

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ 2014-2020  
«ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ»



**Τίτλος έργου:** Ανάπτυξη καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης εχθρών υγειονομικής σημασίας σε αποθήκες τροφίμων με τη χρήση ασύρματου δικτύου αισθητήρων

Κωδικός ΠΣΚΕ: ΚΜΠ6-0082293

**Ενότητα Εργασίας 1** Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης πρακτικών φυτοπροστασίας αποθηκών

**Παραδοτέο Π 1.1:** Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης

## Πληροφορίες Παραδοτέου

Αριθμός Παραδοτέου	Π1.1
Τίτλος Παραδοτέου	Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης
Υπεύθυνος Φορέας Παραδοτέου	Μασούτης
Συμμετέχοντες Φορείς	ΑΠΘ
Αριθμός Ενότητας Εργασίας	Ενότητα Εργασίας 1
Τίτλος Ενότητας Εργασίας	Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης πρακτικών φυτοπροστασίας αποθηκών
Κατηγορία Διάχυσης	-
Είδος Παραδοτέου	Έκθεση
Έκδοση Παραδοτέου	1 <sup>η</sup>
Πρόχειρο / Τελικό	Τελική
Μήνας Παράδοσής	6
Λέξεις Κλειδιά	Ζωικοί εχθροί, έντομα αποθηκών, απεντόμωση, παγίδευση, κρίσιμα σημεία αποθήκευσης
Σύντομη Περιγραφή του Παραδοτέου	Μέλη της ερευνητικής ομάδας θα επισκεφθούν αποθήκη της Μασούτης ΑΕ, θα ενημερωθούν για τους τρόπους αποθήκευσης και απεντόμωσης, θα συλλέξουν δείγματα για ανάλυση και θα καθορίσουν τους κυριότερους ζωικούς εχθρούς που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα τρόφιμα στην αποθήκη τροφίμων.

## Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	4
2. ΕΠΙΤΟΠΙΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ .....	5
3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ .....	12
4. ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΠΔΕΥΣΗΣ.....	18
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	24

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο πλαίσιο του έργου "Ανάπτυξη καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης εχθρών υγειονομικής σημασίας σε αποθήκες τροφίμων με τη χρήση ασύρματου δικτύου αισθητήρων" με κωδικό ΠΣΚΕ ΚΜΡ6-0082293, αξιολογήθηκε η υφιστάμενη κατάσταση των εγκαταστάσεων της εταιρίας, καθώς και των μεθόδων αποθήκευσης των προϊόντων. Παράλληλα, τα μέλη της ερευνητικής ομάδας του ΑΠΘ, ενημερώθηκαν από την εταιρεία για τους τρόπους αποθήκευσης και απεντόμωσης που ακολουθούνται, ενώ πραγματοποιήθηκε μεγάλος αριθμός επιτόπιων αυτοψιών στους σημαντικότερους αποθηκευτικούς χώρους της Μασούτης ΑΕ. Σκοπός ήταν να συλλεχθούν δείγματα για ανάλυση, να αναγνωριστούν οι κυριότεροι ζωικοί εχθροί που προσβάλλουν τα προϊόντα της Μασούτης ΑΕ., και να αξιολογηθούν και να καταγραφούν τα κρίσιμα σημεία για τους χώρους και το προϊόν της εταιρίας.

## 2. ΕΠΙΤΟΠΙΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

Για την ανάπτυξη μιας σωστής μεθόδου παγίδευσης σε ένα δεδομένο αποθηκευτικό χώρο, θα πρέπει πρωτίστως να είναι γνωστά (είτε πρακτικά είτε θεωρητικά) τα είδη των εχθρών που βρίσκονται μέσα σε αυτή, τα προβλήματα που αυτοί προκαλούν και τις προϋποθέσεις που οδήγησαν στην επιτυχή ανάπτυξή τους στο προϊόν ή τον χώρο. Έχοντας γνώση τέτοιων παραγόντων, είναι εφικτή η σχεδίαση μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής παγίδευσης για την καλύτερη και ορθότερη δειγματοληψία και την μετέπειτα αξιολόγηση των συλλήψεων (Anukiruthika et al., 2021). Στο πλαίσιο αυτό, η λήψη δειγμάτων απευθείας από το αποθηκευμένο προϊόν και η περαιτέρω λεπτομερής εξέτασή τους από εξειδικευμένο προσωπικό αποτελεί ίσως την πιο ασφαλή μέθοδο για την διαπίστωση των ειδών εντόμων και άλλων οργανισμών που έχουν προσβάλλει το προϊόν και την γενικότερη καταγραφή της προσβολής, ειδικά σε περιπτώσεις όπου δεν είναι γνωστά τα είδη που υπάρχουν σε έναν δεδομένο χώρο (Castañé and Riudavets, 2015). Έτσι, η ερευνητική ομάδα του ΑΠΘ, επιθεώρησε με λεπτομέρεια τον αποθηκευτικό χώρο και τα προϊόντα, και προχώρησε στην λήψη δειγμάτων, που αφορούσαν είτε ήδη προσβεβλημένα είτε φαινομενικά «καθαρά», ακολουθώντας διαδικασίες ανάλογες του προϊόντος (Εικόνα 1-9), ενώ στην περίπτωση που εντοπιζόνταν υπολείμματα προϊόντος σε κάποιο σημείο της αποθήκης πραγματοποιούνταν λήψη δείγματος προκειμένου να προσδιοριστεί η παρουσία εντόμων, που θα μπορούσε να αποτελέσει εστία μόλυνσης (Εικόνα 8). Έτσι, ακόμα και εάν μια αποθήκη δεν ήταν γεμάτη με προϊόν, γινόταν δειγματοληψία από τις όποιες ποσότητες ήταν διαθέσιμες κατά την επιθεώρηση. Παράλληλα, συλλέχθηκαν και δείγματα από τις ήδη υπάρχουσες παγίδες που χρησιμοποιεί η εταιρεία (Εικόνα 6-7), καθώς και αποστάλθηκαν από την εταιρεία όλες οι συσκευασίες που επιστράφηκαν λόγω εντομολογικών προσβολών για περαιτέρω ανάλυση από την ερευνητική ομάδα που συμμετείχε στο έργο.

Παράλληλα, οι ερευνητές του ΑΠΘ ήταν ιδιαίτερα προσεκτικοί στον αριθμό των δειγμάτων που έπρεπε να ληφθούν καθώς και το μέγεθος του κάθε δείγματος, λαμβάνοντάς υπόψη τη συνολική ποσότητα των αποθηκευμένων προϊόντων, τον αριθμό των διαφόρων παρτίδων, την μορφή της συσκευασίας κ.α. Η σωστή εκτίμηση του αριθμού των δειγμάτων που πρέπει να ληφθούν είναι απαραίτητη για τη σωστή εκτίμηση του πληθυσμού των εντόμων που βρίσκονται στο προϊόν και ακολούθως τη λήψη των ορθών αποφάσεων όσον αφορά τα κατασταλτικά μέτρα που πιθανώς θα πρέπει να ακολουθηθούν (Clark et al., 1967). Προκειμένου να σχηματιστεί μια πλήρης εικόνα για την παρουσία των διαφόρων ειδών εντόμων στους χώρους της εταιρίας, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες από όλους τους τύπους αποθηκευτικών χώρων που διαθέτει η εταιρία, από την παραλαβή των προϊόντων τροφίμων μέχρι την τελική πώλησή τους (Εικόνα 9).



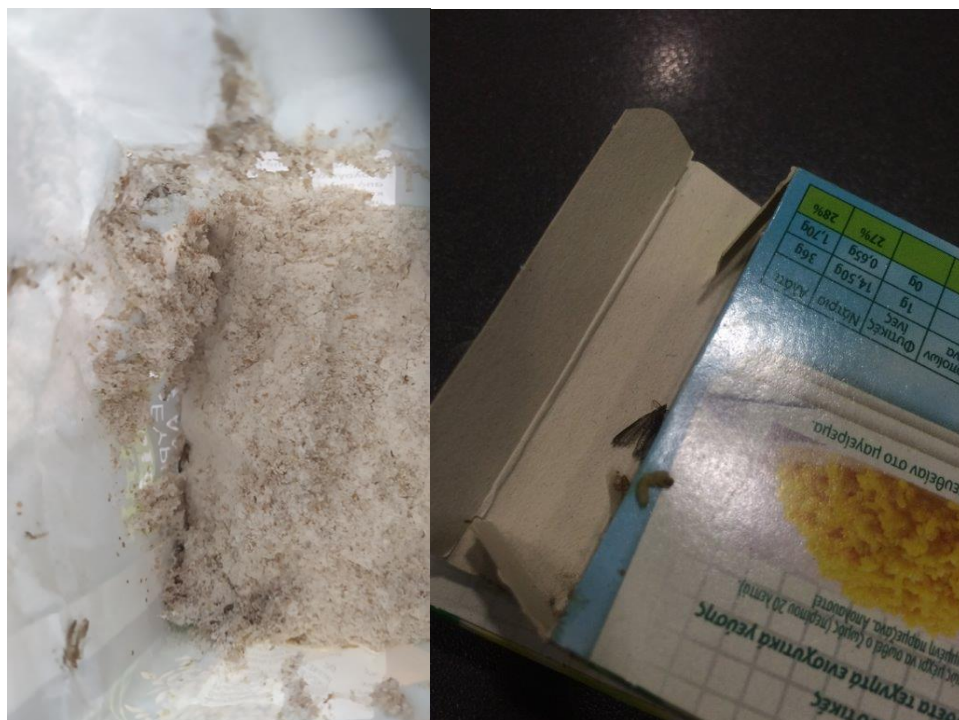
**Εικόνα 1:** Προσβεβλημένες μπάρες δημητριακών πριν την αποστολή τους στο εργαστήριο για περαιτέρω ανάλυση.



**Εικόνα 2:** Επιτόπια επιθεώρηση συσκευασιών για προσβολές.



**Εικόνα 3:** Συλλογή τυχαίων συσκευασιών από παρτίδες προϊόντων για περαιτέρω ανάλυση από την ερευνητική ομάδα του ΑΠΘ.



**Εικόνα 4:** Προσβεβλημένα προϊόντα από διάφορα είδη λεπιδοπτέρων.



**Εικόνα 5:** Τεμάχιο νωπού προϊόντος προσβεβλημένου από παθογόνα.



**Εικόνα 6:** Έλεγχος των ήδη υπαρχόντων παγίδων διπτέρων σε αποθήκη της εταιρείας Μασούτης ΑΕ και συλλογή δειγμάτων για περαιτέρω εργαστηριακή ανάλυση.



**Εικόνα 7:** Έλεγχος των ήδη υπαρχόντων παγίδων τρωκτικών σε αποθήκες της εταιρείας και συλλογή δειγμάτων από τους χώρους αυτούς.



**Εικόνα 8:** Δειγματοληψία υπολειμμάτων προϊόντος από αποθήκη της εταιρείας Μασούτης ΑΕ.



**Εικόνα9:** Επιθεώρηση όλων των αποθηκευτικών χώρων της εταιρείας Μασούτης ΑΕ, από την παραλαβή των προϊόντων τροφίμων μέχρι την τελική πώλησή τους.

### 3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

Μετά τη λήψη των δειγμάτων, αυτά μεταφέρονταν άμεσα στο Εργαστήριο, προκειμένου να γίνει η καταμέτρηση των ευρεθέντων εντόμων και να ακολουθήσει ο ασφαλής προσδιορισμός τους (Εικόνα 10). Εκεί έγινε και η κατηγοριοποίηση των δειγμάτων ανά είδος προϊόντος, τρόπο αποθήκευσης, τύπο αποθηκευτικού χώρου και ημερομηνία συλλογής. Ακολουθώντας, τα δείγματα κοσκινίζονταν με ειδικά κόσκινα, με σκοπό την εύρεση ζωντανών εντόμων στο προϊόν (Εικόνα 12). Δείγματα προϊόντων αποθηκεύονταν επίσης στους θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών (27 °C, 50 ± 5% σχετική υγρασία) του εργαστηρίου με σκοπό την επισήμανση της εξόδου απογόνων των εντόμων μετά από χρονικό διάστημα 65 ημερών, το οποίο θεωρείται ένα ασφαλές διάστημα ώστε να εκκολαφθούν οι προνύμφες από τα αυγά που τυχόν έχουν ωοτοκήσει τα θηλυκά των περισσότερων ειδών εντόμων (Εικόνα 13-14) (Throne, 1987; Collins et al., 1989; Devi et al., 2017).



**Εικόνα 10:** Λήψη δειγμάτων.

Η αναγνώριση και ταυτοποίηση των διαφόρων ειδών εντόμων που βρέθηκαν στα δείγματα που συλλέχθηκαν, είτε αμέσως μετά τη λήψη του κάθε δείγματος (παρουσία ζωντανών ή νεκρών εντόμων κατά τη λήψη του δείγματος) είτε μετά από παρέλευση 65 ημερών (παρουσία αυγών κατά τη λήψη του δείγματος), έγινε με τη χρήση στερεοσκοπίου (Leica MZ12) και διχοτομικών κλειδών (Εικόνα 11). Η διχοτομική κλειδα που χρησιμοποιήθηκε για την αναγνώριση των εντόμων ήταν η παρακάτω:

Gorham J.R. (1991). Insect and Mite Pests in Food – An illustrated key, Volume 1 & 2. Agriculture Handbook No 655, United States Department of Agriculture, Food and Drug Administration, Washington D.C.



**Εικόνα 11:** Αναγνώριση εντόμων με τη βοήθεια στερεοσκοπίου.



**Εικόνα 12:** Ακμαία έντομα του γένους *Tribolium*, κατά την αναγνώρισή τους με τη βοήθεια στερεοσκοπίου.



**Εικόνα 13:** Προετοιμασία των δειγμάτων για την επισήμανση της εξόδου εντόμων.



**Εικόνα 14:** Τοποθέτηση των δειγμάτων σε ειδικούς θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών για την επισημάνση της εξόδου εντόμων.

Με βάση τα αποτελέσματα των προσδιορισμών των εντόμων που αναγνωρίστηκαν στα δείγματα, βρέθηκαν 17 είδη εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων και άλλων, και ένα είδος τρωκτικού, όπως αυτά παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Είδη εντόμων και τρωκτικών που αναγνωρίστηκαν από τις δειγματοληψίες προϊόντων στους αποθηκευτικούς χώρους της Μασούτης ΑΕ.

Τάξη	Οικογένεια	Είδος
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium confusum</i>
		<i>Tenebrio molitor</i>
		<i>Tribolium castaneum</i>
		<i>Latheticus oryzae</i>
	Silvanidae	<i>Oryzaephilus</i>
	Cucujidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>
	Bostrychidae	<i>Rhyzopertha dominica</i>
	Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i>
		<i>Sitophilus granarius</i>
		<i>Sitophilus zeamais</i>
<i>Acanthoscelides</i>		
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Plodia interpunctella</i>
		<i>Ephestia elutella</i>
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>
Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>
	Blattidae	<i>Blattella germanica</i>
Dictyoptera		<i>Periplaneta americana</i>
Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i>

Όλα τα είδη κολεοπτέρων που βρέθηκαν στις αποθήκες, είναι από τα πιο γνωστά και καταστρεπτικά έντομα που βρίσκονται στις αποθήκες σιτηρών στην χώρα μας, αφού προκαλούν σοβαρές ποσοτικές αλλά και ποιοτικές απώλειες στα αποθηκευμένα προϊόντα (Davis, 2003; Hagstrum and Subramanyam, 2006; Reichmuth, 2007; Mahroof and Hagstrum, 2012). Απαντώνται σε όλο τον κόσμο, προσβάλλουν προϊόντα ακέραια ή σε κακή

κατάσταση, όπως σπασμένοι ή μουχλιασμένοι σπόροι, ή ήδη επεξεργασμένα προϊόντα κα.(Hagstrum et al., 2013). Σε περιπτώσεις πυκνών πληθυσμών, παρατηρείται τοπική αύξηση της θερμοκρασίας με ταυτόχρονη ανάπτυξη μυκήτων, δημιουργώντας συσσωματώματα και συνεπώς, ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος (Trematerra and Throne, 2012). Τα είδη *Tribolium castaneum* και *Tribolium confusum* είναι τα πιο κοινά έντομα αποθηκών της οικογένειας αυτής παγκοσμίως. Η προσβολή από έντομα της οικογένειας δημιουργεί μια απωθητική μυρωδιά λόγω της έκκρισης βενζοκινονών από τους κοιλιακούς τους αδένες. Ταυτόχρονα, παράγουν και τοξικές ουσίες που μολύνουν το προϊόν (Pitt et al., 2000; Huong et al., 2016). Μεγάλοι πληθυσμοί δημιουργούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα ενώ έχει παρατηρηθεί ανεκτικότητα/ανθεκτικότητα σε πολλά εντομοκτόνα με διαφορετικούς τρόπους δράσης (Mallis, 2004).

Εκτός από την προσβολή στα εν λόγω αποθηκευμένα προϊόντα, κάποια από τα είδη αυτά, όπως το *R. dominica*, έχουν την ικανότητα να διατρυπούν με ευκολία διάφορες συσκευασίες με βάση το πλαστικό, όπως το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο (Bashir, 2002; Edde, 2012). Στην περίπτωση των λεπιδοπτέρων, τα ευρεθέντα είδη είναι γνωστό ότι ζημιώνουν πληθώρα τροφών, από σπόρους δημητριακών και τα προϊόντα αυτών, όλα τα είδη ξηρών καρπών, γύρη από τις κυψέλες των μελισσών κ.α (Williams, 1964). Η προσβολή είναι χαρακτηριστική στην περίπτωση των σπόρων, καθώς οι προνύμφες προτιμούν να κατατρώνε μόνο με το έμβρυο και όχι με το ενδοσπέρμιο του σπόρου. Έτσι, μπορούν να προκαλέσουν σημαντική μείωση στη βλαστική ικανότητα των σπόρων, ιδιαίτερα στην περίπτωση των δημητριακών. Ταυτόχρονα, οι προνύμφες παράγουν μετάξινους ιστούς με τους οποίους ρυπαίνουν τα προϊόντα. Δεδομένου ότι όλα τα είδη εντόμων είναι από τα πιο κοινά και επικίνδυνα που συναντάμε στις αποθήκες στην Ελλάδα, η αντιμετώπισή τους ξεκινά με την αποθήκευση των προϊόντων (Gorham, 1987).

## 4. ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗΣ

Είναι σημαντικό εδώ να αναφερθεί η μεγάλη παραλλακτικότητα των ζωικών εχθρών που δύναται να βρεθούν στους αποθηκευτικούς χώρους, τόσο ως προς το είδος του οργανισμού, αλλά και όσον αφορά τους αβιοτικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην ανάπτυξή τους μέσα στον χώρο, ή άλλους παράγοντες όπως η κινητικότητα τους μέσα στο προϊόν, το στάδιο ανάπτυξής τους, ειδικά όταν πρόκειται για έντομα, αλλά και από το είδος της ζημιάς που προκαλούν στο προϊόν (Birch, 1953; Howe, 1965). Για παράδειγμα, οι σημαντικότεροι από άποψη προσβολών ζωικοί εχθροί στις αποθήκες, αφορούν έντομα της τάξης των κολεοπτέρων και λιγότερο της τάξης των Λεπιδοπτέρων. Έντομα άλλων τάξεων, όπως οι μύγες (Δίπτερα), μυρμήγκια (Υμενόπτερα), κατσαρίδες (Δικτυόπτερα), ακρίδες (Ορθόπτερα) κ.α. μπορούν επίσης να βρεθούν στην αποθήκη, ωστόσο η συμβολή τους στην προσβολή και αλλοίωση των αποθηκευμένων προϊόντων είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων άνευ σημασίας (Birch, 1953). Εξίσου σημαντικοί με τα έντομα από άποψη προσβολών αλλά και υγειονομικής σημασίας είναι και τα τρωκτικά. Η δράση τόσο των εντόμων όσο και των τρωκτικών που βρίσκονται και αναπαράγονται σε ένα δεδομένο χώρο και/ή προϊόν, καθορίζει και τον βαθμό προσβολής και αποσύνθεσης του προϊόντος αυτού. Συνεπώς, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η αποθήκη αποτελεί ένα οικοσύστημα, στο οποίο αναπτύσσονται διάφορα είδη σχέσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ βιοτικών παραγόντων (τρωκτικά, έντομα, μύκητες) αλλά και μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων (κλιματικές συνθήκες, τύπος αποθηκευμένου προϊόντος κ.α.).

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η ορθή δειγματοληψία με χρήση παγίδων για την ανάδειξη των οργανισμών - στόχων είναι πολυδιάστατη και καθολικές συστάσεις των μεθόδων παγίδευσης των ζωικών εχθρών των αποθηκών θα ήταν, κατά γενικό κανόνα, ανεπαρκείς χωρίς την γνωστοποίηση των ειδών-

στόχων που δύναται να υπάρχουν σε έναν χώρο, δεδομένης της μεγάλης παραλλακτικότητας στα αποθηκευμένα προϊόντα, στις συνθήκες και τους χώρους αποθήκευσης, στους εχθρούς-στόχους καθώς και στις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Με βάση λοιπόν τα ανωτέρω, αναζητήθηκαν όλες οι δυνατές μέθοδοι δειγματοληψίας με χρήση παγίδων, με βάση τους ζωικούς εχθρούς που βρέθηκαν και αναγνωρίστηκαν στους χώρους της Μασούτης ΑΕ. Για παράδειγμα, φωτεινές παγίδες με χρήση ηλεκτρισμού για την προσέλκυση και θανάτωση των εντόμων που έρχονται σε επαφή με αυτές (Εικόνα 15), θεωρούνται πλέον ως ένα σημαντικό όπλο για απεντόμωση σε εργοστάσια επεξεργασίας τροφίμων, φαρμακοβιομηχανίες, καταστήματα εστίασης και νοσοκομεία. Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι η χρήση φωτεινών παγίδων θα πρέπει πάντα να γίνεται με γνώμονα τα είδη-στόχους, καθότι ορισμένα από τα ευρεθέντα είδη στις αποθήκες της Μασούτης ΑΕ. (π.χ. *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*) παρουσιάζουν αρνητικό φωτοτροπισμό και άρα δεν μπορούν να συλληφθούν από τέτοιου είδους παγίδες. Επιπροσθέτως, πολλά από αυτά τα είδη δεν πετούν, και συνεπώς η παρακολούθησή τους με φωτεινές παγίδες με κολλητικές επιφάνειες δεν δίνει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Από την άλλη πλευρά, πολλά από τα έντομα αποθηκών, έχουν την τάση να κρύβονται σε ρωγμές και σχισμές ή άλλες «κρυψώνες» σε έναν δεδομένο χώρο, να εμφανίζουν δηλαδή θετικό στερεοτροπισμό. Σε αυτή την συμπεριφορά βασίζεται και η λογική πίσω από την κατασκευή παγίδων που μοιάζουν με καταφύγια, παγίδες που τοποθετούνται σε διάφορα σημεία της αποθήκης και συλλέγονται ανά διαστήματα μαζί με τα συλληφθέντα έντομα που έχουν καταφύγει σε αυτές (Εικόνες 16). Προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην τοποθέτηση τέτοιων παγίδων, η οποία εξαρτάται από το μέγεθος της αποθήκης και από την ύπαρξη σημείων με κίνηση, από τον τρόπο που είναι αποθηκευμένο το προϊόν, από την συμπεριφορά του εκάστοτε εντόμου-στόχου που θα πρέπει να συλληφθεί.

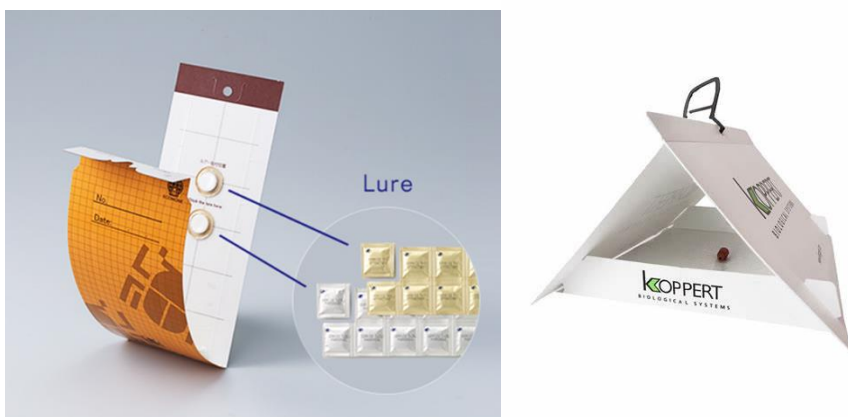
Ωστόσο, οι παγίδες κυματοειδούς χαρτιού τοποθετούνται συνήθως στο πάτωμα ή ανάμεσα από στοιχισμένα προϊόντα με σκοπό την σύλληψη των εντόμων που περνάνε ανάμεσα από αυτά. Παράλληλα, τα έντομα χρησιμοποιούν την οσμή για να αντιλαμβάνονται χαρακτηριστικές ουσίες που εκλύονται από άλλους οργανισμούς μέσα στον χώρο, από τις οποίες είτε έλκονται είτε απωθούνται, δηλαδή παρουσιάζουν θετικό ή αρνητικό χημειοτροπισμό. Έτσι, ουσίες από τις οποίες έλκονται ονομάζονται φερομόνες και αφορούν κυρίως εκκρίσεις των θηλυκών ατόμων ενός είδους για την προσέλκυση των αρσενικών της περιοχής με σκοπό την σύζευξη. Οι φερομόνες βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή ως προσελκυστικό μέσο σε διάφορους τύπους παγίδων, όπου η τροφή ως «δόλωμα» δεν μπορεί να λειτουργήσει. Παγίδες με χρήση φερομονών προορίζονται συνήθως για την εκτίμηση της διακύμανσης ενός πληθυσμού στην αποθήκη και αφορά εξειδικευμένη μέθοδο παγίδευσης για συγκεκριμένα είδη εντόμων, δηλ. πρέπει να χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένη φερομόνη για το είδος-στόχο. Οι παγίδες τύπου Δέλτα (delta traps) (Εικόνα 17), χρησιμοποιούνται κυρίως για λεπιδόπτερα (*Plodia interpunctella*, *Ephestia* spp. κ.α.) αλλά έχουν δοκιμαστεί με επιτυχία και σε άλλες οικογένειες ιπτάμενων εντόμων. Δεδομένης της μεγάλης κολλητικής επιφάνειας που φέρουν, τέτοιες παγίδες σπάνια χρησιμοποιούνται σε χώρους με μεγάλη συγκέντρωση σκόνης (πχ. αλευρόμυλοι κ.α.) αφού μειώνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των παγίδων. Ωστόσο είναι ευρέως γνωστές σε χώρους επεξεργασίας τροφίμων ή αποθήκες που αποθηκεύονται συσκευασμένα προϊόντα κ.α.



**Εικόνα 15:** Φωτεινή παγίδα



**Εικόνα 16:** Διάφοροι τύποι παγίδων που μοιάζουν με καταφύγια



**Εικόνα 17:** Κολλητικές παγίδες με φερομόνες για την παρακολούθηση πετούμενων εντόμων



**Εικόνα 18:** Εμπορικοί τύποι εξειδικευμένων παγίδων

Έπειτα, ακολούθησε η στενή συνεργασία των ερευνητών του ΑΠΘ και της εταιρείας για την κατανόηση των αναγκών που πρέπει να καλυφθούν από τα δίκτυα παγίδευσης, όπως για παράδειγμα, η επιλογή του κατάλληλου τύπου παγίδας για την κάλυψη/σύλληψη των κυριότερων εντόμων στα οποία βασίζονται οι επιστροφές (κολεόπτερα), η καταγραφή των συλλήψεων με ορθό τρόπο από τις συσκευές παγίδευσης (π.χ. δίπτερα, λεπιδόπτερα), ο ορθός χωροτακτικός σχεδιασμός και τοποθέτηση των παγίδων στην Μασούτης ΑΕ., κα. Η συνεργασία μεταξύ των δυο εργαστηρίων αποτέλεσε και τον ακρογωνιαίο λίθο στον μετέπειτα σχεδιασμό και δημιουργία εξατομικευμένων για την εταιρία παγίδων παρακολούθησης εντόμων αποθηκών και τρωκτικών.



**Εικόνα 19:** Συνάντηση μεταξύ ερευνητών για την επιλογή των κατάλληλων τύπων παγίδων

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anukiruthika T., Jian F., Jayas D.S. (2021). Movement and behavioral response of stored product insects under stored grain environments - A review. *Journal of Stored Products Research* 90: 101752, ISSN 0022-474X, <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101752>.

Bashir T. (2002). Reproduction of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on different host-grains. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5: 91-93.

Birch L.C. (1953). Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects-I: the influence of temperature, moisture and food on the innate capacity for increase of three grain-beetles. *Ecology*, 34: 698-711.

Castañé C., Riudavets J. (2015). Sampling arthropod pests and natural enemies in stored barley. *Journal of Stored Products Research*, 64: 54-61, ISSN 0022-474X, <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.08.005>.

Clark L.R., Geier P.W., Hughes R.D., Morris R.F. (1967). *The ecology of insect populations in theory and practice*. Methuen & Co. Ltd., London, UK.

Collins P.J., Mulder J.C., Wilson D. (1989). Variation in life history parameters of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae). *Journal of Stored Product Research*, 25: 193-199.

Davis R. (2003). Insect pests - Problems Caused by Insects and Mites. Editor(s): Caballero B., *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* 2nd edition, Academic Press, pp. 3323-3328, ISBN 9780122270550, <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00640-4>.

Devi S.R., Thomas A., Rebijith K.B., Ramamurthy V.V. (2017). Biology, morphology and molecular characterization of *Sitophilus oryzae* and *S.*

*zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 73: 135-141, ISSN 0022-474X, <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.08.004>.

Edde P. A. (2012). A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. Journal of Stored Products Research, 48, 1-18. doi:10.1016/j.jspr.2011.08.007

Gorham J.R. (1987). Insects and Mites in Food: An Illustrated Key. In: Agricultural Handbook, vol. 655. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

Hagstrum D.W., Subramanyam B. (2006). Fundamentals of stored-product entomology. AACC international, St. Paul, MN, USA.

Hagstrum D.W., Klejdysz T., Subramanyam B., Nawrot J. (2013). Chapter 4 - Commodity suitability, Editor(s): D. W., Klejdysz T., Subramanyam B. and Nawrot J. In American Associate of Cereal Chemists International, Atlas of Stored-Product Insects and Mites, AACC International Press, pp. 221-265, ISBN 9781891127755, <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-75-5.50007-1>.

Huong B.T.M., Tuyen L.D., Do T.T., Madsen H., Brimer L., Dalsgaard A. (2016). Aflatoxins and fumonisins in rice and maize staple cereals in Northern Vietnam and dietary exposure in different ethnic groups. Food Control, 70: 191-200, ISSN 0956-7135, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.05.052>.

Howe R.W. (1965). A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored products insects. Journal of Stored Products Research, 1: 177-184.

Mahroof R.M., Hagstrum D.W. (2012). Biology, behavior, and ecology of insects in processed commodities. In Stored Product Protection; Hagstrum, D.W., Phillips, T.W., Cuperus, G., Eds.; Kansas State University: Manhattan, KS, USA, pp. 33-44.

Mallis A. (2004). Handbook of pest control – The behavior, life history and control of household pests, 9th edition. GIE Media, Inc. pp. 747-824

Pitt J.I., Basílico J.C., Abarca M.L., López C. (2000). Mycotoxins and toxigenic fungi. *Medical Mycology*, 38: 41–46. doi:10.1080/714030911. PMID 11204163.

Reichmuth C., Scholler M., Ulrichs C. (2007). Stored product pests in grain. Morphology – Biology – Damage – Control. Agroconcept Verlagsgesellschaft, Bonn.

Throne J.E. (1987). A bibliography of the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae). Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 1986. <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1986>

Trematerra P., Throne J. (2012). CHAPTER 5 - Insect and Mite Pests of Durum Wheat, Editor(s): Sissons M., Abecassis J., Marchylo B. and Carcea M. In American Associate of Cereal Chemists International, Durum Wheat (Second Edition), AACC International Press, pp. 73-83, ISBN 9781891127656, <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-65-6.50010-6>.

Williams G.C. (1964). The life-history of the Indian meal-moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lep. Phycitidae) in a warehouse in Britain and on different foods. *Annual of Applied Biology*, 53: 459-475.