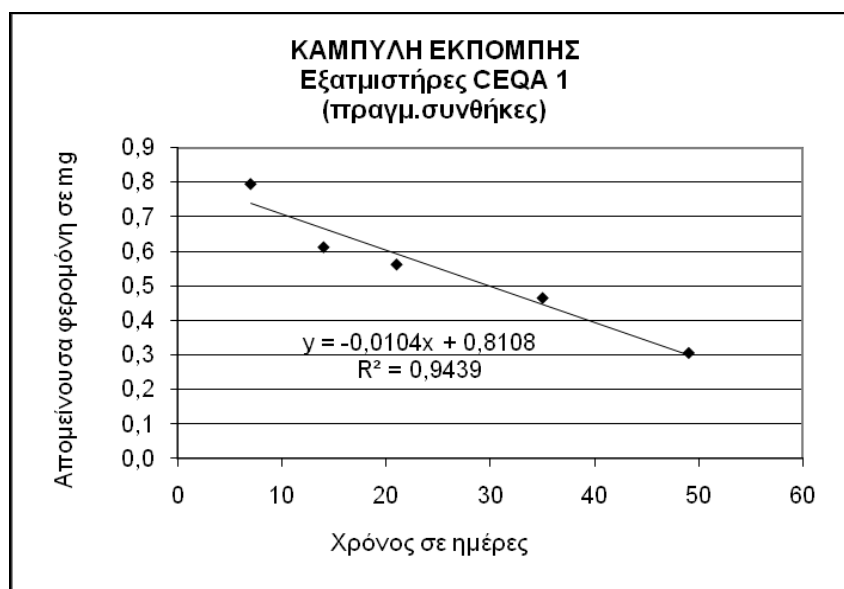
Αν απομονώσουμε την περίοδο μεταξύ των 7 – 50 ημερών, που ουσιαστικά ο εξατμιστήρας, έχοντας χάσει την φερομόνη που βρίσκεται στην επιφάνειά του, αρχίζει να εκπέμπει σταθερά, παρατηρούμε ότι η καμπύλη εκπομπής του (εικόνα 30) αντιστοιχεί σε γραμμική κινητική εκπομπής.

Η μέση ταχύτητα εκπομπής του σε αυτό το διάστημα ήταν 10,4 μg/, και η εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της διάρκειας ωφέλιμης ζωής του (50 ημέρες) ήταν το 31,9% του αρχικού του φορτίου, ποσοστό αρκετά μεγάλο.

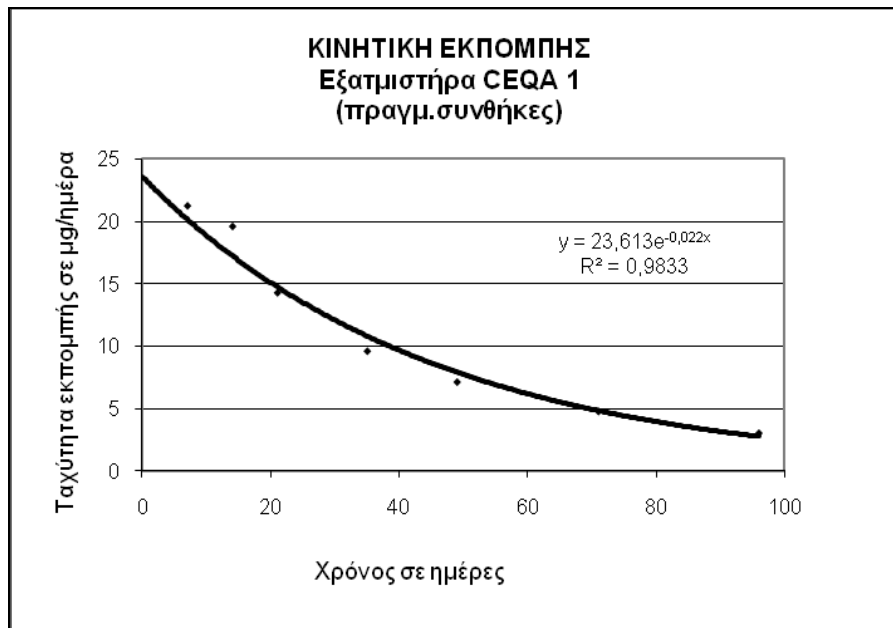
Στον πίνακα 3 παρατίθενται οι παράμετροι της κινητικής του εξατμιστήρα CEQA 1.



Εικόνα 29. Εκθετική Καμπύλη Εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 1 (συνολικό διάστημα πειραμάτων).



Εικόνα 30. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 1 στο διάστημα μεταξύ 7-50 ημερών.



Εικόνα 31. Καμπύλη κινητικής εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 1. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.

Πίνακας 3. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του CEQA 1.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C_0)	mg/εξατμιστήρα	0,959
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,022
Συντελεστής συσχέτισης (r^2) εκθετικής καμπύλης	-	0,9745
Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r^2)	-	0,9439
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	10,4
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής (t_{ut})	ημέρες	50
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της t_{ut} .		31,9

3.1.2. CEQA 10

Ο εξατμιστήρας CEQA 10 αρχικού φορτίου φερομόνης 10,82 mg, δείχνει να συνεχίζει να εκπέμπει μέχρι και τις 90 ημέρες παρουσιάζοντας κινητική πρώτης τάξης, παρουσιάζοντας έτσι συμπεριφορά ακατάλληλη, εφόσον στην αρχή εκπέμπει μεγαλύτερη ποσότητα απ' ότι στη συνέχεια και ως το τέλος των πειραμάτων.

Ωστόσο απομονώνοντας την πρώτη περίοδο, από την 1η ημέρα έως και τις 50 ημέρες, παρατηρούμε ότι η κινητική εκπομπής του, προσεγγίζει αυτήν μηδενικής τάξης (εικόνα 33) με μέση ταχύτητα εκπομπής 140,4 μg/ημέρα.

Πίνακας 4. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του CEQA 10.

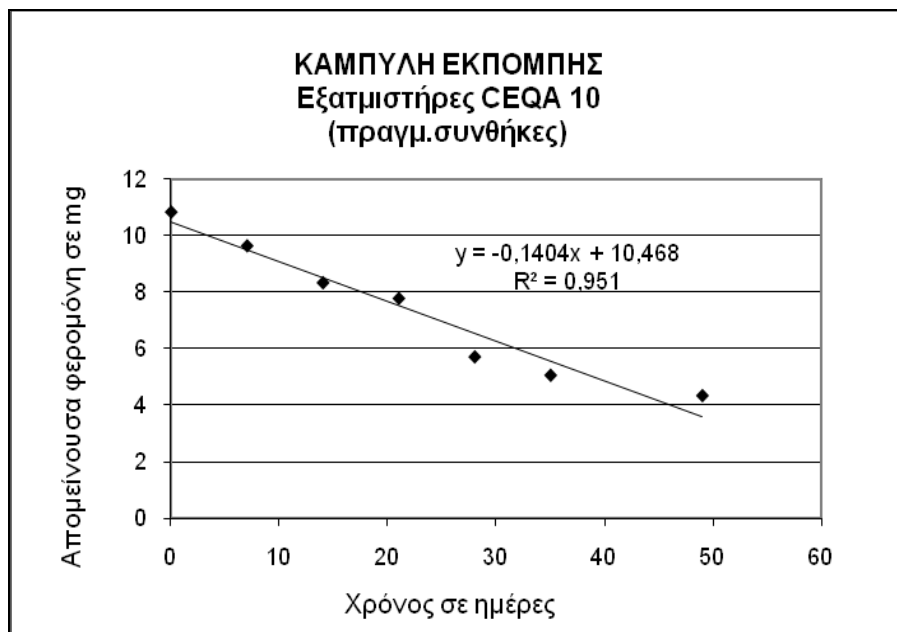
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C_0)	mg/εξατμιστήρα	10,82
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,015
Συντελεστής συσχέτισης (r^2) εκθετικής καμπύλης	-	0,9601
Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r^2)	-	0,951
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	140,4
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής ($t_{ut.}$)	ημέρες	50
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της $t_{ut.}$		40

Η εναπομείνουσα φερομόνη του εξατμιστήρα CEQA 10 στο τέλος της ωφέλιμης διάρκειας ζωής του (50 ημέρες) ήταν το 40% του αρχικού του φορτίου, ποσοστό που ξεπερνά το αντίστοιχο του εξατμιστήρα CEQA 1.

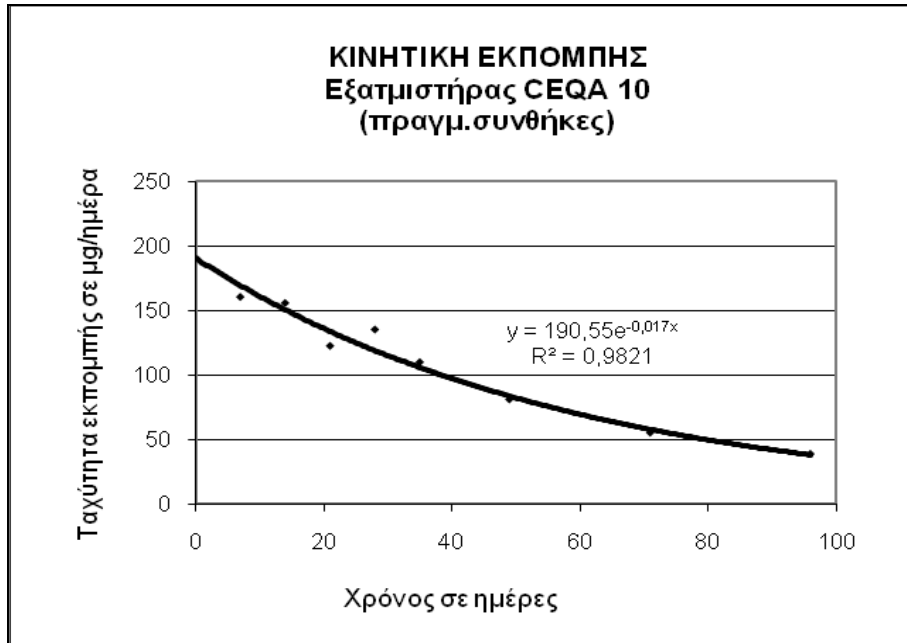
Οι παράμετροι της κινητικής του CEQA 10 παρατίθενται στον πίνακα 4.



Εικόνα 32. Εκθετική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 10 (συνολικό διάστημα πειραμάτων).



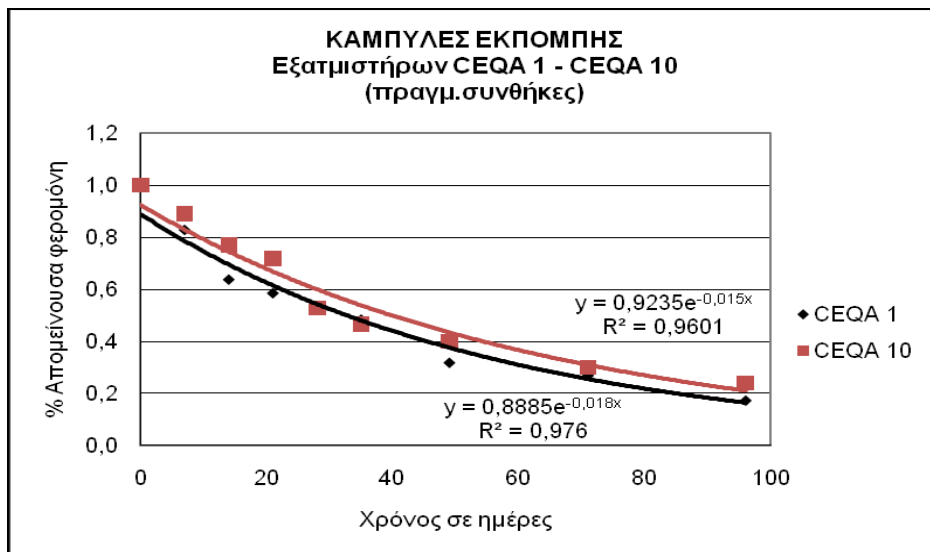
Εικόνα 33. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 10, στο διάστημα από 0 έως 50 ημέρες.



Εικόνα 34. Κινητική εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 10. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.

3.1.3. CEQA 1-CEQA 10

Συγκρίνοντας τις κινητικές εκπομπές των δύο εξατμιστήρων CEQA 1 και CEQA 10 που παρασκευάστηκαν για την παρακολούθηση και των έλεγχου της *Lobesia botrana*, παρατηρούμε ότι έχουν αρκετά όμοια συμπεριφορά. Παρουσιάζουν και οι δύο κινητική πρώτης τάξης, χωρίς να προσεγγίζει κάποια σημαντικά περισσότερο από την άλλη κινητική μηδενικής τάξης.



Εικόνα 35. Συγκριτικό διάγραμμα εκθετικών καμπυλών εκπομπής φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 1 και CEQA 10.

Η διάρκεια ωφέλιμης ζωής ήταν επίσης ίδια, με μόνη ουσιαστική διαφορά το ποσοστό εναπομείνουσας φερομόνης που παρουσιάζει κάθε εξατμιστήρας στο τέλος της περιόδου των πειραμάτων, (40% ο CEQA 10 και 31,9% ο CEQA 1).

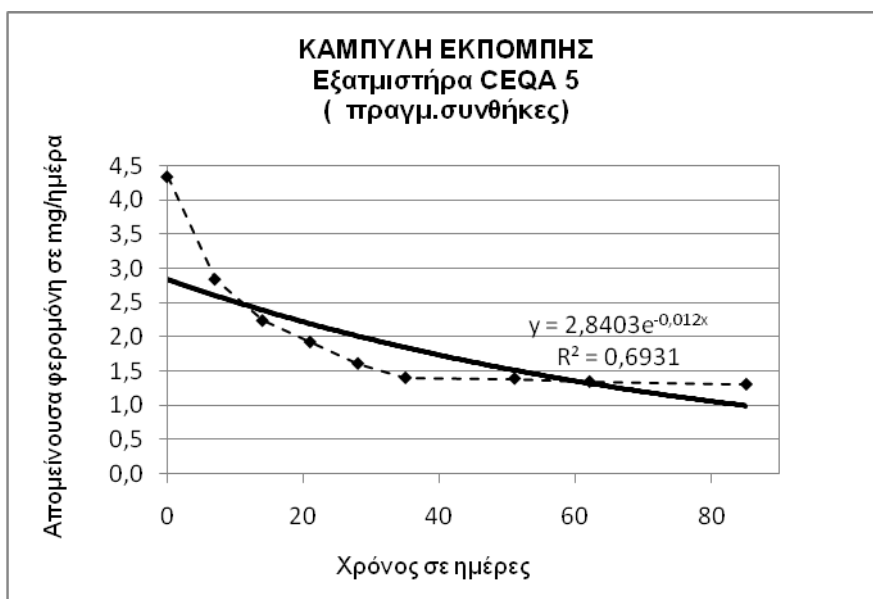
3.1.4. CEQA 5

Ο εξατμιστήρας CEQA 5 με αρχικό φορτίο φερομόνης 4,342 mg την πρώτη εβδομάδα εξέπεμψε το 34,6% του αρχικού του φορτίου, ποσοστό ιδιαίτερα μεγάλο. Η συμπεριφορά αυτή, δηλαδή η μεγάλη απώλεια (εκπομπή) φερομόνης στην αρχή της χρήσης του εξατμιστήρα είναι αρκετά συνήθης και αντιστοιχεί στην φερομόνη που βρίσκεται στην επιφάνεια του εξατμιστήρα, οπότε και εξατμίζεται πιο εύκολα. Αποτελεί βασικό πρόβλημα λόγω του ότι, εκτός από τη σπατάλη που αποτελεί εφόσον η τιμή της φερομόνης είναι υψηλή, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να επηρεάσει και τη μετέπειτα συμπεριφορά του εξατμιστήρα. Στην περίπτωση του CEQA 5, η απώλεια αυτή ενδεχομένως να είναι η αιτία της χαμηλής διάρκειας ωφέλιμης ζωής του (πίνακας 5). Η εναπομείνουσα φερομόνη του εξατμιστήρα μόλις 35 ημέρες μετά την τοποθέτησή του, φτάνει το 32,07% του αρχικού του φορτίου (εικόνα 36) και ουσιαστικά σταματά να εκπέμπει φερομόνη (εικόνα 38).

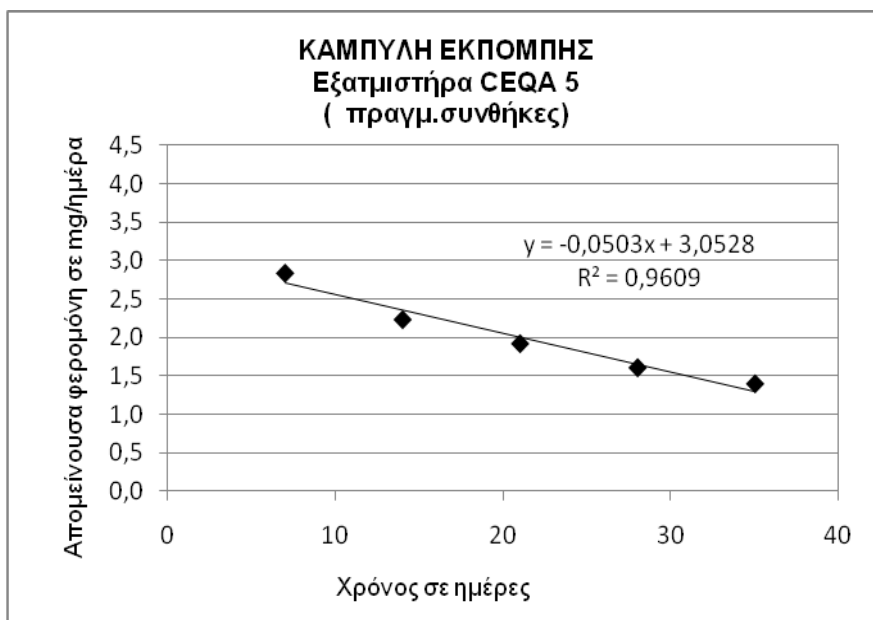
Πίνακας 5. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του CEQA 5.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C ₀)	mg/εξατμιστήρα	4,342
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,012
Συντελεστής συσχέτισης (r ²)	-	0,6931
Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r ²)	-	0,9609
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	50,3
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής (t _{ut.})	ημέρες	35
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της t _{ut.}	-	32,07

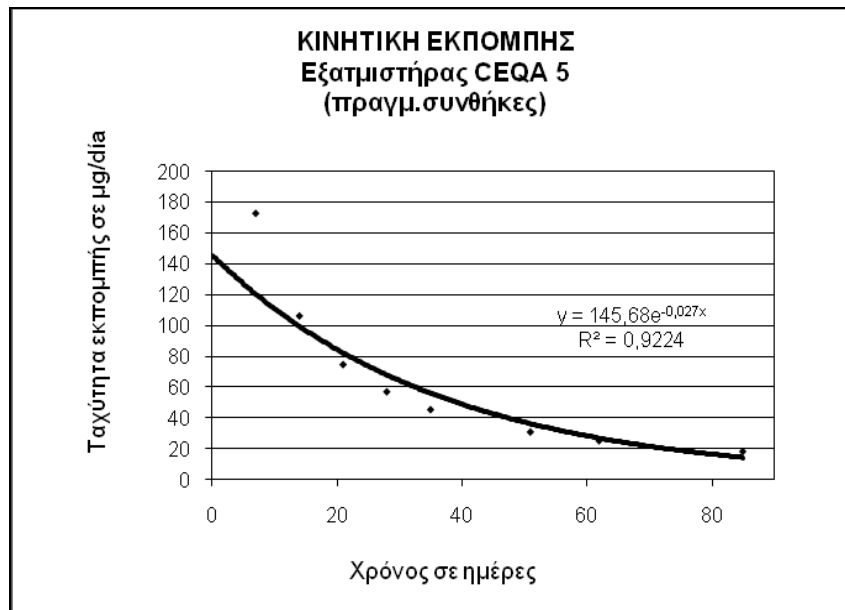
Στο διάστημα μεταξύ 7 – 35 ημερών η κινητική του προσεγγίζει κινητική μηδενικής τάξης (εικόνα 37) και η μέση ταχύτητα εκπομπής του ήταν 50,3 μg/ημέρα.



Εικόνα 36. Εκθετική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 5 (συνολικό διάστημα πειραμάτων).



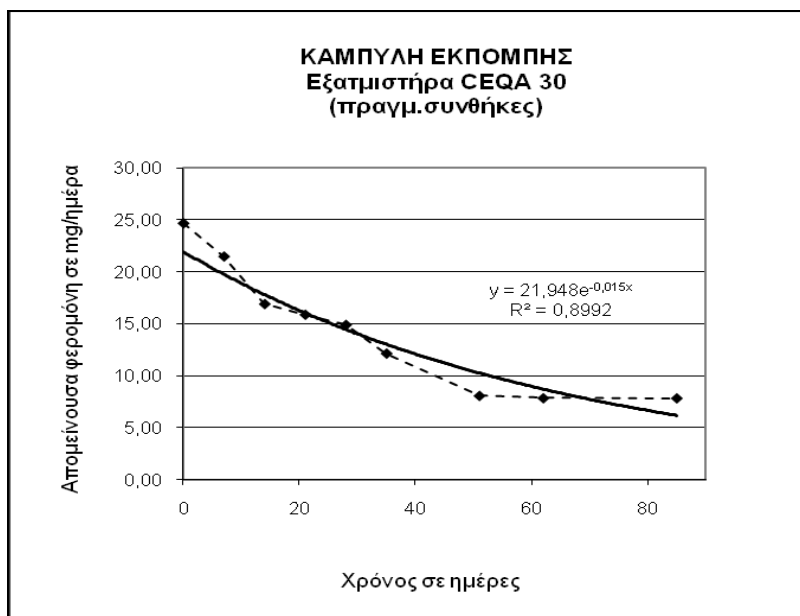
Εικόνα 37. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 30, στο διάστημα από 7-35 ημέρες.



Εικόνα 38. Κινητική εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 5. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.

3.1.5. CEQA 30

Ο εξατμιστήρας CEQA 30 σε αντίθεση με τον CEQA 5, από την πρώτη εβδομάδα φαίνεται να εκπέμπει σταθερή ποσότητα φερομόνης. Η διάρκεια ωφέλιμης ζωής που παρουσίασε ήταν 50 ημέρες με εναπομείνουσα φερομόνη το 32,8% του αρχικού του φορτίου.

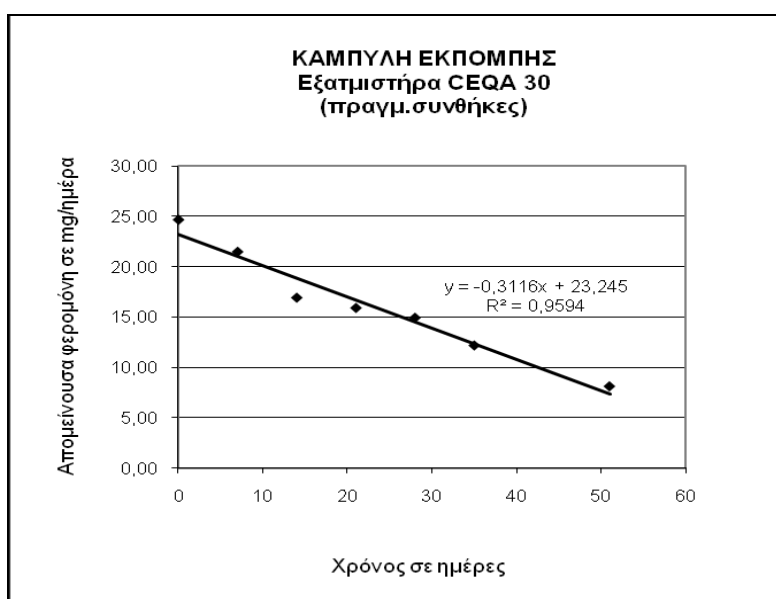


Εικόνα 39. Εκθετική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 30 (στο συνολικό διάστημα που διήρκεσαν τα πειράματα).

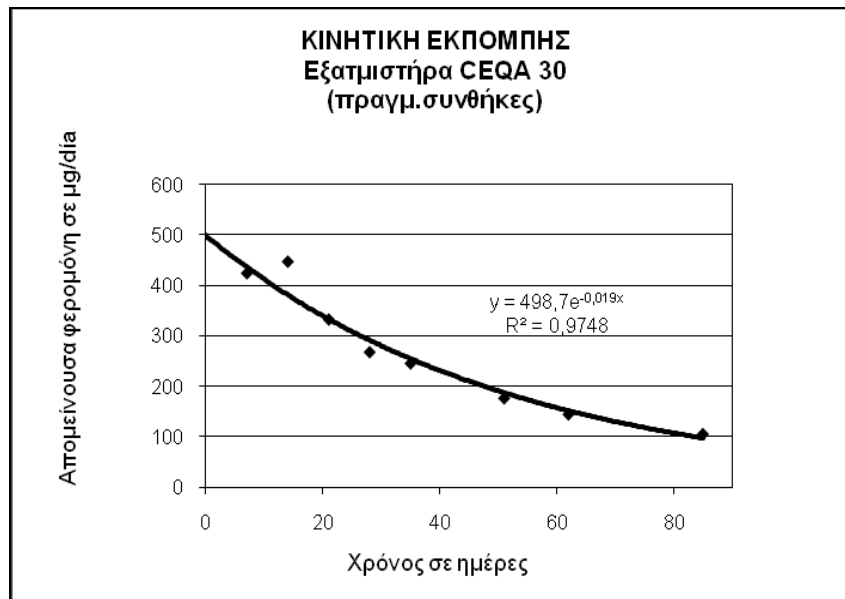
Πίνακας 6. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του CEQA 30.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C_0)	mg/εξατμιστήρα	24,67
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,015
Συντελεστής συσχέτισης (r^2)	-	0,8979
Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r^2)	-	0,9594
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	311,6
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής ($t_{ut.}$)	ημέρες	50
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της $t_{ut.}$	-	32,8

Κατά τη διάρκεια ωφέλιμης ζωής του (50 ημέρες) ο εξατμιστήρας παρουσιάζει γραμμική κινητική όπως φαίνεται στην εικόνα 40 με μέση ταχύτητα εκπομπής 311,6 μg/ημέρα.



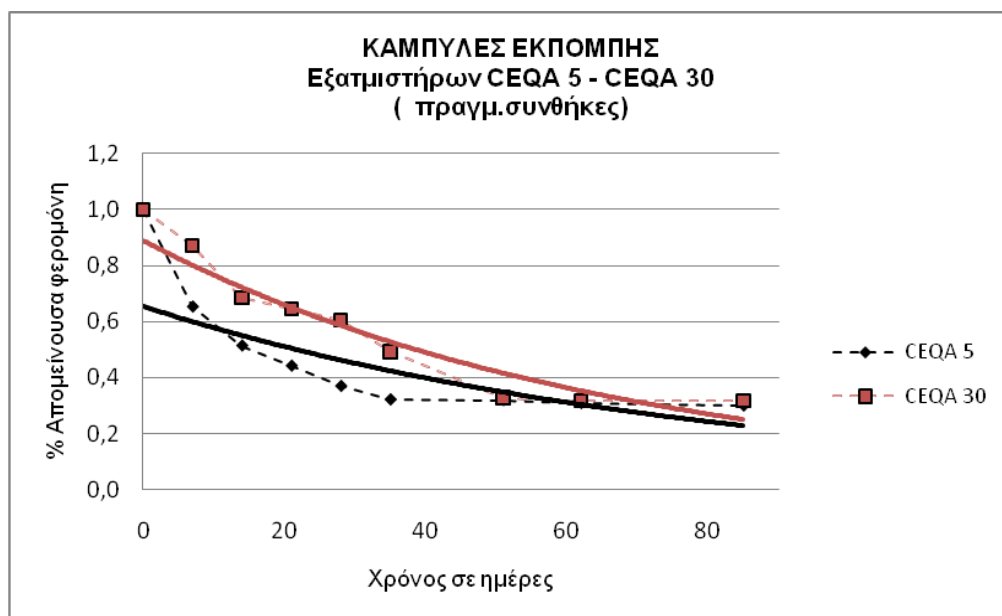
Εικόνα 40. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 30 (στο διάστημα από 0-50 ημέρες).



Εικόνα 41. Κινητική εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 30. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.

3.1.6. CEQA 5 – CEQA 30

Όπως προκύπτει από το συγκριτικό διάγραμμα εκπομπής των εξατμιστήρων CEQA 5 και CEQA 30, και από τις παρατηρήσεις που έγιναν, ο CEQA 30 εμφανίζει μια κινητική εκπομπής πρώτης τάξης που παρουσιάζει καλύτερα χαρακτηριστικά απ'ότι η κινητική εκπομπής του CEQA 5.



Εικόνα 42. Συγκριτικό διάγραμμα εκθετικών καμπυλών εκπομπής φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 5 και CEQA 30.

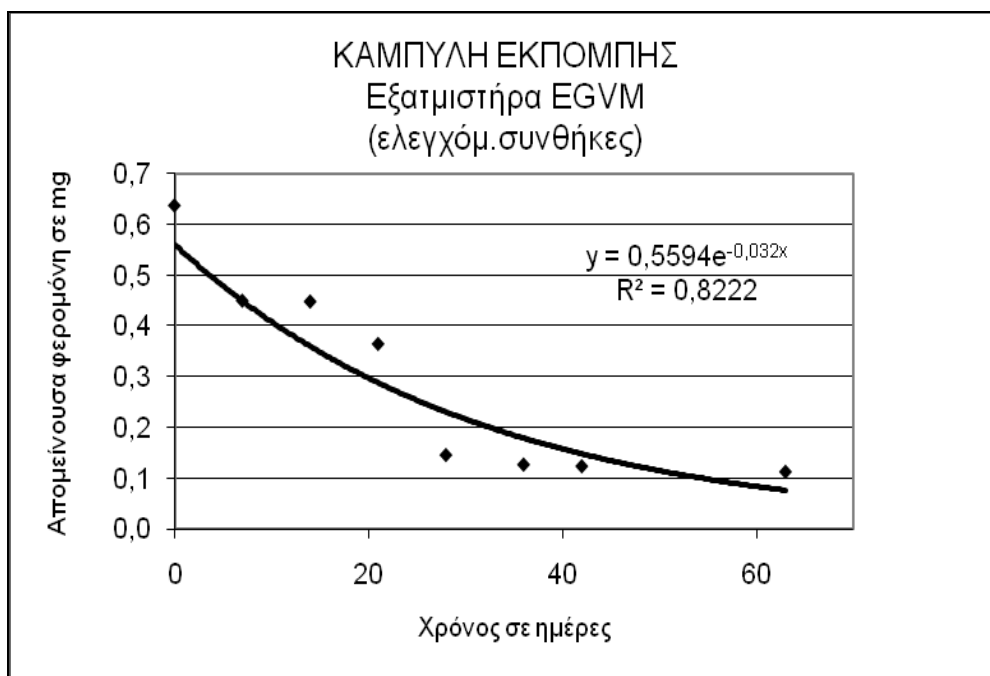
Συνολικά έχουμε καλύτερη αξιοποίηση της φερομόνης του CEQA 30 μιας και διήρκησε περισσότερο η εκπομπή του και χωρίς σημαντικές απώλειες στην αρχή των πειραμάτων. Ωστόσο, η τελική εναπομείνουσα φερομόνη και των δύο εξατμιστήρων είναι αρκετά υψηλή και κυμαίνεται στα ίδια ποσοστά (κοντά στο 32%).

3.2. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ ΥΠΟ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

3.2.1. EGVM

Ο εξατμιστήρας EGVM με αρχικό φορτίο φερομόνης 0,637 mg παρουσίασε διάρκεια ωφέλιμης ζωής 35 ημέρες. Την πρώτη εβδομάδα εξέπεμψε το 29,4% του αρχικού του φορτίου και μετά το πέρας των 36 ημερών στον θάλαμο εξαερισμού πρακτικά σταμάτησε να εκπέμπει φερομόνη (εικόνα 45) έχοντας τελικό φερομονικό φορτίο, το 19,9% του αρχικού (εικόνα 43).

Η κινητική εκπομπής του επομένως είναι πρώτης τάξης αν και αρκετά ακανόνιστη.



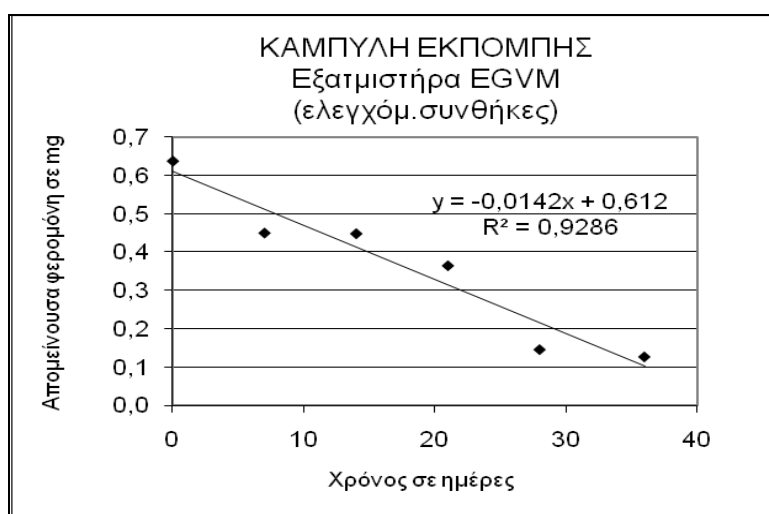
Εικόνα 43. Εκθετική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα EGVM στο συνολικό διάστημα που διήρκησαν τα πειράματα.

Πίνακας 7. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του EGVM.

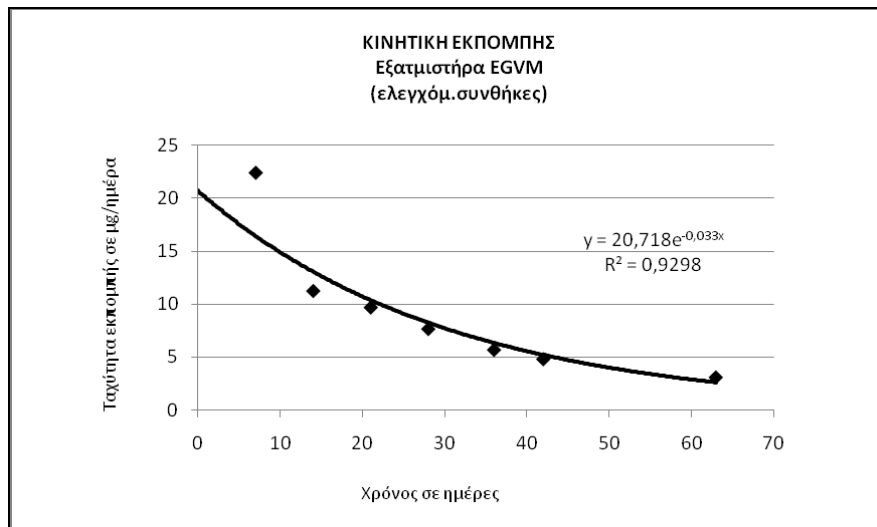
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C ₀)	mg/εξατμιστήρα	0,637
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,032
Συντελεστής συσχέτισης (r ²)	-	0,8222
Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r ²)	-	0,9286
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	14, 2
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής (t _{ut.})	ημέρες	35
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της t _{ut.}	-	19,9

Οι παράμετροι της κινητικής εκπομπής του παρουσιάζονται στον πίνακα 7.

Στο διάστημα μεταξύ 0 – 35 ημερών μπορούμε να πούμε ότι έχει γραμμική κινητική (εικόνα 44) και η μέση ταχύτητα εκπομπής του ήταν 14,2 μg/ημέρα.



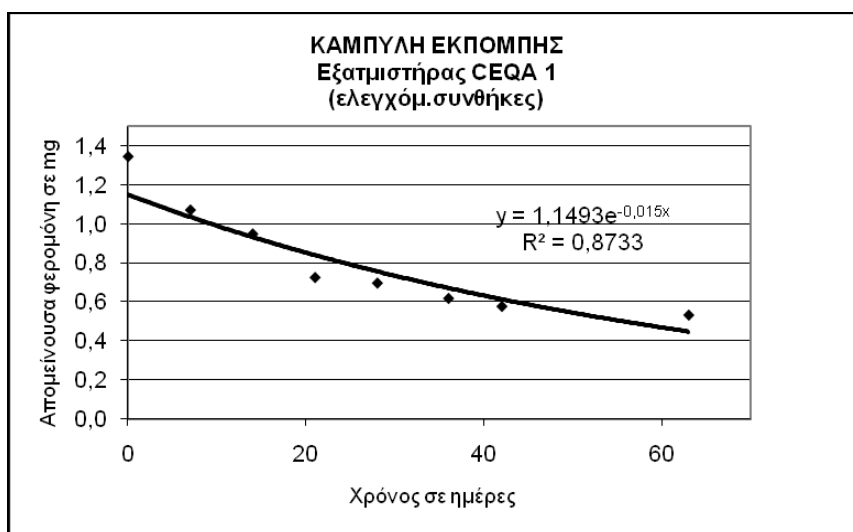
Εικόνα 44. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα EGVM (στο διάστημα από 0 έως 35 ημέρες).



Εικόνα 45. Κινητική εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα EGVM. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο

3.2.2. CEQA 1

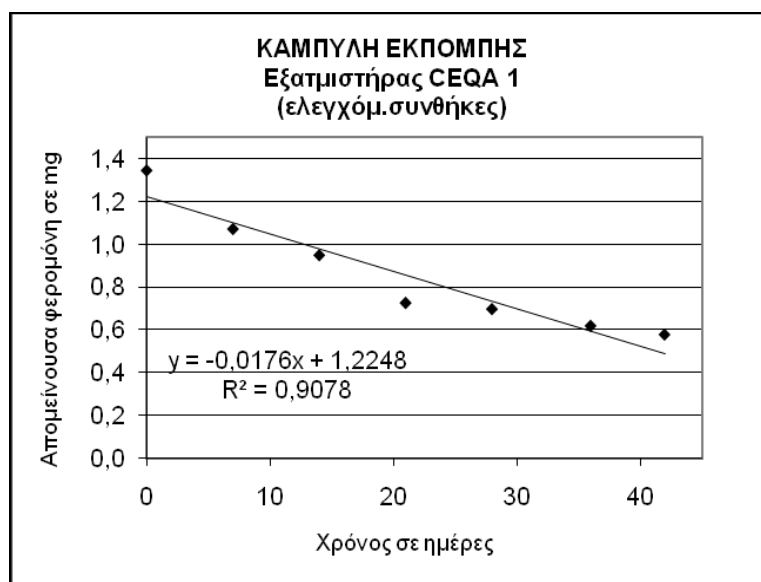
Ο εξατμιστήρας CEQA 1 με αρχικό φερομονικό φορτίο 1,346 mg , στην υποβολή του στον θάλαμο αερισμού παρουσίασε διάρκεια ωφέλιμης ζωής 42 ημέρες (εικόνα 46). Την πρώτη εβδομάδα εμφάνισε απώλεια φερομόνης 21,4% του αρχικού του φορτίου, ποσοστό σημαντικό αλλά μικρότερο του 29,4% που εμφάνισε ο εξατμιστήρας EGVM του εμπορίου. Η προσέγγιση του σε γραμμική κινητική στο διάστημα της ωφέλιμης ζωής του (42 ημέρες) φαίνεται στην εικόνα 47. Παρουσίασε μέση ταχύτητα ίση με 17,6 μg/ημέρα , ενώ η εναπομείνουσα φερομόνη ήταν στο 42,7% του αρχικού του φορτίου.



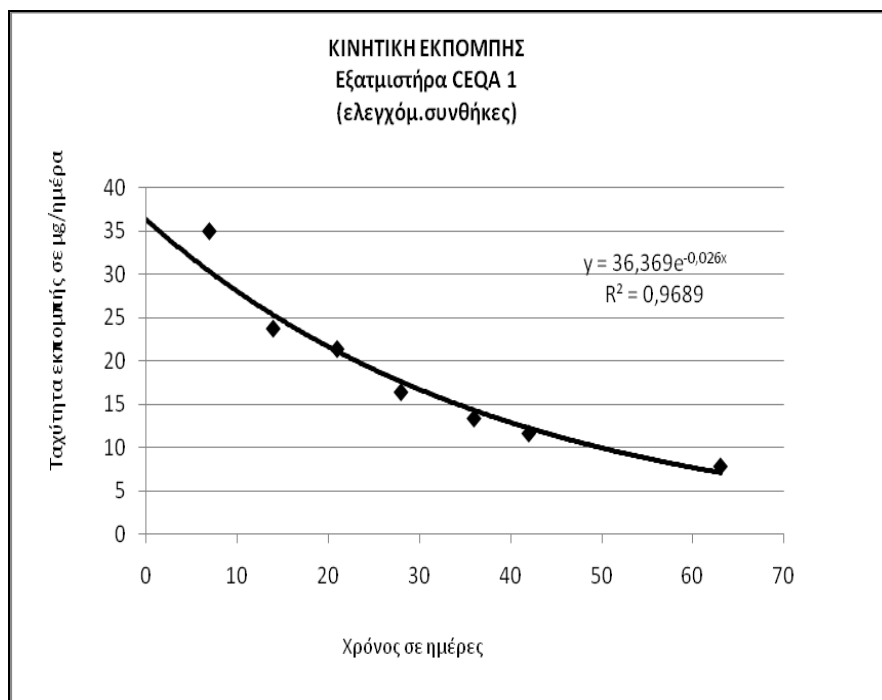
Εικόνα 46. Εκθετική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 1 στο συνολικό διάστημα που διήρκησαν τα πειράματα.

Πίνακας 8. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του EGVM.

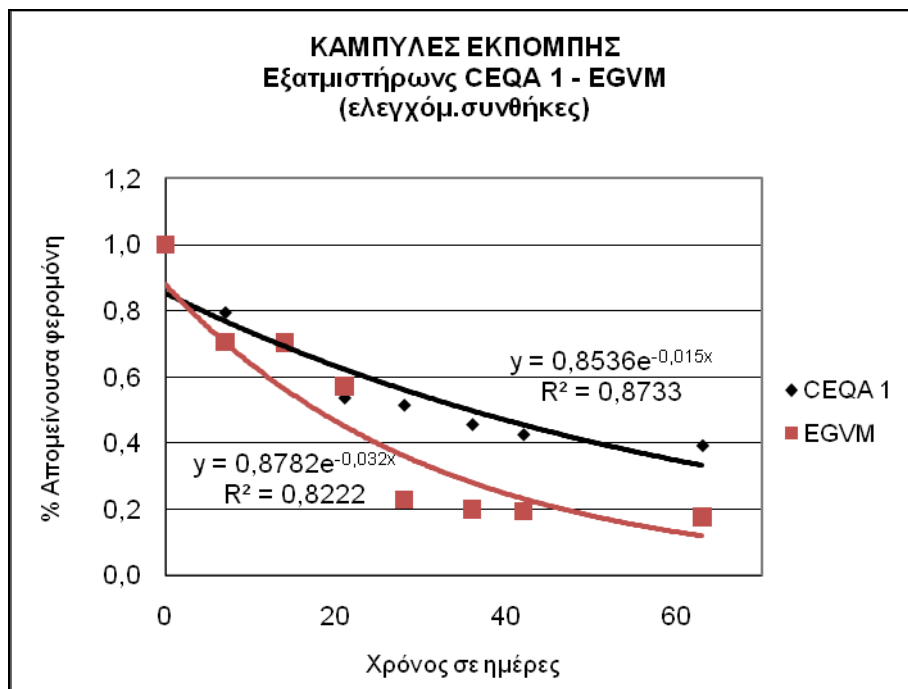
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C ₀)	mg/εξατμιστήρα	1,346
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,015
Συντελεστής συσχέτισης (r ²)	-	0,8733
Συντελεστή γραμμικής συσχέτισης (r ²)	-	0,9078
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	17,6
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής (t _{ut.})	ημέρες	50
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της t _{ut.}	-	42,7



Εικόνα 47. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 1 (από 0 έως 42 ημέρες).



Εικόνα 48. Κινητική εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 1. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο



Εικόνα 49. Συγκριτικό διάγραμμα εκθετικών καμπυλών εκπομπής φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 1 – EGVM.

3.2.3. EGVM – CEQA 5

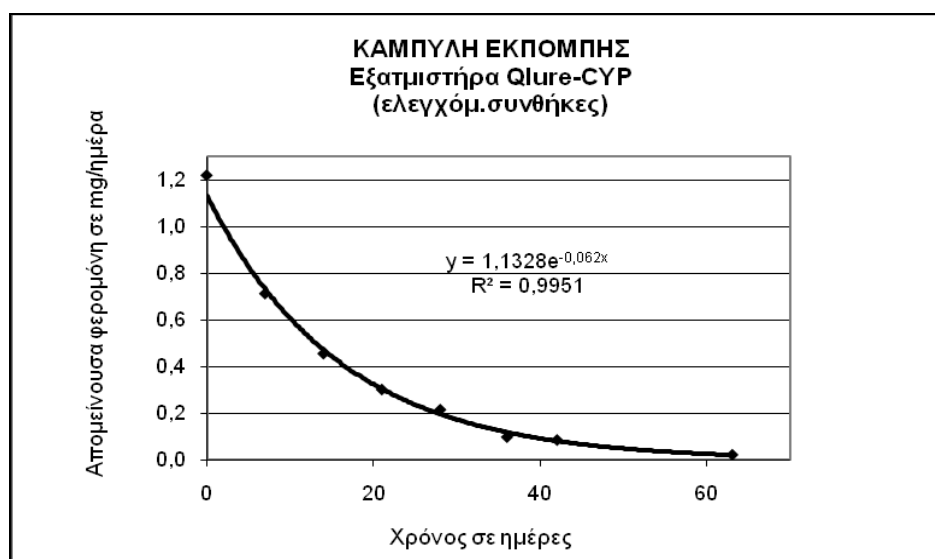
Συγκρίνοντας τις κινητικές εκπομπές των δύο εξατμιστήρων που εκτέθηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες στον θάλαμο αερισμού, παρατηρούμε ότι ο CEQA 1 παρουσιάζει μια κινητική πιό ικανοποιητική από αυτή του EGVM, και διάρκεια ωφέλιμης ζωής επίσης μεγαλύτερη (42 ημέρες έναντι 35 ημέρες του EGVM).

Ωστόσο το ποσοστό εναπομείνουσας φερομόνης του CEQA 1 είναι υπερβολικά μεγάλο (42,7%), σπαταλώντας έτσι πολλή φερομόνη και άρα μειώνοντας την ανταγωνιστικότητά του, μιας και ο EGVM στο τέλος των εργαστηριακών πειραμάτων φέρει μόνο το 19,9% του αρχικού του φορτίου.

3.2.4. Qlure-CYP

Ο εξατμιστήρας Qlure-CYP την πρώτη εβδομάδα έχασε το 41,5% του αρχικού του φορτίου φερομόνης, το οποίο ήταν 1,218 mg. Η αρχική αυτή απώλεια του Qlure-CYP ήταν η μεγαλύτερη που σημειώθηκε μεταξύ όλων των εξατμιστήρων που εξετάστηκαν. Η διάρκεια ωφέλιμης ζωής του έφτασε τις 36 ημέρες (εικόνα 50), με εναπομείνουσα φερομόνη 8,13%, ποσοστό που αντισταθμίζει κάπως την αρχική απώλεια λόγω αυξημένης εκπομπής.

Η κινητική του εφαρμόζει πολύ καλά στην εκθετική καμπύλη όπως φαίνεται στην εικόνα 50 παρουσιάζοντας δηλαδή κινητική πρώτης τάξης.

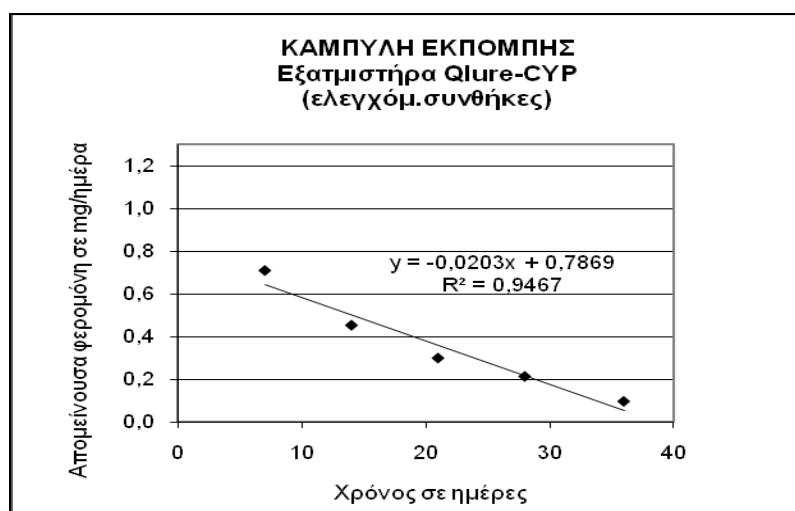


Εικόνα 50. Εκθετική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα Qlure-CYP. Αναπαράσταση εναπομείνουσας φερομόνης σε συνάρτηση με το χρόνο, (στο συνολικό διάστημα των πειραμάτων).

Πίνακας 9. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του Qlure-CYP.

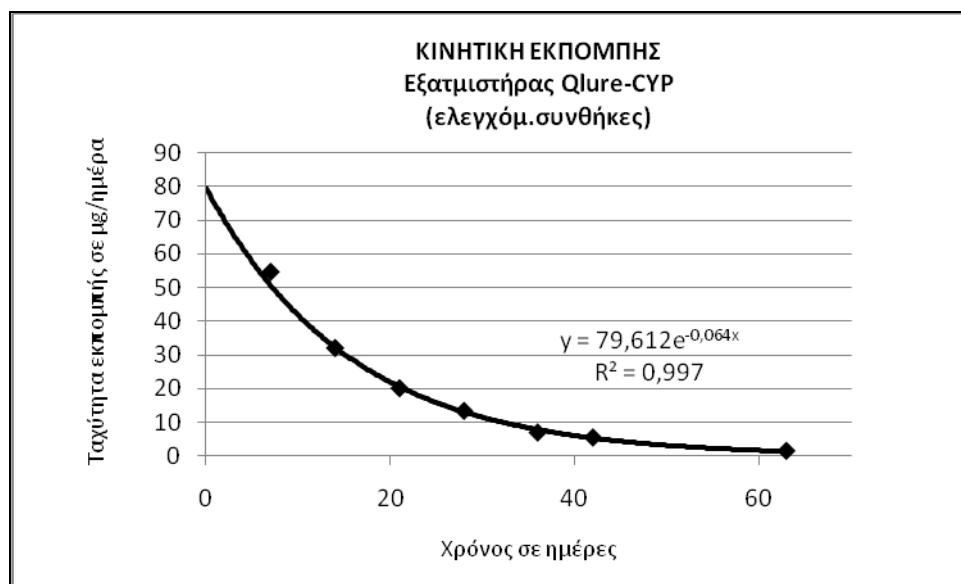
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C ₀)	mg/εξατμιστήρα	1,218
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,062
Συντελεστής συσχέτισης (r ²)	-	0,9951
Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r ²)	-	0,9467
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	20,3
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής (t _{ut.})	ημέρες	36
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της t _{ut.}	-	8,13

Στον παραπάνω πίνακα (πίνακας 9) παρατίθενται οι παράμετροι που προέκυψαν από την ανάλυση της κινητικής εκπομπής του εξατμιστήρα Qlure-CYP.



Εικόνα 51. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα Qlure-CYP. Αναπαράσταση εναπομείνουσας φερομόνης σε συνάρτηση με το χρόνο, (από 7-35 ημέρες).

Η μέση ταχύτητα εκπομπής φερομόνης του στο διάστημα μεταξύ των πρώτων 7 ημερών και των 36 ήταν 20,3 μg/ημέρα (εικόνα 51).

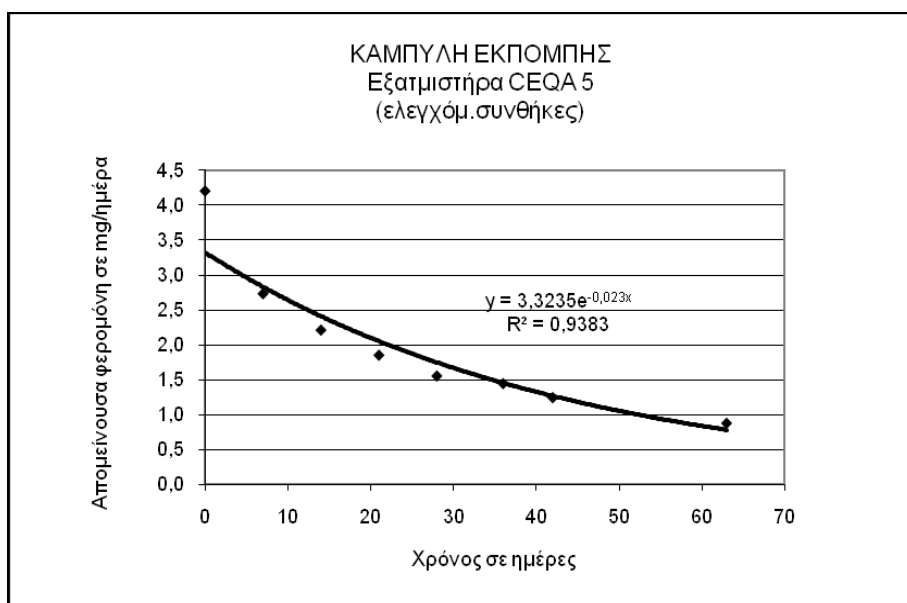


Εικόνα 52. Κινητική εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα Qlure-CYP. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο

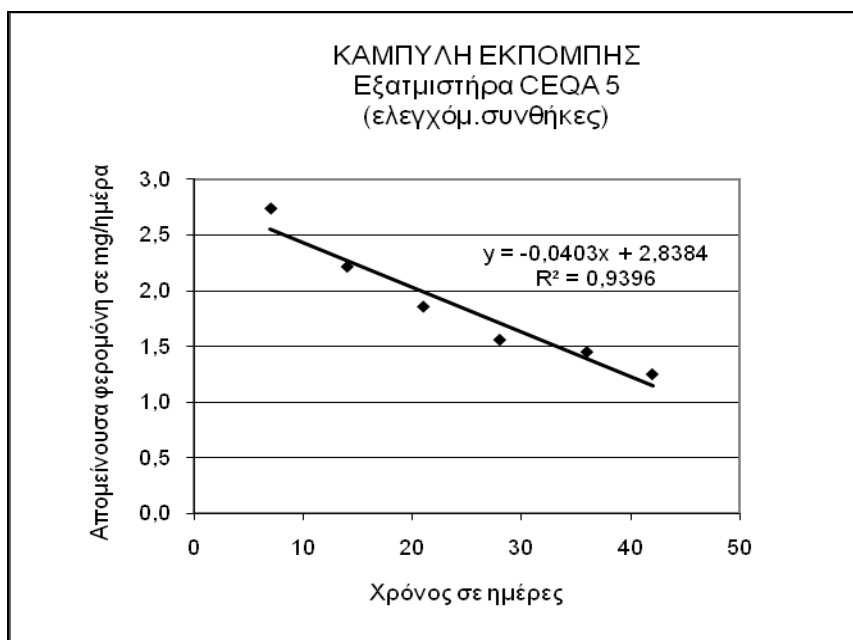
3.2.5. CEQA 5

Ο εξατμιστήρας CEQA 5 αρχικής ποσότητας φερομόνης 4,202 mg, υποβαλλόμενος σε ελεγχόμενες συνθήκες στον θάλαμο αερισμού, την πρώτη εβδομάδα παρουσίασε απώλεια φερομόνης της τάξης του 35% του αρχικού του φορτίου (εικόνα 53). Παρά την αυξημένη αυτή αρχική απώλεια, στο τέλος της περιόδου των πειραμάτων (63 ημέρες) ο εξατμιστήρας φαίνεται να συνεχίζει την εκπομπή του (εικόνα 55), με εναπομείνουσα φερομόνη στις 63 ημέρες, το 21% του αρχικού του φορτίου.

Ωστόσο η κινητική που παρουσίασε στο διάστημα μεταξύ των πρώτων 7 ημερών έως τις 42 ημέρες, προσεγγίζει κινητική γραμμική με μέση ταχύτητα εκπομπής 40,3 μg/ημέρα, (εικόνα 54). Η εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της ωφέλιμης διάρκειας ζωής του υπολογίστηκε στο 29,7% του αρχικού του φορτίου.



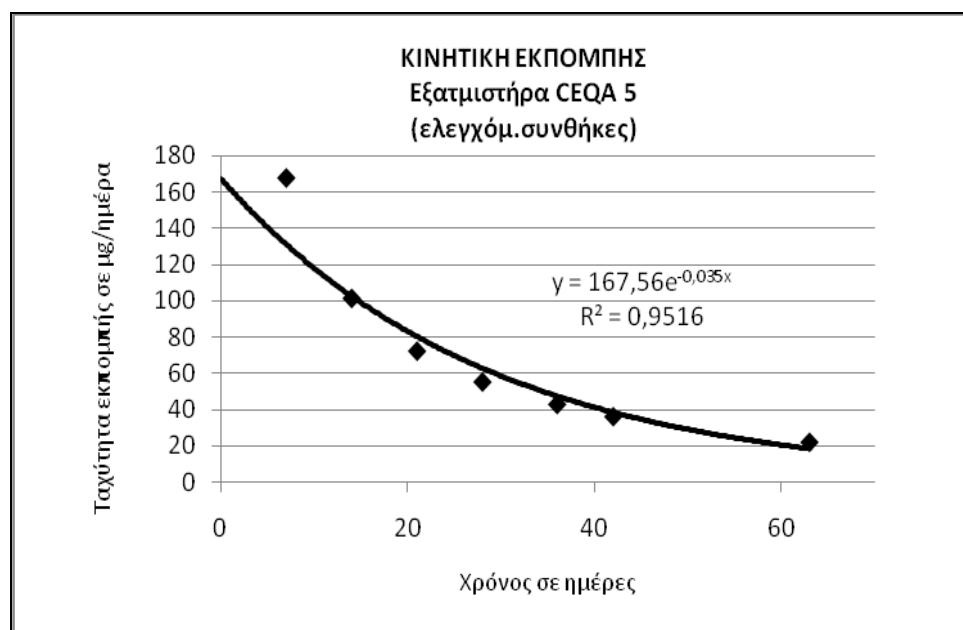
Εικόνα 53. Εκθετική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 5, στο συνολικό διάστημα που διήρκησαν τα πειράματα. Αναπαράσταση εναπομείνουσας φερομόνης σε συνάρτηση με το χρόνο.



Εικόνα 54. Γραμμική Καμπύλη εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 5. Αναπαράσταση εναπομείνουσας φερομόνης σε συνάρτηση με το χρόνο, στο διάστημα από 7-42 ημέρες.

Πίνακας 10. Παράμετροι που προκύπτουν από την κινητική εκπομπής του CEQA 5.

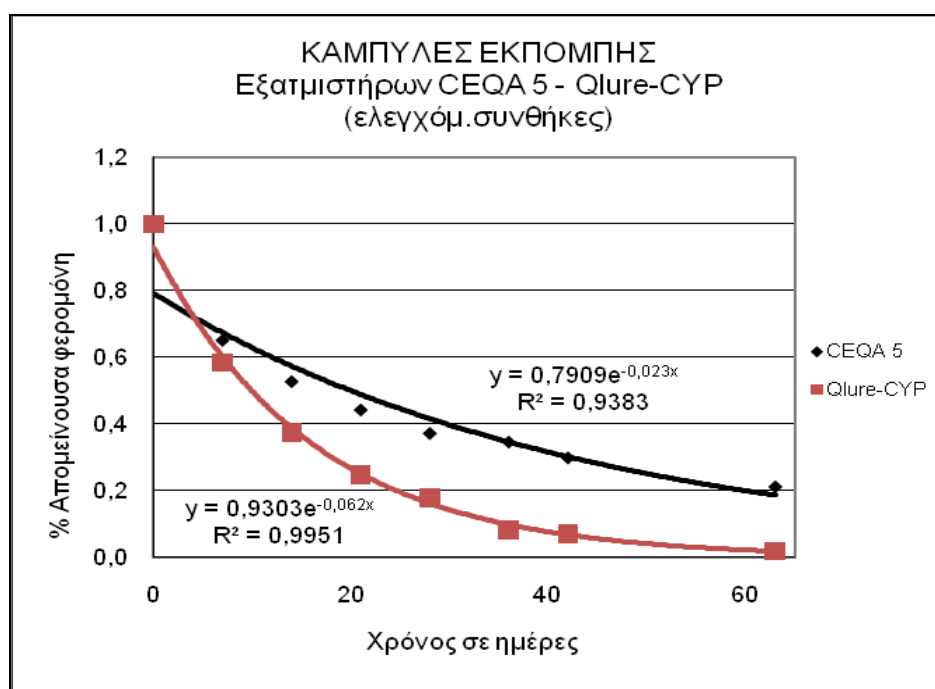
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΕΣ
Αρχικό φορτίο φερομόνης (C ₀)	mg/εξατμιστήρα	4,202
Κινητική σταθερά (K)	ημέρες ⁻¹	0,023
Συντελεστής συσχέτισης (r ²)	-	0,9383
Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r ²)	-	0,9396
Μέση Ταχύτητα Εκπομπής (μg/ημέρα)	μg/ημέρα	40,3
Ωφέλιμη διάρκεια ζωής (t _{ut.})	ημέρες	42
% (του αρχικού φορτίου) εναπομείνουσα φερομόνη στο τέλος της t _{ut.}	-	29,7



Εικόνα 55. Κινητική εκπομπής φερομόνης του εξατμιστήρα CEQA 5. Αναπαράσταση σωρευτικής ταχύτητας εκπομπής σε συνάρτηση με το χρόνο.

3.2.6. Qlure-CYP – CEQA 5

Παρόλο που και οι δύο εξατμιστήρες παρουσίασαν κινητική πρώτης τάξης, η κινητική εκπομπής του CEQA 5 εμφάνισε καλύτερα χαρακτηριστικά από εκείνη του Qlure-CYP, προσεγγίζοντας περισσότερο κινητική μηδενικής τάξης (εικόνα 56). Απ'την άλλη μεριά η εναπομείνουσα φερομόνη του CEQA 5 είναι σαφώς περισσότερη από του EGVM (29,7% έναντι 8,13% αντίστοιχα), όμως φαίνεται να συνεχίζει να εκπέμπει ως και τις 63 ημέρες. Η αρχική του απώλεια φερομόνης, αν και ιδιαίτερα υψηλή (35%) είναι χαμηλότερη του EGVM (41,5%).



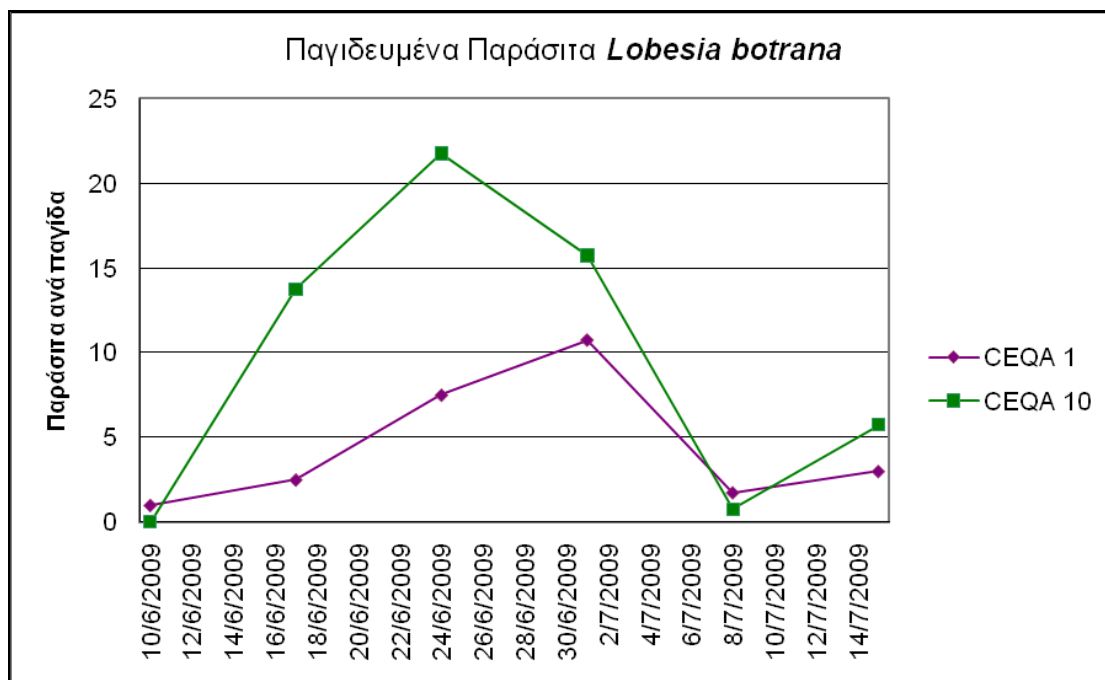
Εικόνα 56. Συγκριτικό διάγραμμα εκθετικών καμπυλών εκπομπής φερομόνης των εξατμιστήρων CEQA 1 και Qlure-CYP.

3.3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗΣ

Η αποτελεσματικότητα ενός εξατμιστήρα βασίζεται στον αριθμό παρασίτων που είναι ικανό να παγιδεύσει, κατά τη διάρκεια της τοποθέτησής του σε μια καλλιέργεια. Με τα δεδομένα που λήφθηκαν από την δοκιμή τους στις καλλιέργειες (των CEQA 1 και CEQA 10 σε καλλιέργεια αμπέλου και των CEQA 5 και CEQA 30 σε καλλιέργεια μηλιάς), κατασκευάστηκαν δύο διαγράμματα, ένα για τη *Lobesia botrana* και ένα για τη *Cydia pomonella*, που κάθε ένα αναπαριστά τον αριθμό παρασίτων ανά παγίδα που παγίδευσε ο κάθε εξατμιστήρας σε συνάρτηση με το χρόνο (εικόνα 57 και εικόνα 59).

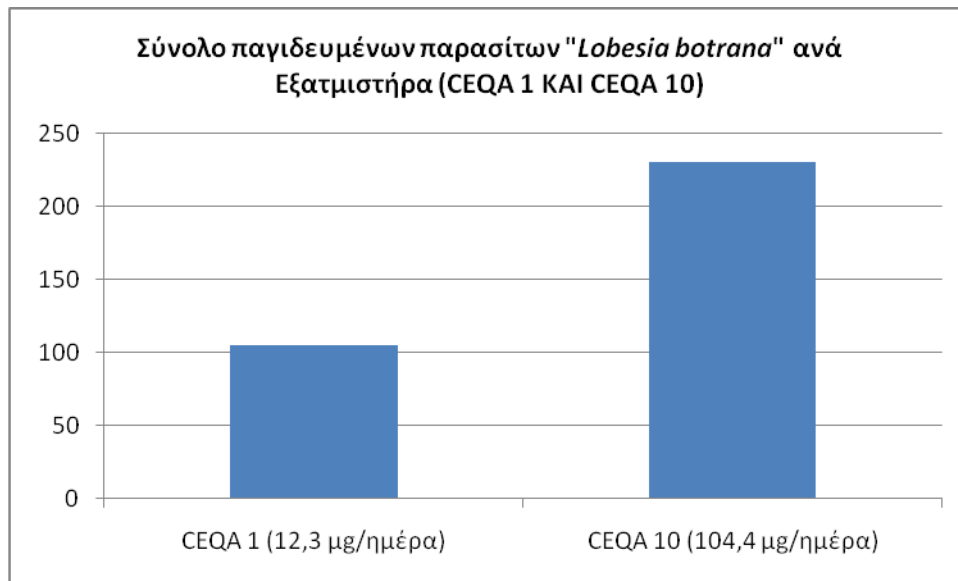
3.3.1. ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΤΗΣ *Lobesia botrana* ΤΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ CEQA 1 ΚΑΙ CEQA 10

Στο διάγραμμα της εικόνας 57 παρατηρούμε πως ο εξατμιστήρας CEQA 10 ήταν ο πιο αποτελεσματικός, εφόσον είναι αυτός που πραγματοποίησε μεγαλύτερο αριθμό παγιδεύσεων σε όλο το διάστημα των πειραμάτων στην καλλιέργεια αμπέλου. Ο εξατμιστήρας CEQA 1 φαίνεται να παγίδευσε το ήμισυ του αριθμού παρασίτων του CEQA 10 (όπως παρατηρείται και στο διάγραμμα της εικόνας 58).



Εικόνα 57. Παράσιτα *Lobesia botrana* που προσέλκυσαν οι εξατμιστήρες CEQA 1 και CEQA 10 ανά παγίδα και ανά εβδομάδα ελέγχου.

Ανεξάρτητα από την αποτελεσματικότητα της παγίδευσης του κάθε εξατμιστήρα, από το διάγραμμα 57, φαίνεται το μέγεθος του πληθυσμού της *Lobesia botrana* για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο (παρακολούθηση, παράγραφος 1.3.3.1.), δίνοντας έτσι την πληροφορία της κατάλληλης στιγμής παρέμβασης την επόμενη χρονιά στην καλλιέργεια για την προστασία της (πρόληψη).

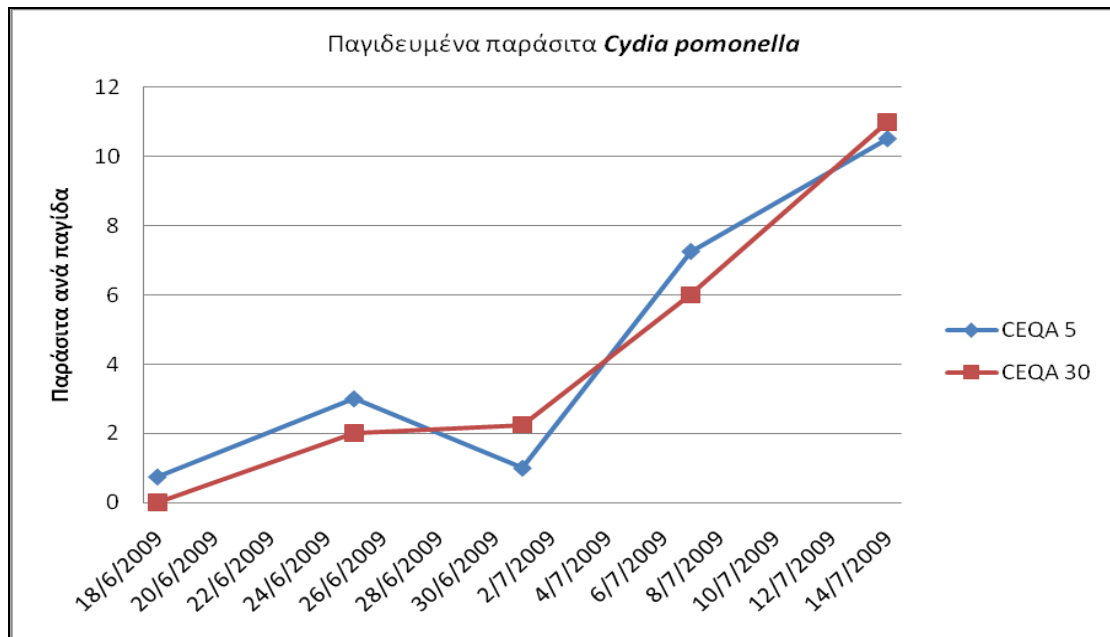


Εικόνα 58. Διάγραμμα Σύνολικού Αριθμού παγιδευμένων παρασίτων *Lobesia botrana* από κάθε εξατμιστήρα, όπου αναγράφεται και η μέση ταχύτητα εκπομπής του κάθε εξατμιστήρα.

Αναλύοντας τα δεδομένα της παγίδευσης των δύο εξατμιστήρων της καλλιέργειας αμπέλου, με τη μέθοδο της ανάλυσης διακύμανσης ANOVA, προέκυψε ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μέσων παγιδεύσεων της μεταβλητής ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΑΣ που μελετήθηκε, ($F = 1.41$, βαθμοί ελευθερίας = 1,37, $P = 0.243$), οπότε ο εξατμιστήρας CEQA 10 είναι πιά αποτελεσματικός εφόσον έχει παγιδεύσει περισσότερα παράσιτα (9,6 παράσιτα ανά εβδομάδα), και θα έπρεπε να προτιμηθεί σε περίπτωση επιλογής εξατμιστήρα για μαζική παγίδευση. Ωστόσο ο CEQA 1, παρά τις λιγότερες παγιδεύσεις που πραγματοποίησε (4,4 παράσιτα ανά εβδομάδα), μας δίνει τις ίδιες πληροφορίες για τον πληθυσμό που δίνει ο CEQA 10, άρα σε περίπτωση επιλογής εξατμιστήρα για παρακολούθηση, θα τον προτιμούσαμε μιας και λόγω μικρότερου αρχικού φορτίου είναι πιά οικονομικός.

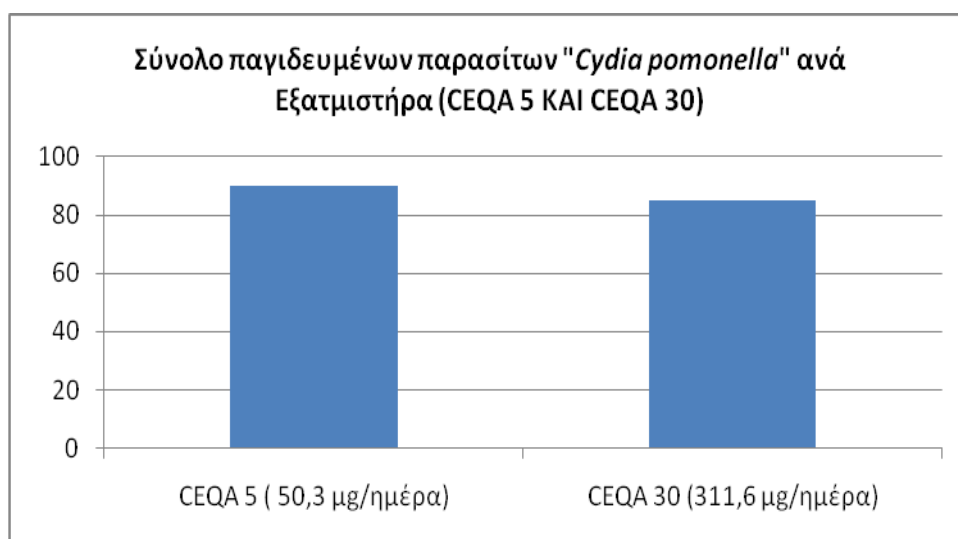
3.3.2. ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΤΗΣ *Cydia pomonella* ΤΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΩΝ CEQA 5 ΚΑΙ CEQA 30

Στο διάγραμμα της εικόνας 59 όπου παρίστανται οι παγιδεύσεις των εξατμιστήρων CEQA 5 και CEQA 30 ανά παγίδα, με βάση τις εβδομαδιαίες μετρήσεις που έγιναν στην καλλιέργεια μηλιάς, παρατηρούμε ότι οι δύο εξατμιστήρες προσέλκυσαν τον ίδιο περίπου αριθμό παρασίτων, (συνολικά 90 παράσιτα ο CEQA 5 ΚΑΙ 86 ο CEQA 30, διάγραμμα εικόνας 60).



Εικόνα 59. Παράσιτα *Cydia pomonella* που προσέλκυσαν οι εξατμιστήρες CEQA 5 και CEQA 30 ανά παγίδα και ανά εβδομάδα ελέγχου.

Από το διάγραμμα 59 μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την διακύμανση του μεγέθους του πληθυσμού της *Cydia pomonella* για την συγκεκριμένη περίοδο και να υπάρξει πρόληψη την επόμενη χρονιά, όπως και στη περίπτωση της *Lobesia botrana* (παράγραφος 1.3.3.1.).



Εικόνα 60. Διάγραμμα Συνολικού Αριθμού παγιδευμένων παρασίτων *Cydia pomonella* από κάθε εξατμιστήρα, όπου αναγράφεται και η μέση ταχύτητα εκπομπής του κάθε εξατμιστήρα.

Αναλύοντας τα δεδομένα της παγίδευσης, των δύο εξατμιστήρων της καλλιέργειας μηλιάς, με τη μέθοδο της ανάλυσης διακύμανσης ANOVA, προέκυψε ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μέσων παγιδεύσεων της μεταβλητής ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΑΣ που μελετήθηκε, ($F = 0,02$, βαθμοί ελευθερίας = 1,39, $P = 0.88$), οπότε εφόσον ο αριθμός παγίδευσης παρασίτων ήταν ίδιος (4,5 και 4,25 παράσιτα ανά εβδομάδα, ο CEQA 5 και ο CEQA 30 αντίστοιχα) θα προτιμούσαμε τον εξατμιστήρα CEQA 5 μιας και είναι πίο οικονομικός και έχει την ίδια αποτελεσματικότητα και ίδια παροχή πληροφοριών για τον πληθυσμό της *Cydia pomonella*.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Από τη σύγκριση της συμπεριφοράς και αποτελεσματικότητας των εξατμιστήρων CEQA 1 και CEQA 10 που παρασκευάστηκαν για την καταπολέμηση της *Lobesia botrana*, προκύπτει ότι έχουν παρεμφερείς κινητικές εκπομπής φερομόνης, οπότε εφόσον η παγίδευση του CEQA 10 είναι μεγαλύτερη, θα τον προτιμούσαμε για χρήση φερομονικών παγίδων με σκοπό τη μαζική παγίδευση. Αντίθετα, αν ο σκοπός είναι η παρακολούθηση του πληθυσμού του παρασίτου, θα επιλέγαμε τον εξατμιστήρα CEQA 1, καθότι λόγω χαμηλότερου φερομονικού φορτίου είναι πιά οικονομικός και παρέχει τις ίδιες ποιοτικές πληροφορίες. Θα έπρεπε όμως να συνεχιστούν οι έρευνες πάνω στη σύνθεσή και κινητική εκπομπής και των δύο εξατμιστήρων, ώστε να μειωθεί το υψηλό τελικό φορτίο φερομόνης που παρουσιάζουν στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους.
2. Συγκρίνοντας τους εξατμιστήρες CEQA 5 και CEQA 30 που παρασκευάστηκαν για την καταπολέμηση της *Cydia pomonella*, προκύπτει ότι η κινητική εκπομπής του εξατμιστήρα CEQA 30 προσεγγίζει πιά πολύ την επιθυμητή κινητική πρώτης τάξης και παρουσιάζει μεγαλύτερη διάρκεια ωφέλιμης ζωής. Παρόλ' αυτά λόγω της ίσης παγίδευσης που παρουσίασε με τον CEQA 5, και λόγω του χαμηλότερου αρχικού φερομονικού φορτίου του τελευταίου, θα επιλέγαμε τον εξατμιστήρα CEQA 5, τόσο για μαζική παγίδευση όσο και για παρακολούθηση. Ωστόσο θα έπρεπε να συνεχιστούν οι μελέτες της σύνθεσής του ώστε να επιτευχθεί μικρότερη απώλεια φερομόνης στην αρχή της χρήσης του, μεγαλύτερη διάρκεια ωφέλιμης ζωής και μικρότερη ποσότητα τελικής εναπομείνουσας φερομόνης.
3. Άπο την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την έκθεση των εξατμιστήρων CEQA 1 και EGVM στον θάλαμο αερισμού, προκύπτει ότι η κινητική εκπομπής του CEQA 1 είναι πιά ικανοποιητική, διαρκώντας μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και εκπέμποντας πιά σταθερά φερομόνη από τον εξατμιστήρα της αγοράς EGVM. Το μειονέκτημα του νέου εξατμιστήρα που παρασκευάστηκε, είναι το υψηλό φορτίο φερομόνης που παρουσιάζει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του (40% όταν ο εξατμιστήρας του εμπορίου έχει το 20%), γεγονός που απαιτεί περισσότερες μελέτες της σύνθεσης του, άρα και της κινητικής εκπομπής του.
4. Ο εξατμιστήρας CEQA 5 παρουσίασε αρκετά προτερήματα στη συγκρισή του με τον εξατμιστήρα Qluge-CYP, μιάς και η κινητική εκπομπή του ήταν πιά ικανοποιητική προσεγγίζοντας τη γραμμική, συνεχίζοντας την εκπομπή του

εώς και το τέλος των πειραμάτων (63 ημέρες σε αντίθεση με τον Qlure-CYP που στις 36 ημέρες πρακτικά σταματάει να εκπέμπει φερομόνη) και απελευθερώνοντας μικρότερη ποσότητα φερομόνης από τον εξατμιστήρα του εμπορίου στην αρχή της τοποθέτησής του στον θάλαμο αερισμού (35% την πρώτη εβδομάδα όταν ο Qlure-CYP εξέπεμψε το 40% του αρχικού του φορτίου). Όμως, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, θα έπρεπε να συνεχιστούν οι μελέτες για να μειωθεί η αυξημένη αρχική απώλεια φερομόνης που παρουσιάζει.

5. Οι εξατμιστήρες που παρασκευάστηκαν στο Centro de Ecología Química Agrícola, φαίνεται να είναι σε θέση να ανταγωνιστούν τους εξατμιστήρες του εμπορίου με τους οποίους συγκρίθηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες, διότι εκτός από τον πιο οικολογικό χαρακτήρα που έχουν εφόσον τα συστατικά τους είναι βιοδιασπώμενα, παρουσίασαν και καλύτερη κινητικής εκπομπής. Ως συνέχεια της παρούσας μελέτης, θα έπρεπε να συγκριθεί η αποτελεσματικότητά των νέων εξατμιστήρων CEQA στην παγίδευση, με εκείνη των εξατμιστήρων του εμπορίου, σε έναν νέο κύκλο πειραμάτων σε πραγματικές συνθήκες στις καλλιέργειες.
6. Επαληθεύεται η καλή επίδοση του σεπιόλιθου ως υλικού-βάσης εξατμιστήρα φερομόνης, όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προηγούμενες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο Centro de Ecología Química Agrícola που αφορούσαν την παρασκευή εξατμιστήρων φερομόνης της *Lobesia botrana* με σκοπό την σεξουαλική σύγχυση, αλλά και σε μελέτες για την καταπολέμηση άλλων σημαντικών παρασίτων.
7. Τέλος, η παρούσα μελέτη με την σύνθεση των νέων εξατμιστήρων φερομόνης των *Lobesia botrana* και *Cydia pomonella*, συμβάλλει στην ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης των παρασίτων στις καλλιέργειες, αντικαθιστώντας την χρήση των χημικών παρασιτοκτόνων, και προστατεύοντας με αυτό τον τρόπο, τόσο το περιβάλλον όσο και τον άνθρωπο. Τα συμπεράσματα δε, που προέκυψαν από τη μελέτη συμπεριφοράς τους, και τη σύγκρισή τους με εξατμιστήρες φερομόνης των ίδιων παρασίτων που ήδη κυκλοφορούν στην αγορά, αποτελούν σημαντικό βήμα στην έρευνα για τη βελτιστοποίηση της σύνθεσής τους, στοχεύοντας στην καλύτερη προσέγγιση της επιθυμητής κινητικής εκπομπής φερομόνης με σκοπό την εξοικονόμησή της.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Arn, H., Rauscher, S., Guerin, P., Buser, H.R. 1988 "Sex Pheromones blends of three tortricids pest in European vineyards". *Agric. Ecosyst. Environ.*, 21: 111-117.
2. Bäckman, A.C. 1999. "Olfactory Communication in the Codling Moth, *Cydia Pomonella* (L.)". Swedish University of Agricultural Sciences Department of Plant Protection Sciences, Alnarp.
3. Bradley, S.J., Suckling, D.M., Mc Naughton, K.G., Karg, G. 1995. "A temperature dependent model for predicting release rates of pheromones from a polyethylene tubing dispenser". *J.Chem.Ecol.*, 21, 6:75.
4. Coscollá, R. 1980. "Estudio poblacional, ecológico y económico de la polilla del racimo de la vid *Lobesia botrana* Den. & Schiff. en la provincia de Valencia. Planteamiento de un sistema de lucha dirigida." Tesis Doctoral, ETSIA, UPV, Valencia, España.
5. Coscollá, R., 1992 "Polillas del racimo (*Lobesia Botrana* Den. Y Schiff.)".En los parásitos de la vid, Arias (ed.).MAPA-Mundi Prensa Madrid, 29:41.
6. Coscollá, R., 1997. "La polilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana* Den. & Schiff.)" Generalitat Valenciana, Consellería d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Valencia, España.
7. Costa-Comelles, J., García Marí, F. 1999. "Métodos de control de plagas". SPUPV-99.407.
8. Esteban Durán, J. 1988 "Utilización de feromonas sexuales sintéticas en la protección de cultivos en España". *Fruticultura Profesional*, 19:158-162
9. Ferrer, B. 2003. "Desarrollo de Nuevos Emisores de la Feromona Sexual de la Polilla del Racimo". TFC ETSIA, Univ.Politéc.Valencia.
10. García Marí, F. , Costa, J. , Ferragut, F. "Las plagas Agrícolas." Agropubli, S.L. (Phytoma España). Valencia, 1994.
11. Guerrero, A. 1988. "Feromonas sexuales de insectos". En *insecticidas biorracionales*, Bellés (ed.). CSIC-Madrid.171:195
12. Justum, A.R., Gordon, RFS., 1989. Introduction. Pheromones: importance to insects and role in pest management, 1-13. Justum et Al. *Insect Pheromones in Plant Protection*. John Wiley & Sons Ltd.

13. Muñoz, J. 1998. "Influencia de Distintas Variables en la Emisión de Semioquímicos por Materiales Microporosos." Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
14. Primo, E., 1991. "Ecología Química. Nuevos Métodos de lucha contra insectos." Banco de Crédito y Ahorro (Valencia) – Ed. Mundi Prensa. Madrid.
15. Roelofs, W.1973. "Sex attractants of the grape wine moth *Lobesia Botrana*". Bulletin de la Société Entomologique Suisse, 46:71-73.
16. Torres-Vila, L.M. 1995. "Factores reguladores del potencial biótico y de la poliandria en la polilla del racimo de la vid *Lobesia Botrana* Den y Schiff., (Lepidóptera: Tortricidae)". Tesis Doct. ETSIA., Univ.Polit.Madrid.
17. Torres – Vila, L.M., Rodriguez- Molina, M.C., Roerich, R., Stockel, J., 1999. "Vine phenological stage during larval feeding affects male and female reproductive output of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae)." Bull.Entomol.Res., 89:549-556.
18. Vacas, S. 2005. Evaluación y desarrollo de nuevos emisores de semioquímicos para el monitoreo y trapeo masivo de *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Trabajo Final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
19. Weatherson, L., Miller, D., Lavoie-Dornik, J. 1985. Commercial hollow-fiber pheromone formulations: the degrading effect of sunlight on celcon fibers causing increased released rates of the active ingredient. J.Chem.Ecol. 11:1631-1644.
20. Καπετανάκης Ε., "Μέθοδοι Αντιμετώπισης Φυτοπαρασίτων". Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηλεκτρονικές Σημειώσεις, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τ.Ε.Ι. Κρήτης.
21. Λαμπροπούλου, Δ., Λασπάκη, Σ. 2008. "Αργιλικά Ορυκτά και Πετρώματα". Πτυχιακή Εργασία, Σχ.Τεχνολ.Εφαρμογών, ΤΕΙ Δυτ.Μακεδονίας.
22. Μπουλμπασάκος, Α. 2007. "Δυνατότητες Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των εχθρών Ελιάς - Μηλοειδών". Πτυχιακή Εργασία, Σχ. Τεχν. Γεωπ. ΑΤΕΙ Κρήτης.
23. Παππά, Α. 2004. "Φυσικές Μέθοδοι Ανάλυσης : Χρωματογραφικές, Θερμικές, Ηλεκτρομετρικές Μέθοδοι, Φασματομετρία Μάζας", Εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα.

24. Τζανακάκης, Μ.Ε. (1980). Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας. 1. Γενικό Μέρος. Έκδοση Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, σελ. 364
25. Χατζηστέργου Α. 2007 “Λεπιδόπτερα που προσβάλλουν το αμπέλι και τα καρποφόρα δέντρα”. Πτυχιακή Εργασία, Σχ. Τεχν. Γεωπ. ΑΤΕΙ Κρήτης.