



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ
ΕΧΘΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ



ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ
ΣΤΥΛΙΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΣΠΥΡΟΥ

Καλαμάτα 2012



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»

Του σπουδαστή: Στυλιανόπουλου Σπύρου

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Παπαδοπούλου Μαρία Ph. D.

Καλαμάτα 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά κάποια άτομα που με στήριξαν και συνέβαλλαν με τον δικό τους τρόπο στην υλοποίηση της. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια του Τμήματος Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων Δρ. Μαρία Παπαδοπούλου για τις σωστές και πολύτιμες υποδείξεις κατά την διάρκεια της συγγραφής της εν λόγω εργασίας, όπως επίσης και για την άψογη συνεργασία που είχαμε. Επίσης, ευχαριστώ την οικογένεια μου για τη στήριξη και την υπομονή τους σε αυτή μου την προσπάθεια και κυρίως τον αδερφό μου Τάσο. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου Μωραΐτου Ιωάννα, Παυλή Αντωνία και Μαρκοπούλου Μαρία για την συμπαράσταση και υπομονή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Τα Αποθηκευμένα Γεωργικά Προϊόντα και η Έννοια της Φυτοπροστασίας	9
1.1 Γενικά στοιχεία και οι παράγοντες των μετασυλλεκτικών απωλειών Αποθηκευμένων Γεωργικών Προϊόντων.....	9
1.2 Η φυτοπροστασία των αποθηκευμένων προϊόντων. Χημικές μέθοδοι.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Βιολογικοί Τρόποι Αντιμετώπισης των Εχθρών και Ασθενειών των Αποθηκευμένων Προϊόντων	20
2.1 Βιολογική Καταπολέμηση – Εισαγωγικά Στοιχεία.....	20
2.2 Τα 'ιδεώδη' χαρακτηριστικά των φυσικών εχθρών των εντόμων των αποθηκών	24
2.3 Φυσικοί εχθροί εντόμων αποθηκών	26
2.3.1 Τα αρπακτικά	26
2.3.2 Τα παρασιτοειδή.....	27
2.3.3 Τα παθογόνα.....	28
2.4 Η χρήση των παγίδων για την καταπολέμηση των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Η περίπτωση της φερομόνης.....	31
2.4.1 Η περίπτωση των Φερομονών	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ζωικοί Εχθροί-Έντομα και Ακάρεα των Αποθηκευμένων Προϊόντων	35
3.1 Γενικά στοιχεία των εντόμων των αποθηκών.....	35
3.2 Σύντομη παρουσίαση των εντόμων αποθηκών της τάξης Κολεόπτερα (Coleoptera), και Λεπιδόπτερα (Lepidoptera).....	39
3.2.1 Έντομα που ανήκουν στην κατηγορία των Κολεόπτερων (Coleoptera).....	39
3.2.2 Έντομα που ανήκουν στην κατηγορία των Λεπιδόπτερων (Lepidoptera)	48
3.3 Τα κυριότερα Ακάρεα αποθηκών.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μετασυλλεκτικές Ασθένειες Γεωργικών Προϊόντων	57
4.1 Οι σπουδαίες μετασυλλεκτικές μυκητολογικές ασθένειες.....	57
4.1.1 Μηκυτολογικές σήψεις.....	59
4.2 Βακτηριολογικές υγρές σήψεις αποθηκευμένων προϊόντων.....	67

4.2.1 Κύρια χαρακτηριστικά των βακτηρίων	67
4.2.2. Υγρές βακτηριακές σήψεις (<i>bacterial soft rots</i>).....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Μέθοδοι Αντιμετώπισης Εχθρών Αποθηκευμένων Γεωργικών	
Προϊόντων	70
5.1 Προληπτικά Μέτρα	71
5.2 Φυσικές Μέθοδοι.....	74
5.2.1 Θερμοκρασία.....	74
5.2.2 Ακτινοβολία.....	76
5.2.3 Αδρανείς Σκόνες	78
5.2.4 Ελεγχόμενες ατμόσφαιρες.....	79
5.2.5 Ξηρασία.....	79
5.3 Μηχανικές Μέθοδοι.....	80
5.4 Βιοτεχνολογικές Μέθοδοι.....	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Οι χειρισμοί της βιολογικής αντιμετώπισης που εφαρμόζονται για	
τη μείωση των μετασυλλεκτικών ασθενειών.....	82
6.1 Τρόποι εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης	82
6.2 Παραδείγματα φυσικών εχθρών που χρησιμοποιούνται για την	
αντιμετώπιση των μετασυλλεκτικών ασθενειών	84
6.2.1 Παρασιτοειδή.....	84
6.2.2 Ακάρεα.....	88
6.3 Συνδυασμός βιολογικής καταπολέμησης με άλλες μεθόδους αντιμετώπισης	
εχθρών αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων	88
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	93

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συντήρηση των καρπών και των σπόρων των γεωργικών προϊόντων έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της Γεωργίας. Μετά την συγκομιδή τα προϊόντα, αποθηκεύονται σε ειδικούς χώρους στους οποίους θα διατηρηθούν μέχρι να καταναλωθούν. Ωστόσο, στους ειδικούς αυτούς χώρους έχει παρατηρηθεί ότι τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα είναι ευάλωτα σε διάφορους εχθρούς. Πιο συγκεκριμένα, οι απώλειες των προϊόντων αυτών προκαλούνται κυρίως από μύκητες, έντομα, τρωκτικά. Για το λόγω αυτό ο άνθρωπος, στα πλαίσια της άσκησης της γεωργίας, πέραν των άλλων λαμβάνει μέτρα για τη διατήρηση των καλλιεργειών αλλά και για την σωστή αποθήκευση των προϊόντων φροντίζοντας για ένα υγιεινό περιβάλλον απομονώνοντας, όσο αυτό είναι εφικτό, τους παραγόντων που επιφέρουν ζημιές και ασθένειες στα καλλιεργούμενα φυτά. Οι τρόποι αντιμετώπισης τους είναι τα λεγόμενα φυτοπροστατευτικά μέτρα ή γενικότερα η φυτοπροστασία. Στο πλαίσιο της φυτοπροστασίας υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως χημικοί μέθοδοι, μηχανικοί μέθοδοι, φυσικοί μέθοδοι, βιοτεχνολογικοί μέθοδοι και βιολογική μέθοδοι. Η μέθοδος της βιολογικής καταπολέμησης θεωρείται ως η πιο ασφαλής μέθοδος αντιμετώπισης των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, και για το λόγο αυτό γίνονται προσπάθειες να εφαρμοστούν οι μέθοδοι της είτε χωριστά είτε σε συνδυασμό με άλλα μέτρα καταπολέμησης.

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της έρευνας και εφαρμογής των βιολογικών μεθόδων καταπολέμησης των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Αναλυτικά, το πρώτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στην εισαγωγή της έννοιας των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων αλλά και της Φυτοπροστασίας. Το δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζει τους βιολογικούς τρόπους για την αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών των αποθηκευμένων προϊόντων. Το αντικείμενο του τρίτου και τέταρτο κεφαλαίου είναι η παρουσίαση των ζωικών εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων όπως επίσης και οι μετασυσπλεκτικές ασθένειες που προσβάλλουν αυτά αντίστοιχα. Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται οι μέθοδοι αντιμετώπισης των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση των χειρισμών της βιολογικής αντιμετώπισης που εφαρμόζονται για τη μείωση των μετασυσπλεκτικών ασθενειών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλλιέργεια των γεωργικών προϊόντων έχει τις ρίζες στα βάθη του χρόνου, όπου μαζί με την καλλιέργεια προέκυψε και η ανάγκη αποθήκευσης τους. Από τα πρώτα χρόνια της καλλιέργειας των γεωργικών προϊόντων έως και σήμερα, ο άνθρωπος βρέθηκε αντιμέτωπος με πολυάριθμους νοσογόνους παράγοντες που έπλητταν τα γεωργικά προϊόντα τους, τόσο στην ύπαιθρο όσο και μέσα στο χώρο των αποθηκών. Ωστόσο, σε ότι αφορά τις απώλειες στους καρπούς μετά την συγκομιδή η καταστροφή που επιτελείται είναι μη αναστρέψιμη, σε αντίθεση με την περίοδο κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας που είναι δυνατόν να αντιμετωπισθούν με κατάλληλες επεμβάσεις του ανθρώπου, ζημιές από μια δεδομένη προσβολή.

Για πολλούς αιώνες ο άνθρωπος δεν ήταν σε θέση να βρει μεθόδους για να προστατέψει την φυτική του παραγωγή, επειδή δεν διέθετε τα κατάλληλα μέσα. Παρά τις προόδους της επιστήμης στο βιολογικό και τεχνολογικό τομέα, οι ζημιές που προκαλούνται στην γεωργική παραγωγή ακόμα και σήμερα παραμένουν ακόμα σημαντικές. Μιλώντας με οικονομικούς όρους, η ζημία που προκαλούν οι εχθροί των γεωργικών προϊόντων, είτε αυτή είναι πριν την συγκομιδή είτε μετά από αυτή, μπορούν να ανέρχονται διεθνώς σε πολλά δισεκατομμύρια δολάρια ανά έτος. Οι προσπάθειες επίλυσης των προβλημάτων που αντιμετωπίζει η γεωργική παραγωγή γενικότερα, δεν περιορίζονται μόνο στην καλύτερευση των συνθηκών της καλλιέργειας αλλά επεκτείνονται και στον τομέα της διακίνησης και στη συνέχεια της αποθήκευσης αυτών.

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης τους, τα γεωργικά προϊόντα, προσβάλλονται από διάφορους εχθρούς και ασθένειες, που πολλές φορές προκαλούν σημαντικές ζημιές. Τα έντομα, τα ακάρεα, οι μύκητες και τα βακτήρια είναι παράγοντες που προσβάλλουν κυρίως τα γεωργικά προϊόντα.

Οι ζημιές που προκαλούν οι εχθροί των αποθηκευμένων προϊόντων δεν είναι μόνο ποσοτικές ζημιές αλλά μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα υγείας στους καταναλωτές των συγκεκριμένων προϊόντων. Η παρουσία εντόμων σε προϊόντα που, είτε βρίσκονται στο στάδιο της επεξεργασίας, είτε φτάνουν στην κατανάλωση, είναι πολλές φορές συνδεδεμένη με την εμφάνιση αλλεργικών αντιδράσεων. Πιο συγκεκριμένα:

- Η παρουσία διαφόρων τμημάτων των εντόμων (τριχών, ποδιών, φτερών) έχει παρατηρηθεί ότι προκαλεί αλλεργικά φαινόμενα στο προσωπικό επεξεργασίας φυτικών προϊόντων. Η παρουσία πολύ μεγάλου αριθμού τριχών π.χ. των προνυμφών εντόμων της οικ. Dermistidae μπορεί να προκαλέσει έντονο κνησμό στο λαιμό, συνοδευόμενο από ξηρό και συνεχή βήχα.
- Τα ακάρεα *Acarus siro* και *Tyrophagus putrescentiae*, που προσβάλουν τα άλευρα, είναι υπεύθυνα για αλλεργικές δερματίτιδες γνωστές ως "κνησμός των αρτοποιιών".
- Αλλεργικά φαινόμενα μπορούν να εμφανιστούν επίσης όταν σωματικά τμήματα νεκρών εντόμων, που έχουν κονιορτοποιηθεί, εισέλθουν στον οργανισμό μέσω της αναπνευστικής οδού. Τέτοιες αλλεργίες έχουν αναφερθεί από βρούχους ψυχανθών, ψείρες του σταριού, Dermestidae κ.α.
- Η κατάποση τμημάτων ή ολόκληρων εντόμων, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητα φαινόμενα που συνήθως εκδηλώνονται με δυσπεψία, εμετούς, ναυτίες, διάρροιες κ.λ.π.
- Μερικά από τα έντομα αποθήκης, πολλές φορές μπορεί να γίνουν φορείς βακτηρίων (*Salmonella*, *Enterobacteriaceae*) και ιών (πολιομυελίτιδας, κίτρινου πυρετού). Η παρουσία τοξινών που παράγονται από έντομα ή μυκοτοξινών που παράγονται από μύκητες μετά από εντομολογικές προσβολές σε τρόφιμα, είναι από τα σοβαρότερα προβλήματα που μπορούν να παρουσιαστούν σε αποθηκευμένα προϊόντα.

Τα έντομα των αποθηκών μπορούμε ακόμα να τα διακρίνουμε ανάλογα με τη ζημιά που προκαλούν. Υπάρχουν τα πολύ ζημιογόνα έντομα, τα οποία πρέπει να αντιμετωπίζονται άμεσα, και τα λιγότερο ζημιογόνα, για τα οποία έχουμε περισσότερο χρόνο στη διάθεση μας για μια επέμβαση. Τα χαρακτηριστικά των ζημιογόνων εντόμων είναι η μεγάλη και ταχύτατη εξάπλωση, η προσβολή μεγάλου αριθμού σπόρων ή προϊόντος από ένα άτομο και οι πολλές γενεές το χρόνο, ενώ τα λιγότερο ζημιογόνα έντομα χαρακτηρίζονται από την αργή εξάπλωση τους, την συγκέντρωσή τους σ' ένα ή σε λίγα σημεία της αποθήκης, το μικρό αριθμό των γενεών, την προσβολή ενός ή λίγων σπόρων κατ' άτομο ή και τη μη προσβολή υγιούς προϊόντος παρά μόνο ήδη προσβεβλημένου ή κατεστραμμένου. Για τους λόγους αυτούς, η καταπολέμηση των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων συνιστά επιτακτική

ανάγκη για την προστασία τους. Η καταπολέμηση τους βασίζεται σε στρατηγικές που διαφοροποιούνται σε σχέση με αυτές που χρησιμοποιούνται για τους εχθρούς των καλλιεργειών.

Ο στόχος της εργασίας αυτής, είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση των προσπαθειών, δηλαδή της έρευνας και εφαρμογής των βιολογικών μεθόδων καταπολέμησης των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Τα Αποθηκευμένα Γεωργικά Προϊόντα και η Έννοια της Φυτοπροστασίας

1.1 Γενικά στοιχεία και οι παράγοντες των μετασυλλεκτικών απωλειών Αποθηκευμένων Γεωργικών Προϊόντων

Η περίοδος κατά την οποία υπολογίζεται ότι ο άνθρωπος ξεκίνησε να καλλιεργεί τη γη τοποθετείται στη Νεολιθική Εποχή (10000 π.Χ. – 3000 π.Χ). Σημαντικό ρόλο στην απόφαση του αυτή, ήταν η ανάγκη εύρεσης νέων τρόπων για την αυτοσυντήρηση του αφού κατά την περίοδο εκείνη παρατηρείται έλλειψη του άφθονου κυνηγιού πάνω στη γη που ήταν και η βασική πηγή διατροφής του. Ο νεολιθικός άνθρωπος διαπίστωσε, ότι μπορούσε να αποθηκεύει τους σπόρους στην σπηλιά του για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς αυτοί να αλλοιωθούν -σε αντίθεση με το κρέας από το κυνήγι που δεν μπορούσε να συντηρηθεί για μεγάλο διάστημα- και ότι είχε την δυνατότητα να τους καταναλώσει ακόμα σε περιόδους που δεν μπορούσε να τους καλλιεργήσει. Κατά συνέπεια, η συντήρηση των γεωργικών προϊόντων, καρπών και σπόρων έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της γεωργίας.

Αν θα θέλαμε να δώσουμε έναν ορισμό για το τι ακριβώς εννοούμε με την έννοια *αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα* θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι “κάθε αποθήκευση ή διατήρηση των αγροτικών προϊόντων, λιπασμάτων, σπόρων, ζωοτροφών και άλλων σχετικών προμηθειών σε ειδικές εγκαταστάσεις ή δοχεία, ώστε να εμποδιστεί η μόλυνση τους ή για τις περιόδους όπου η παραγωγή των εν λόγω προϊόντων δεν μπορεί να καλύψει τη παρούσα ζήτηση”¹.

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας συνέβαλλε καθοριστικά στην εξέλιξη της γεωργίας. Συγκεκριμένα, έλυσε πολλά προβλήματα που είχαν να κάνουν με την παραγωγικότητα, όπως η υπερπαραγωγή γεωργικών προϊόντων, αλλά ταυτόχρονα

¹ “Any deposit or holdings of farm products, fertilizers, grains, feed and other related supplies in facilities or containers, often to prevent contamination or for times when production cannot meet demand. (Source: AGP)” (δες: <http://glossary.el.eea.europa.eu/terminology/concept.html?term=%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%AD%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1>. τελευταίος έλεγχος 05.10.2012)

δημιούργησε και νέα όπως την αντικατάσταση των αγροτών από τις μηχανές, οι οποίοι μετακινήθηκαν στα αστικά κέντρα ώστε να αναζητήσουν εργασία. Η μετακίνηση του πληθυσμού προς τα αστικά κέντρα, είχε σαν αποτέλεσμα και την αύξηση της ζήτησης των γεωργικών προϊόντων. Έτσι, η συστηματική αποθήκευση και επεξεργασία των γεωργικών προϊόντων ήταν απαραίτητη για την κάλυψη των αναγκών διατροφής του αστικού πληθυσμού (Ακριτίδης 1993).

Τα συγκομισμένα μέρη των γεωργικών προϊόντων που μπορούν να αποθηκευτούν ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Κηπευτικών (σολανώδη, Βολβώδη, Φυλλώδη, κολοκυνθοειδή)
- Οπώρες (μηλοειδή, πυρηνόκαρπα, εσπεριδοειδή, ακρόδρυα)
- Σπόροι (σιτηρά, όσπρια)
- Αποξηραμένοι Οπώρες (σύκα, σταφίδα, δαμάσκηνα, βερίκοκα)
- Άλευρα
- Καπνός
- Ξυλεία
- Ανθοκομικά
- Δέρματα

Τα είδη αυτά, μπορούν να αποθηκευτούν είτε μεταποιητά, είτε απλώς μεταποιημένα με φυσικές μεθόδους, όπως η ξήρανση, η κοπή ή η αλευροποίηση.

Ωστόσο, τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα είναι ευάλωτα σε έντομα, ακάρεα, μύκητες, βακτήρια και τρωκτικά. Οι προσβολές που οι παραπάνω οργανισμοί προκαλούν στα προϊόντα αφορούν τόσο στην ποσοτική όσο και στην ποιοτική υποβάθμιση τους.

Οι μετασυλλεκτικές απώλειες των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων αποδίδονται σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες που υπάρχουν στο περιβάλλον της αποθήκης. Πιο αναλυτικά, με τον όρο *βιοτικοί παράγοντες* εννοούμε παράγοντες που έχουν ζωή (βίο) όπως τα φυτά, τα ζώα, ο άνθρωπος, τα βακτήρια, οι μύκητες και όλοι οι μικροοργανισμοί. Στο περιβάλλον της αποθήκης, αναφερόμαστε στα αρθρόποδα – δηλαδή στα έντομα και ακάρεα-, τα τρωκτικά, τους μύκητες, και άλλους μικροοργανισμούς. Σε ότι αφορά τους μικροοργανισμούς, η εμφάνιση τους έχει άμεση σχέση με το επίπεδο υγρασίας που υπάρχει στον χώρο της αποθήκης. Τα αρθρόποδα είναι η πιο σημαντική ομάδα μιας και παρουσιάζει ποικίλες διατροφικές συνήθειες. Συγκεκριμένα, στα αρθρόποδα συναντάμε τα: i) φυτοφάγα, τα οποία και τρέφονται

άμεσα από το προϊόν -σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να διακρίνουμε δυο είδη εχθρών, τους πρωτεύοντες (προσβάλλουν απευθείας το ακέραιο προϊόν) και τους δευτερεύοντες (χρειάζονται ένα σπασμένο η προσβεβλημένο σπόρο για να τραφούν), ii) μυκητοφάγα, τρέφονται με μύκητες που αναπτύσσονται στην επιφάνεια των προϊόντων, iii) απορριματοφάγα, τα οποία τρέφονται με νεκρά φυτικά και ζωικά υλικά, υπολείμματα και σκόνες, και iv) αρπακτικά και παρασιτοειδή των παραπάνω αρθροπόδων. Οι *αβιοτικοί παράγοντες* είναι εκείνοι οι παράγοντες που δεν έχουν ζωή, όμως χωρίς αυτούς οι οργανισμοί του οικοσυστήματος, όπως τα φυτά, τα ζώα, ο άνθρωπος δεν θα μπορούσαν να επιβιώσουν. Στο περιβάλλον της αποθήκης αυτοί οι παράγοντες αφορούν τις ιδιότητες της αποθήκης, δηλαδή τη δομή και την κατασκευή της, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και τη σύνθεση της ατμόσφαιρας, αλλά και του ίδιου του προϊόντος, δηλαδή το είδος του, την θερμοκρασία του, την περιεκτικότητα του σε υγρασία και τις μηχανικές του ιδιότητες.

Παραδείγματος χάριν, εάν τα προϊόντα είναι προσβεβλημένα ήδη πριν από την συγκομιδή τους, τότε το μέγεθος της ζημιάς θα είναι πολύ μεγαλύτερο κατά την διάρκεια φύλαξης τους μέσα στην αποθήκη αφού θα είναι σε θέση να προσβάλουν και άλλα προϊόντα που μέχρι τότε δεν είχαν πρόβλημα. Σε ότι αφορά τα έντομα, που ανήκουν στους βιοτικούς παράγοντες, η ικανότητα πτήσης τους αλλά και γενικότερα η συμπεριφορά τους είναι ένας ακόμα παράγοντας για την ανάπτυξη μετασυσσωματικών απωλειών. Ως προς την ικανότητα πτήσης των εντόμων και εάν αυτά είναι σε θέση να πετούν σε μακρινές αποστάσεις, είναι δυνατό να μολύνουν αποθηκευμένα προϊόντα τα οποία βρίσκονται μεταξύ τους σε μια απόσταση. Σε ότι αφορά στη συμπεριφορά των εντόμων, αυτή έχει να κάνει με το είδος του εντόμου και αν αυτό προσβάλλει μόνο σπασμένους σπόρους ή ήδη προσβεβλημένους. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος μέσα στο χώρο της αποθήκης, όπως η θερμοκρασία που επικρατεί στον αποθηκευτικό χώρο και η υγρασία του περιβάλλοντος αλλά και του προϊόντος είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για την σωστή συντήρηση των προϊόντων. Την ίδια σημασία έχει και η δομή του αποθηκευτικού χώρου, αφού ο σωστός σχεδιασμός του παίζει καθοριστικό ρόλο για την σωστή συντήρηση των προϊόντων (Σταμόπουλος 1995).

Μετά την συγκομιδή τους ο μεταβολισμός των ανθεκτικών προϊόντων πέφτει σε χαμηλό επίπεδο, και κατά συνέπεια οι απώλειες των προϊόντων αυτών προκαλούνται κυρίως από μύκητες και βακτήρια, που προκαλούν ως γνωστόν, τις παρασιτικές

ασθένειες των αποθηκευμένων προϊόντων. Στους ζωντανούς οργανισμούς που προκαλούν ζημιές ανήκουν τα τρωκτικά και τα μικροσκοπικά ακάρεα. Αν και, ότι αφορά τα ακάρεα προκαλούν δευτερογενείς προσβολές στα αποθηκευμένα προϊόντα (ήδη φθορισμένα), ακόμα τρέφονται με τα σπόρια μυκήτων.

Οι εσωτερικοί παράγοντες δεν παίζουν μεγάλο ρόλο και έτσι όταν το προϊόν έχει καλή αρχικά ποιότητα και προστατεύεται από βλαβερούς εξωτερικούς παράγοντες, μπορεί να αποθηκευτεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Βέβαια, τα ευπαθή προϊόντα όπως τα κηπευτικά συνεχίζουν να έχουν έντονη μεταβολική δραστηριότητα με συνέπεια προκαλεί απώλειες, πέρα από αυτές που δημιουργούνται από τους εξωτερικούς παράγοντες.

1.2 Η φυτοπροστασία των αποθηκευμένων προϊόντων. Χημικές μέθοδοι

Η φυτοπροστασία χαρακτηρίζεται ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες της γεωργικής παραγωγής. Σκοπός της φυτοπροστασίας είναι η προστασία της φυτικής παραγωγής από τις παθήσεις των φυτών, τους παράγοντες (τόσο τους βιοτικούς όσο και τους αβιοτικούς) που προκαλούν τις παθήσεις και τις βλάβες των καλλιεργήσιμων φυτών, καθώς και τους τρόπους αντιμετώπισης τους. Ανάλογα με την κατηγορία των οργανισμών που καταπολεμούνται, τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα χωρίζονται σε: i) μυκητοκτόνα, ii) ιοκτόνα, iii) εντομοκτόνα, και iv) ζιζανιοκτόνα.

ΓΕΩΠΟΝΙΑ		
ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ		
Αντικείμενο μελέτης		Κλάδος
Παράγοντες που προκαλούν της παθήσεις και βλάβες των φυτών	α) Παθογόνοι μικροοργανισμοί (μύκητες, βακτήρια, φυτοπλάσματα, ρικέτσιες), ιοί, ιοειδή και μη παρασιτικής φύσεως παράγοντες (εδαφοκλιματικές συνθήκες)	Φυτοπαθολογία
	β) Σπερματοφύτα παράσιτα	Ζιζανιολογία

	γ) Ζωικοί εχθροί (έντομα, ακάρεα, νηματώδεις, πτηνά, θηλαστικά, μαλάκια)	Γεωργική Εντομολογία, Ζωολογία
Οι τρόποι αντιμετώπισης των παθογόνων και των εχθρών	Καταπολέμηση με χημικά και άλλα μέσα.	Φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Φυτοφαρμακευτική χημεία ή Φυτοφαρμακολογία)

Πίνακας 1. Η φυτοπαθολογία ανάλογα με το αντικείμενο μελέτης

Η περισσότερο διαδομένη μέθοδος που χρησιμοποιείται από τους αγρότες για να προστατεύσουν αποτελεσματικά την παραγωγή τους, είναι η χρήση χημικών φαρμάκων αφού αποτελεί μια αποτελεσματική και οικονομική μέθοδος απεντόμωσης. Η επιλογή του κατάλληλου εντομοκτόνου θα πρέπει να συνδυάζει τα εξής χαρακτηριστικά: i) να θανατώνει αμέσως τους εχθρούς-στόχους, ii) να μην είναι τοξικό για οργανισμούς μη-στόχους, iii) να έχει υπολειμματική διάρκεια για όσο διάστημα απαιτείται, iv) να μην ρυπαίνει το προϊόν, v) να είναι οικονομικό και vi) να προετοιμάζεται και να εφαρμόζεται εύκολα. Όμως, αν και ένα τέτοιο εντομοκτόνο που να καλύπτει ταυτόχρονα όλα τα παραπάνω κριτήρια δεν υπάρχει, παρόλα αυτά είναι απαραίτητα για την αξιολόγηση και την επιλογή των σκευασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στο χώρο της αποθήκης.

Τα φυτοφάρμακα είναι, λοιπόν, τα πλέον αποτελεσματικά και εφαρμόσιμα μέσα για την απεντόμωση των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Αυτά διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: α) τα εντομοκτόνα επαφής και β) τα καπνογόνα.

⇒ **Εντομοκτόνα Επαφής**

Τα εντομοκτόνα επαφής χρησιμοποιούνται κυρίως είτε στο χώρο της αποθήκης για την καταπολέμηση των εναπομείναντα πληθυσμών, είτε προστίθενται άμεσα στο προϊόν. Ανάλογα με την χημική τους σύνθεση ανήκουν στις εξής κατηγορίες:

- Καρβαμιδικά (όπως τα: carbaryl, proprux),
- Οργανοφωσφορικά (όπως τα: malathion, chlorpyrifos-methyl),

- Πυρεθρίνες (όπως τα: resmethrin, bioresmethrin),
- Ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων (όπως τα: methoprene, hydroprene).

Τα κύρια πλεονεκτήματα των εντομοκτόνων επαφής έναντι των καπνογόνων είναι ότι: α) μπορούν να εφαρμοστούν εύκολα από τους παραγωγούς, β) για την εφαρμογή τους δεν απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις και κατάλληλοι αποθηκευτικοί χώροι, γ) δεν είναι τόσο επικίνδυνα όσο τα καπνογόνα, και δ) έχουν μακρά υπολειμματική δράση, δηλαδή μακροχρόνια προστασία σε αντίθεση με τα καπνογόνα που η δράση τους περιορίζεται σε μερικά 24ώρα από την ώρα εφαρμογής τους και τα προϊόντα είναι και πάλι ευάλωτα σε επαναμολύνσεις. Ωστόσο, τα εντομοκτόνα επαφής έχουν και μειονεκτήματα, όπως: α) όχι άμεσο και καθολικό αποτέλεσμα στην καταπολέμηση της προσβολής -αυτό οφείλεται στο ότι τα εντομοκτόνα δεν σκοτώνουν την κρυμμένη προσβολή, π.χ. τα ωά που υπάρχουν μέσα στον σπόρο, όπως κάνουν τα καπνογόνα- και β) παρά το γεγονός ότι τα εντομοκτόνα χρησιμοποιούνται πάνω στη μάζα των σπόρων και εφαρμόζονται σε δόσεις κάτω από ανεκτά όρια υπολειμμάτων, αφήνουν κάποια υπολείμματα πάνω στους σπόρους κάτι που δεν συμβαίνει με τα καπνογόνα που αφήνουν ελάχιστα ή σχεδόν καθόλου.

Σημαντικότεροι παράγοντες για την ύπαρξη των υπολειμμάτων είναι οι υψηλές θερμοκρασίες και η μεγάλη υγρασία του προϊόντος. Αποτέλεσμα της υπολειμματικής δραστηριότητας των εντομοκτόνων, είναι η παρεχόμενη από αυτά προστασία στους σπόρους. Όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κρατάει η υπολειμματική δραστηριότητα, τόσο μεγαλύτερο είναι και το διάστημα προστασίας. Όμως, πέρα από τη δόση των εντομοκτόνων, την υγρασία των σπόρων και τη θερμοκρασία αποθήκευσης, το πιο σημαντικό ρόλο στην υπολειμματική δραστηριότητα έχει το ίδιο το εντομοκτόνο. Έτσι, κάτω από τις ίδιες συνθήκες -δηλαδή, θερμοκρασία, υγρασία, δόση- διαφορετικά εντομοκτόνα παρέχουν διαφορετικά χρονικά διαστήματα προστασίας.

Η εφαρμογή των εντομοκτόνων γίνεται με ψεκασμό ή με σκόνισμα, εξαρτάται από τη μορφή του σκευάσματος. Ο ψεκασμός πραγματοποιείται σε όλη τη μάζα των σπόρων κατά την αποθήκευσή τους, ενώ στις μεγάλες αποθήκες τη στιγμή που μεταφέρεται το προϊόν στις αποθήκες για να αποθηκευθεί

ψεκάζεται σε όλη του τη μάζα από ένα ψεκάστήρα, ο οποίος είναι ανάλογα ρυθμισμένος ώστε να ρίχνει την ανάλογη ποσότητα φαρμάκου. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται και η εφαρμογή του εντομοκτόνου όταν αυτό είναι σε μορφή σκόνης, δηλαδή της ανάλογης ποσότητας σκόνης στην αντίστοιχη ποσότητα προϊόντος. Ο τρόπος δράσης των εντομοκτόνων είναι τριών ειδών, κυρίως είναι μέσω της επαφής αλλά γίνεται και μέσω του στομάχου και μέσω ατμών.

Τα πιο γνωστά εντομοκτόνα επαφής που χρησιμοποιήθηκαν παλαιότερα είναι το D.D.T., το CHLORDANE, το LINDANE και το DICHLORVOS για τον ψεκάσμό των αποθηκών, και το MALATHION και οι πυρεθρίνες φυτικής προελεύσεως για επέμβαση πάνω στους σπόρους. Στις μέρες μας, χρησιμοποιούνται νέα εντομοκτόνα, όπως το οργανοφωσφορικό PIRIMIPHOS-METHYL (ACTELLIC) και το συνθετικό πυρεθροειδές DELTAMETHRIN (K-OTHRINE), όπου και τα δύο εφαρμόζονται τόσο στις αποθήκες όσο και στην κάλυψη των σπόρων.

Το πρόβλημα με τα εντομοκτόνα επαφής είναι η ανεκτικότητα που εμφανίζεται από τα έντομα απέναντι σε αυτά, κάτι που δεν συμβαίνει με τα καπνογόνα. Συνέπεια αυτού του προβλήματος, ήταν ο περιορισμός χρήσης ορισμένων εντομοκτόνων όπως του LINDANE. Σε ότι αφορά το MALATHION, το οποίο εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα ευρέως, η ανθεκτικότητα των εντόμων απέναντι σε αυτό είχε σαν αποτέλεσμα στην εξάπλωση των προσβολών των παρασίτων των αποθηκών σε παγκόσμια κλίμακα. Για τον λόγο αυτό κρίθηκε αναγκαία η αντικατάσταση του MALATHION αλλά και άλλων εντομοκτόνων από άλλα εντομοκτόνα στα οποία τα έντομα μέχρι στιγμής δεν έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα, όπως το ACTELLIC και το K-OTHRINE.

⇒ **Καπνιστικά Εντομοκτόνα**

Τα καπνιστικά εντομοκτόνα είναι χημικές ενώσεις οι οποίες επενεργούν τοξικά με ατμούς πάνω στα παράσιτα που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα. Τα καπνιστικά εντομοκτόνα διεισδύουν σε θέσεις όπου δεν μπορεί να εφαρμοστεί καμία μέθοδος καταπολέμησης, γι' αυτό η εφαρμογή της πρέπει να γίνεται με πολύ μεγάλη προσοχή και από ειδικευμένο προσωπικό για την αποφυγή ατυχημάτων.

Το πλεονέκτημα που παρουσιάζουν τα καπνιστικά εντομοκτόνα είναι ότι μπορούν να σκοτώνουν τα έντομα οπουδήποτε βρίσκονται αυτά στο χώμα, και, επομένως, δεν παρίσταται ανάγκη να έρθουν σε άμεση επαφή μαζί τους, όπως συμβαίνει με τα εντομοκτόνα επαφής. Αντίθετα, το μειονέκτημα τους είναι ότι είναι πολύ δηλητηριώδη για τον άνθρωπο και για το λόγο αυτό η χρήση τους υπόκειται σε διάφορους περιορισμούς. Ένα άλλο πρόβλημα των καπνογόνων είναι αυτό του κινδύνου της ανάφλεξης. Ωστόσο, αυτό δεν απόλυτο, αφού για να προκληθεί έκρηξη θα πρέπει η συγκέντρωση των ατμών του καπνογόνου να φτάσει σε μια οριακή τιμή. Για παράδειγμα, το HCN έχει κατώτερο όριο εκρήξεως συγκέντρωσης καπνών 6% κατ' όγκο ενώ στην πράξη των απεντομώσεων χρησιμοποιείται στο 1.5% κατ' όγκο. Δηλαδή αρκετά χαμηλά από το κατώτερο όριο έκρηξης. Αντίθετα, ο CS₂ και το οξείδιο του αιθυλενίου που χρησιμοποιούνται στην πράξη των απεντομώσεων σε συγκεντρώσεις που ξεπερνούν (CS₂) ή πλησιάζουν (οξειδ. αιθυλενίου) το κατώτερο όριο έκρηξης, πρέπει να θεωρούνται επικίνδυνα απ' αυτή την πλευρά.

Σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχή απεντόμωση με τα καπνιστικά εντομοκτόνα είναι η στεγανότητα της αποθήκης. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία ώστε ο χώρος να είναι απαλλαγμένος από τα διάφορα ανοίγματα και ρωγμές, όπως επίσης, οι πόρτες και τα παράθυρα να κλείνουν όσο το δυνατόν περισσότερο ερμητικά. Αν οι παραπάνω προδιαγραφές δεν εφαρμοστούν,, τότε θα έχουμε διαφυγή των ατμών του εντομοκτόνου και άρα να μην μπορούμε να πετύχουμε τη θανατηφόρα συγκέντρωση των ατμών που απαιτείται για τα έντομα.

Η διείσδυση των καπνιστικών ατμών στο σώμα των εντόμων γίνεται κυρίως μέσω του αναπνευστικού συστήματος και σε δεύτερο βαθμό μέσω του χιτίνιου περιβλήματος τους, προσβάλλοντας έτσι το νευρικό και το αναπνευστικό σύστημα τους προκαλώντας το θάνατο τους. Κάθε παράγοντας που επιδρά στο άνοιγμα ή στο κλείσιμο των αναπνευστικών πόρων, όπως και πάνω στη συχνότητα των αναπνευστικών κινήσεων, θεωρητικά επηρεάζει το παρασιτοκτόνο αποτέλεσμα. Παραδείγματος χάριν, είδη όπως το *Sitophilus granarius* που εμφανίζει ένα περιορισμό στη συχνότητα των αναπνευστικών κινήσεων, εμφανίζει μεγάλη ανθεκτικότητα σε χαμηλές συγκεντρώσεις HCN. Έντομα που βρίσκονται σε

κατάσταση νεκροφάνειας, ως συνέπεια χαμηλής συγκέντρωσης HCN, επανέρχονται γρήγορα. Η ευαισθησία των εντόμων στα καπνιστικά εντομοκτόνα εξαρτάται από α) το είδος του εντόμου και β) από το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται.

Στη δράση με ατμούς καπνιστικών εντομοκτόνων, το θανατηφόρο αποτέλεσμα εξαρτάται από την ποσότητα των τοξικών ατμών που εισέρχονται στο σώμα του εντόμου. Συγκεκριμένα, η ποσότητα αυτή είναι συνάρτηση δυο παραγόντων: i) της συγκέντρωσης τοξικών ατμών στο χώρο που θα βρεθεί το έντομο, και ii) του χρόνου έκθεσης του εντόμου στους τοξικούς ατμούς. Αυξομειώνοντας τους δυο αυτούς παράγοντες, θεωρητικά θα έχουμε το ίδιο τοξικό αποτέλεσμα².

Ως προς την εφαρμογή των φαρμάκων των καπνιστικών εντομοκτόνων, αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους, όπως σε ειδικούς αεροστεγείς θαλάμους -όπου απαιτούνται ειδικές συσκευές-αντλίες για την εξαέρωση, ανάδευση, κυκλοφορία και απομάκρυνση του εντομοκτόνου-, με τη χρήση ειδικών πλαστικών αδιαπέραστων καλυμμάτων -με τον τρόπο αυτό γίνονται απεντομώσεις μέσα σε πλοία, στο ύπαιθρο αλλά και σε κτίρια- και με τη μορφή δισκίων -τα δισκία τοποθετούνται στο σωρό του προϊόντος, σε διάφορα βάθη με τη βοήθεια ειδικών σωλήνων. Τέλος, καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν όταν χρησιμοποιούμε θαλάμους υπό κενό και αυτό γιατί τότε επιτυγχάνουμε: α) ταχεία εξάτμιση του καπνογόνου, β) ταχεία εξίσωση της συγκέντρωσης των ατμών, γ) ταχεία κυκλοφορία των ατμών, δ) διείσδυση των ατμών εντός συμπαγών εμπορευμάτων, ε) επιτάχυνση της εργασίας απεντόμωσης, στ) μείωση των κινδύνων του προσωπικού, ζ) μείωση των δόσεων που είναι αναγκαίες, και η) ισχυρή και ταχεία έκπλυση των προϊόντων.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων είναι: i) η θερμοκρασία, όπου αύξηση της θερμοκρασίας ισοδυναμεί

² Σύμφωνα με τον νόμο του HABER, σε δεδομένη θερμοκρασία το θανατηφόρο αποτέλεσμα ενός καπνογόνου σε δεδομένο έντομο παραμένει σταθερό, αν το γινόμενο της συγκέντρωσης (gr/m^3) επί το χρόνο έκθεσης σε ώρες παραμείνει επίσης σταθερό, δηλαδή $C * T = K$, όπου C = συγκέντρωση ατμών σε γραμμάρια (gr), T = χρόνος σε ώρες (h), και K = σταθερά τοξικότητας σε γραμμώρες. Αν αυξηθεί η θερμοκρασία μειώνεται το θανατηφόρο αποτέλεσμα. Αποκλίσεις στον νόμο του HABER παρουσιάζονται σε υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες.

με μείωση της δραστηριότητας, ii) η σχετική υγρασία, αφού αδρανοποιεί τη δράση των σκονών επίπασης, iii) οι εργασίες για τον καθαρισμό της αποθήκης, αφού με αυτό τον τρόπο η χρήση εντομοκτόνων δεν είναι απαραίτητη, iv) οι χημικές και φυσικές ιδιότητες των εντομοκτόνων, v) η διαθεσιμότητα των εντομοκτόνων ουσιών, αφού η κάλυψη των ψεκασμένων επιφανειών από σκόνη, υπολείμματα κ.α. εμποδίζει τη δράση των εντομοκτόνων, vi) η φύση των ψεκαζόμενων επιφανειών, μιας και ορισμένα υλικά διασπούν γρήγορα τη δραστική ουσία, και, τέλος, vii) η συχνή χρήση ίδιας ουσίας, η οποία μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα ανθεκτικότητας στα έντομα από τη συχνή χρήση της.

⇒ Παθογόνοι Μικροοργανισμοί και Χημική Καταπολέμηση

Μεγάλος αριθμός χημικών ουσιών χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση παθογόνων που προκαλούν μετασυσπαστικές ασθένειες σε οπωροκρηπυτικά (Πίνακας 1). Η χρήση τους υπόκειται σε περιορισμούς που ορίζει η νομοθεσία κάθε χώρας, ώστε να αποφεύγεται η παρουσία υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε προϊόντα. Η συγκέντρωση των ανεκτών υπολειμμάτων εξαρτάται από τη συγκέντρωση της δραστικής ουσίας, από το χρόνο της εφαρμογής, από το χρόνο αποθήκευσης, από τη μορφή στην οποία εφαρμόζεται η δραστική ουσία και από το προϊόν.

Δραστική Ουσία	Παθογόνο
2-aminobutane	<i>Colletotrichum, Penicillium, Monilia</i>
Benomyl	<i>Penicillium, Sclerotinia, Botrytis</i>
Biphenil	<i>Penicillium, Diplodia</i>
Captan	<i>Botyrtis, Sclerotinia</i>
Carbendazim	<i>Colletotrichum, Penicillium, Sclerotinia, Botrytis κ.α.</i>
dichlorofluanid	<i>Botrytis</i>
Dichloran	<i>Botrytis, Rhizopus</i>
Etaconazole	<i>Geotrichum, Alternaria, Colletotrichum, Penicillium</i>
Guazatine	<i>Geotrichum, Penicillium</i>
Imazalil	<i>Alternaria, Penicillium</i>
Iprodione	<i>Botrytis, Rhizopus, Colletotrichum, Gloeosporium, Monilia</i>
lime sulfur	<i>Sclerotinia</i>
Mancozeb	<i>Pythium, Phytophthora</i>
Maneb	<i>Pythium, Phytophthora</i>
Metalaxyl	<i>Phytophthora</i>
Nitrogen	<i>Penicillium</i>
o-phenilphenol	<i>Penicillium, βακτήρια</i>
Prochloraz	<i>Penicillium, Alternaria</i>

Propionazole	<i>Penicillium, Alternaria, Colletotrichum, Geotrichum</i>
sodium carbonate	<i>Penicillium</i>
sodium o-phenylphenate	<i>Penicillium, βακτήρια</i>
sorbic acid	<i>Alternaria, Cladosporium</i>
sulphur dioxide	<i>Botrytis</i>
Thiabendazole	<i>Penicillium, Colletotrichum, Botrytis, Sclerotinia</i>
Thiram	<i>Botrytis, Cladosporium</i>
Thioacetamid	<i>Diplodia</i>
Ziram	<i>Alternaria</i>
Thiram	<i>Botrytis, Cladosporium</i>
Thioacetamid	<i>Diplodia</i>
Ziram	<i>Alternaria</i>

Πίνακας 2. Ουσίες που συνιστώνται για μετασυλλεκτική χρήση για τον έλεγχο ασθενειών σπυροκρηπυτικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Βιολογικοί Τρόποι Αντιμετώπισης των Εχθρών και Ασθενειών των Αποθηκευμένων Προϊόντων

2.1 Βιολογική Καταπολέμηση – Εισαγωγικά Στοιχεία

Κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, παρατηρείται μια αποστροφή στην χρήση χημικών μεθόδων που χρησιμοποιούντουσαν παραδοσιακά για την καταπολέμηση των εχθρών και ασθενειών των γεωργικών προϊόντων και μια ανάγκη για την ανακάλυψη νέων εναλλακτικών μεθόδων που θα αντικαταστήσουν τις παραπάνω. Η αλλαγή αυτή οφείλεται τόσο στην συνειδητοποίηση των επιπτώσεων που έχει η χρήση των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία, όσο και την ανάγκη των ίδιων των παρασίτων η οποία εκδηλώνεται μέσα από την ανθεκτικότητα τους απέναντι σε αυτά (Landis and Orr 2009). Το 1995 σε μια έκθεση του Γραφείου Αξιολόγησης Τεχνολογίας (Office Technology Assessment) του Αμερικανικού Κογκρέσου, έδειξε ότι οι τεχνολογίες που βασίζονται στην βιολογία, όπως η βιολογική καταπολέμηση, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ευρέως ως μια εναλλακτική μέθοδος για την αντιμετώπιση των εχθρών των γεωργικών προϊόντων (U.S. Congress, OTA 1995). Ιστορικά, η χρήση φυσικών εχθρών για την μείωση των επιπτώσεων των παρασίτων έχει τις ρίζες της στην αρχαία Κίνα. Πιο συγκεκριμένα, οι αρχαίοι Κινέζοι είχαν παρατηρήσει ότι τα μυρμηγκία ήταν ένα αποτελεσματικό αρπακτικό ενάντια στους εχθρούς των εσπεριδοειδών, αυξάνοντας τον πληθυσμό και μεταφέροντας τις φωλιές τους στα περιβόλια των εσπεριδοειδών (Landis and Orr 2009).

Η βιολογική καταπολέμηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εχθρών πολλών καλλιεργειών. Η εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης των εντόμων πραγματοποιείται με την χρησιμοποίηση ή αξιοποίηση άλλων ζωντανών οργανισμών, φυσικών τους εχθρών ή παθογόνων τους. Το κύριο πλεονέκτημα της, είναι ότι στις περισσότερες περιπτώσεις είναι τοξικολογικά ασφαλείς (Gwinner et al. 1996). Σε ότι αφορά την εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης στο περιβάλλον των αποθηκευμένων γεωργικών,

προϊόντων είναι πολύ περιορισμένη παγκοσμίως. Αιτία αυτού του περιορισμού είναι κάποιες ιδιαιτερότητες των παραπάνω παραγόντων μέσα στους χώρους αποθήκευσης. Συγκεκριμένα:

- Τα ωφέλιμα έντομα που υπάρχουν στις αποθήκες αποτελούν ρυπαντές του αποθηκευμένου προϊόντος αφού το ρυπαίνουν με τα νεκρά σώματα τους αλλά και τμήματα τους σώματος τους,
- στις φυσικές συνθήκες της αποθήκης, οι φυσικοί εχθροί αναπτύσσουν μεγάλους πληθυσμούς και επιτυγχάνουν πληθυσμιακή μείωση του ξενιστή ή του θηράματος τους γιατί η προσβολή έχει προχωρήσει με αποτέλεσμα να υπάρχει απώλεια στην παραγωγή,
- η χρήση ισχυρών καπνιστικών εντομοκτόνων, όπως είναι το βρωμιούχο μεθύλιο ή οι φωσφίνες, αντιμετωπίζουν σε ικανοποιητικό βαθμό τους εν λόγω εχθρούς, και,
- το μηδενικό όριο ανεκτικότητας στην παρουσία εντόμων που ισχύει για πολλά έντομα αποθηκών απαιτεί επέμβαση με άμεσο αποτέλεσμα, κάτι που καθιστά απαγορευτική τη χρήση βιολογικών τρόπων καταπολέμησης.

Την τελευταία δεκαετία όμως πολλοί ερευνητές κυρίως στην Αμερική και στην Κεντρική Ευρώπη, εστίασαν στις βιολογικές μεθόδους για την αντιμετώπιση των εντόμων αποθηκών. Αίτια αυτής της στροφής αποτέλεσαν τα ακόλουθα:

- Η ανακάλυψη ότι η χρήση των φωσφίνων και του βρωμιούχου μεθυλίου, κρύβει πολλούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Το βρωμιούχο μεθύλιο, το οποίο μέχρι πρόσφατα χαρακτηριζόταν ως ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό εντομοκτόνο, φαίνεται ότι είναι καταστρεπτικό για το στρώμα του όζοντος και για τον λόγο αυτό πλέον βρίσκεται σε σημείο σημαντικού περιορισμού του ή κατάργησης του,
- η χρήση άλλων εντομοκτόνων, όπως τα οργανοφωσφορικά, φαίνεται ότι δεν είναι αποτελεσματική λόγω ανάπτυξεως ανθεκτικότητας από πολλούς εχθρούς, όπως το malathion και η φωσφίνη, και ο σημαντικός κίνδυνος ύπαρξης υπολειμμάτων από την χρήση φαρμάκων,
- το περιβάλλον της αποθήκης αποτελεί ένα κλειστό προστατευμένο περιβάλλον το οποίο είναι τέλειο για την ανάπτυξη των ωφέλιμων αυτών

εντόμων, μιας και τα προστατεύει από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες, όπως η βροχή, ο αέρας, οι ακραίες θερμοκρασίες, και

- η βιολογική καταπολέμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους προστασίας των αποθηκευμένων προϊόντων, όπως η χρήση χαμηλών θερμοκρασιών, παγίδων κ.α.

Η εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, μπορεί να επιφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα όταν εφαρμοσθεί σε μια άδεια αποθήκη πριν την είσοδο των προϊόντων σε αυτή, και αυτό για να μειωθούν οι πληθυσμοί των επιβλαβών εντόμων που μπορούμε να συναντήσουμε στα υπολείμματα των προϊόντων ή στα διάφορα σημεία που πηγαίνουν και κρύβονται (όπως οι ρωγμές στα δάπεδα). Επίσης, καλό θα ήταν η εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου να αφορά προϊόντα τα οποία δεν προορίζονται για ανθρώπινη χρήση αλλά και σε προϊόντα τα οποία καθορίζονται πριν την συσκευασία τους. Τέλος, θα ήταν καλύτερο να εφαρμοσθεί σε χώρους που προορίζονται για συσκευασμένα γεωργικά προϊόντα και αμέσως μετά την είσοδο του προϊόντος και πριν αναπτυχθούν οι πληθυσμοί των ξενιστών ή θηραμάτων.

Η βιολογική καταπολέμηση δεν στοχεύει στην ολική εξόντωση του πληθυσμού των εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα αγροτικά προϊόντα, αλλά τη μείωση τους σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι σε ανεκτά οικονομικά επίπεδα. Δηλαδή, η βιολογική καταπολέμηση είναι μια μέθοδος που αφορά περισσότερο στον έλεγχο του πληθυσμού των επικίνδυνων εχθρών του αγροτικού προϊόντος που προκαλεί μεγάλη οικονομική ζημία.

Τα είδη που χρησιμοποιούνται ως παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης είναι: οι παθογόνοι οργανισμοί (ιοί, μύκητες, βακτήρια, πρωτόζωα), τα έντομα (αρπακτικά και παρασιτοειδή), και τα ακάρεα.

Τα πλεονεκτήματα τη βιολογικής καταπολέμησης των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, μέσω των φυσικών εχθρών τους έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους που χρησιμοποιούντουσαν μέχρι τώρα. Οι φυσικοί εχθροί δεν αφήνουν επιβλαβή κατάλοιπα πάνω στα προϊόντα στα οποία εφαρμόζονται, εν αντιθέσει με τις χημικές μεθόδους. Ο τρόπος δράσης τους βασίζεται στον πολλαπλασιασμό αυτών χρησιμοποιώντας τους

ξενιστές τους αλλά και τις κατάλληλες περιβαλλοντολογικές συνθήκες μέσα στο χώρο της αποθήκης. Επίσης, η εφαρμογή των φυσικών εχθρών μπορεί να αφορά μια μικρή περιοχή που έχει πληγεί, και όχι μια ευρύτερη όπως συμβαίνει με την χημική μέθοδο. Οι φυσικοί εχθροί έχουν την ικανότητα να αναπτυχθούν, βρουν και επιτεθούν στα έντομα που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα ακόμα και αν αυτά βρίσκονται είτε στις ρωγμές τους πατώματος είτε βαθιά μέσα στον καρπό. Ένα ακόμα πλεονέκτημα των φυσικών εχθρών (αρπακτικών και παρασιτοειδών) είναι ότι είναι πολύ μικρά σε μέγεθος, ο κύκλος ζωής τους είναι σύντομος και η αναπαραγωγική ικανότητα τους αρκετά υψηλή. Στην περίπτωση που θα πρέπει να αφαιρεθούν από τους καρπούς πριν από την επεξεργασία τους, αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί εύκολα μέσω μια συνήθους διαδικασίας καθαρισμού. Το περιβάλλον της αποθήκης είναι γενικά φιλικό απέναντι στην μέθοδο της βιολογικής καταπολέμησης. Οι συνθήκες που επικρατούν σε αυτό είναι τέτοιες που επιτρέπουν την ανάπτυξη αυτών οργανισμών και ταυτόχρονα τα εμποδίζουν ώστε να μη φύγουν από αυτό. Μια ακόμα σημαντική ιδιότητα που έχουν, αφορά στην ανθεκτικότητα τους απέναντι στους ξενιστές. Όπως είναι γνωστό, πολλά από τα έντομα που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα με την πάροδο του χρόνου ανέπτυσαν ανθεκτικότητα απέναντι σε αυτά και συνέχιζαν να προσβάλλουν τα προϊόντα. Στην περίπτωση των φυσικών εχθρών, επειδή αυτοί αναπτύσσονται μαζί με τους ξενιστές τους είναι πιθανό να ξεπεράσουν την αντίσταση του ξενιστή και έτσι να μην παρουσιάσουν καθόλου ανθεκτικότητα απέναντι σε αυτά ή να αναπτυχθεί πολύ αργά. Όσον αφορά τα παθογόνα, αυτά είναι επίσης συμβατά με τα ωφέλιμα έντομα και μπορούν να εξαπλωθούν μέσω της δραστηριότητας των παρασιτικών εντόμων. Τέλος, τα παθογόνα μπορούν να αποθηκευτούν για περισσότερο χρόνο σε σχέση με τα παρασιτοειδή (Flinn και Schöller 2012).

Παρόλα αυτά, η εφαρμογή της βιολογική καταπολέμησης ενάντια στους εχθρούς των αποθηκευμένων αγροτικών προϊόντων έχει και μειονεκτήματα. Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι απαιτεί περισσότερες πληροφορίες και περισσότερο χρόνο για την εφαρμογή σε σύγκριση με τις χημικές μεθόδους. Ο συγχρονισμός της απελευθέρωσης των μικροοργανισμών αυτών είναι επίσης ένα ιδιαίτερο και σημαντικό σημείο της βιολογικής καταπολέμησης ώστε να

είναι επιτυχής. Συγκεκριμένα, θα πρέπει η απελευθέρωση των μικροοργανισμών αυτών να γίνει σχετικά νωρίς ώστε τα νέα παρασιτοειδή να είναι πολλά και με αυτό τον τρόπο να εμποδίσουν τον κύκλο ανάπτυξης των εντόμων-εχθρών. Τυχόν καθυστέρηση, θα έχει σαν αποτέλεσμα την ανάγκη απελευθέρωσης περισσότερων παρασιτοειδών ώστε να προστατέψουν το προϊόν. Έτσι, η έγκαιρη εφαρμογή αυτών των μικροοργανισμών αποτελεί σημαντικό στοιχείο ώστε η βιολογική καταπολέμηση να είναι μια επιτυχημένη μέθοδος. Ο σωστός σχεδιασμός για την εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο για το πόσο πετυχημένη θα είναι η εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Ο λόγος που ο σωστός σχεδιασμός έχει ιδιαίτερη σημασία είναι ότι πολύ φυσικοί εχθροί είναι ξενιστές συγκεκριμένων εντόμων και άρα θα πρέπει να έχει γίνει από πριν αντιληπτό το είδος του εντόμου που δημιουργεί το πρόβλημα στα αποθηκευμένα προϊόντα πριν απελευθερωθεί το συγκεκριμένο παρασιτοειδές ή αρπακτικό (Flinn και Schöller 2012).

2.2 Τα 'ιδεώδη' χαρακτηριστικά των φυσικών εχθρών των εντόμων των αποθηκών

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της βιολογικής καταπολέμησης των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η χρήση των φυσικών εχθρών έναντι των εχθρών που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί παρασιτοειδή, αρπακτικά και παθογόνους μικροοργανισμούς που είναι ικανοί να διατηρήσουν τον πληθυσμό των εντόμων και των ασθενειών που προσβάλλουν σε χαμηλότερα επίπεδα. Οι φυσικοί εχθροί για να θεωρηθούν αποτελεσματικοί θα πρέπει να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό,
- ικανότητα για αναζήτηση και εντοπισμό του εντόμου στόχου,
- εξειδίκευση για τον ξενιστή,
- συγχρονισμός φαινολογικής εξέλιξης του πληθυσμού του με αυτόν του εντόμου στόχου,
- ικανότητα μετακίνησης και διασποράς,
- ευκολία χειρισμού και συνδυαστικότητα με καλλιεργητικές πρακτικές,
- αποτελεσματικότητα σε παρόμοιες κλιματολογικές αλλαγές.

Αναλυτικά, η υψηλή αναπαραγωγική ικανότητα ενός φυσικού εχθρού είναι πολύ επιθυμητή γιατί έχει σαν αποτέλεσμα τη γρήγορη εγκατάσταση του και τον πολλαπλασιασμό του πληθυσμού του. Οι φυσικοί εχθροί που χαρακτηρίζονται ως 'r-strategists' θεωρούνται ως οι περισσότερο αποτελεσματικοί βιολογικοί παράγοντες παρά το γεγονός ότι μπορούν να διαθέτουν μικρότερη ικανότητα αναζήτησης του ξενιστή τους.

Η ικανότητα αναζήτησης του ξενιστή-στόχου από το φυσικό εχθρό είναι καθοριστικής σημασίας, αφού ο στόχος των φυσικών εχθρών είναι η μείωση του πληθυσμού του εντόμου-εχθρού και η διατήρηση του σε χαμηλά επίπεδα που δεν θα προκαλούν οικονομική ζημία. Συνεπώς, τα έντομα θα πρέπει να διαθέτουν υψηλή ικανότητα αναζήτησης τους ξενιστή τους.

Στα μέχρι τώρα πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί για την αντιμετώπιση των εντόμων-εχθρών στο πλαίσιο της βιολογικής καταπολέμησης, οι φυσικοί εχθροί που χρησιμοποιήθηκαν ήταν εξειδικευμένοι για την αντιμετώπιση τους. Η εξειδίκευση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι ο εισαγόμενος φυσικός εχθρός θα ενεργήσει με τον σωστό τρόπο για την μείωση του πληθυσμού του ξενιστή.

Ο συγχρονισμός μεταξύ του φυσικού εχθρού και του εντόμου-εχθρού έχει ιδιαίτερη σημασία για τον έγκαιρο τρόπο αντιμετώπισης της προσβολής του προϊόντος. Ωστόσο, σε περίπτωση που ο συγχρονισμός αυτός δεν είναι εφικτός, μια λύση είναι να χρησιμοποιηθεί ένας εναλλακτικός ξενιστής ο οποίος θα βοηθήσει τον φυσικό εχθρό να επιβιώσει.

Η ικανότητα της μετακίνησης και διασποράς είναι ιδιαίτερα σημαντική τόσο για τα αρπακτικά όσο και για τα παρασιτοειδή ώστε να μπορούν να εντοπίσουν κάποιες μεμονωμένες εστίες μόλυνσης με τον αναπτυσσόμενο πληθυσμό του εχθρού-εντόμου.

Μια άλλη ιδιαιτερότητα στη χρήση των βιολογικών παραγόντων όταν αυτοί χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της βιολογικής καταπολέμησης, είναι ότι θα πρέπει να υπάρχει και ένα εύκολο σύστημα μαζικής παραγωγής αλλά και ένας τρόπος χειρισμού κατά τα στάδια μεταφοράς και εξαπόλυσης των παραγόντων αυτών.

Τέλος, σημαντικό ρόλο για την επιτυχία ενός βιολογικού παράγοντα που χρησιμοποιείται σε μια συγκεκριμένη περιοχή παίζει ο τόπος προέλευσης, αφού

μελέτες έχουν δείξει ότι σε πολλές περιπτώσεις επιτυχούς βιολογικής καταπολέμησης οι βιολογικοί παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονταν από περιοχές που είχαν παρόμοιο κλίμα με αυτές της εισαγωγής της εγκατάστασης.

2.3 Φυσικοί εχθροί εντόμων αποθηκών

Κάθε ζωντανός οργανισμός έχει φυσικούς εχθρούς ή ασθένειες κάτι που είναι αναγκαίο ώστε να υπάρχει ισορροπία στον πληθυσμό τους. Η βιολογική καταπολέμηση βασίζεται πάνω σε αυτή την αρχή και κάνει χρήση τέτοιων 'εχθρών', ενάντια στα έντομα που προσβάλλουν τα αγροτικά προϊόντα (Gwinper et al. 1996). Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί (βακτήρια, ιοί, μύκητες, νηματώδεις), τα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή χαρακτηρίζονται ως πολλά υποσχόμενοι φυσικοί εχθροί των εντόμων των αποθηκών.

2.3.1 Τα αρπακτικά

Τα αρπακτικά είναι κυρίως έντομα ή άλλοι οργανισμοί του ζωικού βασιλείου, τα οποία ζουν ελεύθερα καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους. Ένας μεγάλος αριθμός αρπακτικών τρέφεται επί των εντόμων-εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, αλλά τα περισσότερα δεν φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο των πληθυσμών των θηραμάτων τους (Brower et al. 1996). Τα αρπακτικά έντομα κατά την ανάπτυξη τους προσβάλλουν και τρώνε περισσότερα από ένα άτομα από τη λεία τους. Κάποια από τα χαρακτηριστικά τους είναι ότι είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από τη λεία τους, σκοτώνουν και τρώνε περισσότερα από ένα άτομα της λείας τους, προσβάλλουν όλα τα στάδια ανάπτυξης της λείας τους και τέλος, τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά μπορεί να είναι θηρευτές. Τα αρπακτικά έντομα διακρίνονται σε Ημίπτερα και Κολεόπτερα.

⇒ Ημίπτερα

Το *Xylocoris flavipes* (Anthocoridae) αποτελεί το περισσότερο μελετημένο ημίπτερο αρπακτικό στις αποθήκες και το οποίο τρέφεται από μια ευρεία ποικιλία ξενιστών (Arbogast 1978). Ήδη από την δεκαετία του 1970 υπήρχαν μελέτες σχετικά με αυτό οι οποίες μελετούσαν την βιολογία αυτού και κατέληγαν στο συμπέρασμα ότι αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό φυσικό εχθρό (Arbogast et al. 1971; Arbogast 1976 and 1978). Με την πάροδο των ετών υπήρξαν και άλλες μελέτες που εξέταζαν

το παραπάνω αρπακτικό και οι οποίες έδειχναν ότι το *Xylocoris flavipes* είναι ένα πολυφάγο αρπακτικό το οποίο μπορεί να τραφεί επί των ατελών σταδίων πολλών Κολεοπτέρων και Λεπιδοτέρων (Le Cato and Arbogast 1979).

⇒ **Κολεόπτερα**

Όμως και ένας σημαντικός αριθμός αρπακτικών Κολεοπτέρων έχει βρεθεί στο χώρο των αποθηκών. Τα κολεόπτερα είναι δυο κατηγοριών, είτε είναι προαιρετικά αρπακτικά και μπορεί να προσβάλλουν το προϊόν σε περίπτωση απουσίας του θηράματος, είτε είναι υποχρεωτικά αρπακτικά όπως τα αυτά που ανήκουν στις οικογένειες των *Histeridae* και *Cleridae*. Ιδιαίτερη σημασία έχει το κολεόπτερο *Teretriusoma nigrescens* (που ανήκει στην οικογένεια *Histeridae*) το οποίο αποτελεί σημαντικό φυσικό εχθρό του *Prostephanus truncatus* που είναι ένας σοβαρός εχθρός των σιτηρών και ιδιαίτερα στις Αφρικανικές χώρες (Rees 1987). Ωστόσο, με εξαίρεση το *Teretriusoma nigrescens*, σε ότι αφορά τα αρπακτικά Κολεόπτερα αποθηκών δεν έχει υπάρξει μέχρι σήμερα σημαντική έρευνα.

2.3.2 Τα παρασιτοειδή

Παρασιτοειδές θεωρείται ένα έντομο το οποίο έχει συνήθως το ίδιο μέγεθος με τον ξενιστή του και χρειάζεται ένα μόνο ξενιστή για την συμπλήρωση της ανάπτυξης του, τον οποίο και στο τέλος θανατώνει. Συνήθως το ελεύθερο θηλυκό ενήλικο παρασιτοειδές είναι αυτό που εντοπίζει τον ξενιστή και ωτοκοί τα αυγά του είτε μέσα στο σώμα του ξενιστή είτε στο περιβάλλον που βρίσκεται γύρω του.

Η ταξινόμηση των παρασιτοειδών μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, ένας από αυτούς είναι με την χρήση του εύρους των ξενιστών που παρασιτούν. Έτσι, τα παρασιτοειδή έντομα διακρίνονται σε μονοφάγα, ολιγοφάγα και πολυφάγα. Τα μονοφάγα είδη παρασιτοειδών παρασιτούν μόνο ένα είδος ξενιστή, ενώ τα ολιγοφάγα περιορίζονται μόνο σε στενά συγγενικά είδη ξενιστών. Τα πολυφάγα είδη παρασιτοειδών παρασιτούν είδη ξενιστών που δεν είναι συγγενή (Godfray et al. 1988).

Σε ότι αφορά το αφόρα το περιβάλλον της αποθήκης, και τον τρόπο με τον οποίο τα παρασιτοειδή επιδρούν στους ξενιστές τους, αυτά μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με αυτά που παρασιτούν. Συγκεκριμένα, τα παρασιτοειδή

διακρίνονται σε: i) έντομα διατρεφόμενα εντός των σπόρων (ενδοπαρασιτοειδή), και ii) έντομα διατρεφόμενα εκτός σπόρων ή άλλων προϊόντων (εκτοπαρασιτοειδή).

Πιο αναλυτικά, μερικά από τα έντομα που περνούν μεγάλο μέρος του βιολογικού τους κύκλου μέσα στους σπόρους είναι το *Sitophilus spp.*, *Rhyzopertha dominica*, πολλά *Bruchidae*, *S. cerealella*, *P. truncatus* (Mital 1969). Τα έντομα αυτά ανήκουν κυρίως στην κατηγορία των κολεόπτερων και των λεπιδόπτερων. Τα παρασιτοειδή που χρησιμοποιούνται για να αντιμετωπίσουν τα έντομα αυτά είναι Υμενόπτερα και δρουν ενδοπαρασιτικά. Συγκεκριμένα, τα έντομα αυτά περπατούν ανάμεσα στους σπόρους, ανιχνεύουν τον σπόρο που έχει προσβληθεί και εσωκλείει τον ξενιστή σε ατελή μορφή, τρυπούν τον σπόρο με τον ωοθετή τους και ωοτοκούν πάνω ή πολύ κοντά στον ξενιστή. Η προνύμφη του παρασιτοειδούς ξεκινά να εκκολάπτεται και αρχίζει να τρέφεται επί της προνύμφης ή της νύμφης του ξενιστή, νυμφώνεται μέσα στον σπόρο από όπου και εξέρχεται το ακμαίο παρασιτοειδές. Τα περισσότερα παρασιτοειδή αυτής της ομάδας μπορούν να παρασιτήσουν περισσότερους από έναν ξενιστές αφού η προνύμφη τους βρίσκεται έξω από τον ξενιστή, ασφαλής από την άμυνα του ανοσοποιητικού συστήματος του. Στην κατηγορία αυτή συναντάμε έντομα όπως τα: *Theocolax (=Choetospila) elegans* (Westwood) *Pteromalidae*, *Pteromalus (=Habrocytus) cerealellae* (Ashmead) *Pteromalidae*, *Dinarmus spp.* *Pteromalidae*, *Anisopteromalus calandrae* (Howard) *Pteromalidae*, *Lariophagus distinguendus* Förster *Pteromalidae*

Τα έντομα αποθηκών που ζουν εξωτερικά των αποθηκευμένων σπόρων και αποτελούν και αυτά ξενιστές μιας μεγάλης ομάδας παρασιτοειδών και ονομάζονται εκτοπαρασιτοειδή. Στην κατηγορία αυτή συναντάμε έντομα όπως τα: *Trichogramma spp.* *Trichogrammatidae*, *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead) *Bethylidae*, *Holepyris sylvanidis* (Brèthes) *Bethylidae*, *Habrobracon hebetor* Say *Braconidae*, *Venturia canescens* (Gravenhorst) *Ichneumonidae*.

2.3.3 Τα παθογόνα

Η χρήση των παθογόνων για την αντιμετώπιση των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων έχει αποδειχτεί ότι έχει επιφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα για τον έλεγχο του πληθυσμού των εντόμων (Gwinner et al. 1996). Οι μικροοργανισμοί αυτοί εισέρχονται με διάφορους τρόπους μέσα στο σώμα των

εντόμων-εχθρών των φυτών και τα σκοτώνουν. Η περισσότερο κοινή μέθοδος μοιάζει με τη μέθοδο εφαρμογής χημικών εντομοκτόνων κατά την οποία επιτυγχάνεται άμεση και συχνά μακροχρόνια προστασία. Ένας άλλος τρόπος είναι μέσω της περιοδικής εξαπόλυσης παθογόνων μέσα στο χώρο της αποθήκης. Οι πιο σημαντικοί εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί είναι οι ιοί, οι μύκητες, τα βακτήρια, και οι νηματώδης σκώληκες.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης μικροοργανισμών για την προστασία των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων είναι ότι δεν υπάρχουν άμεσες αρνητικές επιπτώσεις σε οργανισμούς μη στόχους, όπως είναι τα ωφέλιμα έντομα. Επίσης, πολλά βακτήρια αλλά και ιοί παρέχουν μακροχρόνια προστασία και σε ελάχιστες περιπτώσεις έχει αναπτυχθεί ανθεκτικότητα απέναντι σε αυτά. Ωστόσο, υπάρχουν και μειονεκτήματα τα οποία περιορίζουν την σωστή χρήση τους. Τα μειονεκτήματα αυτά αφορούν τις ευνοϊκές συνθήκες κάτω από τις οποίες οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορούν να δράσουν, ο προσεκτικός προσδιορισμός του χρόνου εφαρμογής τους αλλά και της έγκαιρης εφαρμογής και ο αργός τρόπος δράσης τους.

⇒ **Βακτήρια**

Ο *Bacillus thuringiensis* (*B. t.*) είναι το πιο γνωστό βακτήριο στην κατηγορία αυτή. Χρησιμοποιείται κυρίως κατά των λεπιδόπτερων, των δίπτερων και των κολεόπτερων. Η δράση του *B. t.* γίνεται με την απελευθέρωση της εντομοτοξικής πρωτεΐνης στο εσωτερικό του εντόμου το προκαλώντας την γρήγορη θανάτωση του. Μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι η υψηλή του τοξική δράση, η αποτελεσματικότητα του ακόμα και μετά από αρκετούς μήνες (Gwinner et al. 1996), η σταθερότητα του, η αντοχή του σε υψηλές θερμοκρασίες, εύκολη εφαρμογή του (Nwanze et al., 1975; Kinsinger and McGaughey, 1976). Τέλος, ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι ότι οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι ακίνδυνοι τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον.

⇒ **Ιοί**

Πολλά είδη ιών έχουν απομονωθεί από τα έντομα αποθηκών. Οι πιο γνωστοί ιοί είναι αυτοί που ανήκουν στην οικογένεια των Baculoviridae και συγκεκριμένα είναι οι ιοί της νουκλεϊκής πολυέδρωσης (nuclear polyhedrosis virus, NPV) και οι ιοί της γρανούλωσης (granulosis virus, GV). Οι ιοί αυτοί θεωρούνται ως οι περισσότερο

αποτελεσματικοί λόγω της υψηλής τοξικότητας τους στα έντομα αλλά και της σταθερότητας τους. Ο τρόπος δράσης των ιών στα έντομα είναι μέσω της απορρόφησης τους από αυτά. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης τους είναι η μεγάλη εκλεκτικότητα τους, η ικανοποιητική παθογόνος δύναμη τους, η μεγάλη υπολειμματική διάρκεια τους και η εύκολη εφαρμογή τους. Ωστόσο, η αργή δράση τους, η υψηλή εξειδίκευση με τον ξενιστή αλλά και το υψηλό κόστος παραγωγής τους αποτελούν μειονεκτήματα χρήσης των ιών ως φυσικών εχθρών των εντόμων των αποθηκών.

⇒ Μύκητες

Οι μύκητες χαρακτηρίζονται ως προαιρετικά παθογόνα των εντόμων. Η διαδικασία εισαγωγής αυτών στα έντομα γίνεται είτε μέσω της απορροφήσεως είτε διαρρηγνύοντας την επιδερμίδα τους. Όταν ο μύκητας εισαχθεί στο εσωτερικό του εντόμου, περνά στο κυκλοφορικό του σύστημα και ξεκινά να αναπαράγεται. Σε σύντομο διάστημα το σώμα του εντόμου γεμίζει από τα διάφορα στάδια του παθογόνου και πεθαίνει.

Ο *Beauveria bassiana*, είναι ο πιο γνωστός μύκητας που υπάρχει και χρησιμοποιείται κυρίως εναντίον των εχθρών των υπαίθριων καλλιεργειών. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των μυκήτων είναι ότι είναι μη τοξικοί σε ωφέλιμους οργανισμούς, η παραγωγή τους είναι εύκολη, και η δράση τους γίνεται μέσω διείσδυσης στον εξωσκελετό. Τα μειονεκτήματα τους αφορούν τις ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες τις οποίες χρειάζονται για να δράσουν, τις συνθήκες διατήρησης τους και τέλος, η μικρή διάρκεια ζωής τους.

⇒ Πρωτόζωα

Τα πρωτόζωα αποτελούν την περισσότερο μελετημένη ομάδα παθογόνων φυσικών εχθρών των εντόμων των αποθηκών. Ένα χαρακτηριστικό που έχει αποδοθεί σε αυτά είναι ότι αποτελούν παράγοντες φυσικού ελέγχου του πληθυσμού πολλών εχθρών των αποθηκών. Η διάδοση του γίνεται μέσω των στοματικών μορίων και της καταναλώσεως τροφής.

Τα πλεονεκτήματα χρήσης των πρωτόζωων έχουν να κάνουν με τη μη τοξικότητα τους στους ωφέλιμους οργανισμούς αλλά και τη δυνατότητα χρήσης τους με άλλα χημικά εντομοκτόνα. Σε ότι αφορά τα μειονεκτήματα τους, έχουν

μικρή εντομοπαθογόνο δύναμη, είναι ευπαθή στο υπεριώδες φως, για να παραχθούν πρέπει υποχρεωτικά να υπάρχει παρουσία παράσιτων, και τέλος δρουν αργά, ένας παράγοντας που παίζει καθοριστικό ρόλο για την ελάχιστη προσπάθεια να αξιολογηθεί ως ένας παράγοντας βιολογικής καταπολεμήσεως.

⇒ **Νηματώδεις**

Η χρήση εντομοπαράσιτικών νηματωδών μέσα σε αποθήκες είναι πολύ περιορισμένη. Αίτια αυτού του περιορισμού είναι ότι απαιτούν εξαιρετικά υγρά περιβάλλοντα ώστε να μπορούν να προσβάλλουν τους ξενιστές τους. Τα πλεονεκτήματα χρήσης αυτών είναι ο ταχύς τρόπος δράσης που κυμαίνεται μεταξύ 24 και 48 ωρών, η εύρεση του ξενιστή αντιδρώντας σε φυσικά και χημικά ερεθίσματα και η εύκολη εμπορική παραγωγή του. Στα μειονεκτήματα του συμπεριλαμβάνεται η απαίτηση για υψηλή σχετική υγρασία ώστε να μπορέσει να δράσει, η ευαισθησία τους στην ζέστη και στην υπεριώδη ακτινοβολία και η μολυσματική ικανότητα τους που διαρκεί αρκετά μικρό χρονικό διάστημα.

2.4 Η χρήση των παγίδων για την καταπολέμηση των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Η περίπτωση της φερομόνης

Ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, είναι μέσω της χρήσης διάφορων παγίδων μέσα στο χώρο της αποθήκης. Η χρήση των παγίδων βασίζεται αρχικά στη προσέλκυση των εντόμων με την χρήση κάποιου μέσου έλκυσης, όπως η τροφή, το χρώμα, ή η φερομόνη, και στη συνέχεια με την παγίδευση τους μέσω κάποιου μέσου παγίδευσης, όπως κόλλα ή νερό. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των παγίδων για την αντιμετώπιση των εχθρών αφορούν στην έγκαιρη διαπίστωση της παρουσίας αυτών μέσα στο χώρο της αποθήκης, έλεγχος της διακύμανσης του πληθυσμού τους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Οι παγίδες χρησιμοποιούνται τόσο για ιπτάμενα έντομα όσο και για έντομα που βαδίζουν ανάμεσα στα προϊόντα. Υπάρχουν διάφορα είδη παγίδων όπως: i) παγίδες τύπου Δέλτα, ii) παγίδες χοάνης, iii) παγίδες κόλλας, iv) παγίδες τύπου σόντας, και v) φωτεινές-ηλεκτρικές παγίδες.

Πιο αναλυτικά, οι παγίδες τύπου Δέλτα είναι κατασκευασμένες από χαρτόνι ή πλαστικό, ενώ το μέσο σύλληψης των εντόμων είναι μέσω της χρήσης κόλλας που βρίσκεται στη βάση της παγίδας. Στο κέντρο της παγίδας υπάρχει ένας

‘εξατμιστήρας’ φερομόνης, η οποία είναι και το μέσω έλκυσης. Οι παγίδες τύπου Δέλτα, χρησιμοποιούνται κυρίως για την αντιμετώπιση των Λεπιδόπτερων αλλά και για άλλα έντομα όπως τα ιπτάμενα. Αυτός ο τύπος παγίδας χρησιμοποιείται κυρίως σε χώρους που υπάρχουν συσκευασμένα προϊόντα όσο και σε χώρους με πολύ σκόνη, όπως οι αλευρόμυλοι.

Οι παγίδες χοάνης, χρησιμοποιούνται κυρίως για την παγίδευση των ιπτάμενων εντόμων. Η κατασκευή της γίνεται από ανθεκτικό πλαστικό και αποτελείται από δυο μέρη τα οποία αποσπώνται εύκολα. Στο πάνω μέρος, το οποίο ωστόσο επικοινωνεί με το κάτω μέρος μέσω μιας χοάνης, υπάρχει ένα στρογγυλό σκέπασμα το οποίο εμποδίζει την είσοδο ανεπιθύμητων σωματιδίων στο εσωτερικό της παγίδας. Το κάτω μέρος είναι η περιοχή στην οποία συλλέγονται τα έντομα και φονεύονται μέσα στην παγίδα μέσω της επαφής τους με μια ισχυρή αφυγραντική ουσία.

Οι παγίδες κόλλας είναι κατασκευασμένες από φύλλο χαρτονιού ή πλαστικού και τις βρίσκουμε σε διάφορες διαστάσεις, χρώματα και σχήματα. Στην επιφάνεια τοποθετείται εντομολογική κόλλα και στο κέντρο τοποθετείται ένα σωληνάριο με φερομόνη που αποτελεί και το ελκυστικό μέσο για τα έντομα. Επίσης, το χρώμα της παγίδας αποτελεί ένα ακόμα ελκυστικό μέσο για τα έντομα.

Οι παγίδες τύπου σόντας, αποτελούνται από ένα πλαστικό σωλήνα όπου στο πάνω μέρος του σωλήνα της παγίδας υπάρχουν μικρές λοξές οπές ώστε να εισέρχονται τα έντομα σε αυτό. Ο σωλήνας αυτός επικοινωνεί με τη βάση της παγίδας μέσω μιας μικρής χοάνης. Στο εσωτερικό μέρος, τα χείλη που βρίσκονται στο κάτω μέρος της παγίδας είναι επενδυμένα με PTFE (π.χ. τεφλόν) ώστε να εμποδίζετε η επιστροφή των εντόμων που πέφτουν εκεί. Η βάση της παγίδας κλείνει με ένα κωνικό πώμα ενώ στο άλλο άκρο υπάρχει ένα κορδόνι με μια ειδική ταμπελίτσα στην οποία μπορούν να αναγραφούν διάφορα στοιχεία. Η χρήση της παγίδας αυτής είναι με την βύθιση της μέσα στους χώρους των αποθηκευμένων προϊόντων και μέσω της χρήσης του κορδονιού μπορούν να ανασυρθούν όταν είναι απαραίτητο για αναθεώρηση. Η δυνατότητα αφαίρεσης του κάτω κωνικού πώματος της παγίδας επιτρέπει την απομάκρυνση των εντόμων που έχουν αποθηκευτεί και επαναχρησιμοποιήσει της παγίδας.

Τέλος, οι φωτεινές-ηλεκτρικές παγίδες χρησιμοποιούνται ευρέως για την καταπολέμηση των εντομολογικών προβλημάτων των αποθηκών. Οι φωτεινές παγίδες έχουν την ικανότητα να προσελκύσουν διάφορα έντομα που υπάρχουν στους χώρους αυτούς, αρκεί τα έντομα να είναι θετικά στον φωτοτροπισμό και να έχουν την ικανότητα να πετούν. Ωστόσο, πολλές φορές υπερεκτιμάται η αξία τους επειδή παγιδεύουν μεγάλο αριθμό εντόμων και ίσως δεν είναι σαφής η εικόνα του πραγματικού πληθυσμού των εντομών που υπάρχουν στο χώρο της αποθήκης.

2.4.1 Η περίπτωση των Φερομονών

Οι φερομόνες είναι ουσίες που ελευθερώνονται από τα έντομα στην επιφάνεια του σώματος τους ή στο περιβάλλον, επιδρώντας στη συμπεριφορά ή τη φυσιολογία σε άτομα του ίδιου συνήθως είδους. Δηλαδή, είναι χημικά μέσα επικοινωνίας μεταξύ των ατόμων του ίδιου κατά κανόνα είδους. Ωστόσο, φερομόνες έχουν βρεθεί και σε ακάρεα φυτοφάγα, όπως ο *Tetranychus urticae*, αλλά και αρπακτικά, όπως το *Neoseiulus fallacis*, και φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία και άλλων ανώτερων ζώων.

Οι φερομόνες χρησιμοποιούνται ως ελκυστικά μέσα για τον εντοπισμό των εχθρών των γεωργικών προϊόντων στις αποθήκες, αφού οι αποθηκευτικοί χώροι προσφέρονται περισσότερο από τους εξωτερικούς για την εφαρμογή τους εξαιτίας τους κλειστού χώρου. Οι φερομόνες χρησιμεύουν κυρίως για την διαπίστωση νέων αποικιών εντόμων, το καθορισμό της εποχής εμφάνισης και παρουσίας των ακμαίων μιας γενιάς, της πυκνότητας του πληθυσμού τους και της καταπολέμηση τους με μαζική παγίδευση.

Οι φερομόνες μπορούν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες. Μια από αυτές είναι του Shorey από το 1973 και βασίζεται στον τύπο της εκδήλωσης που προκαλούν στο έντομο δέκτη (Τζανακάκης 1980). Συγκεκριμένα υπάρχουν οι:

- φερομόνες συνάθροισης (προσέλκυσης και/ή λήξης μετακίνησης), που περιλαμβάνουν και όσες προκαλούν την ακολούθηση εναέριας ή επίγεια ατραπού,
- φερομόνες διασποράς (τάξης και κίνησης μακριά από την πηγή),
- φερομόνες σεξουαλικής (γενετήσιας) συμπεριφοράς,
- φερομόνες ωτοκίας,

- φερομόνες συναγερωμού (επαγρύπνησης), και
- φερομόνες εξειδικευμένης κοινωνικής συμπεριφοράς,

Οι ελκυστικές φερομόνες, είναι διεγερτικές ουσίες μεγάλης βιολογικής δραστηριότητας. Μέσω της όσφρησης διεγείρουν το κεντρικό νευρικό σύστημα του εντόμου προκαλώντας έτσι τις τυπικές σε κάθε περίπτωση εκδηλώσεις. Ως προς την εξειδίκευση των φερομονών αυτή δεν είναι απόλυτη. Ο βαθμός εξειδίκευσης διαφέρει από είδος σε είδος. Κατά κανόνα άτομα του είδους που παράγει μια φερομόνη αντιδρούν σ' αυτή περισσότερο από άτομα άλλων ειδών. Συγγενή είδη εντόμων είναι δυνατό να έχουν φερομόνες χημικά συγγενείς. Είδη που αντιδρούν στην ίδια φερομόνη, χωρίς στενή συγγένεια μεταξύ τους, συνήθως συνδέονται με στενή οικολογική ή ηθολογική σχέση, π.χ. αρπακτικά είδη που ελκύονται από τη φερομόνη του ίδιου θύματος. Ο βαθμός εξειδίκευσης ως προς μια φερομόνη μπορεί να διαφέρει και μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους αλλά διαφορετικού φύλου, ιδιαίτερα στην περίπτωση των σεξουαλικών φερομονών (Καπετανάκης 1998).

Οι φερομόνες χρησιμοποιούνται κυρίως στις παγίδες ως ένα ελκτικό μέσο για την καταπολέμηση των εντόμων των που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα. Αρκετές φερομόνες για την αντιμετώπιση των εντόμων των αποθηκών έχουν βρεθεί, παραχθεί συνθετικά και χρησιμοποιηθεί με επιτυχία. Στην Ελλάδα, έχουν δοκιμαστεί κυρίως οι φερομόνες για *PHYCITIDAE* (*Ephestia*, *Plodia*) και *Sitotroga cerealella* σε αλευρόμυλους και αποθήκες σιτηρών, *Plodia* σε αποθήκες σταφίδας και σουλτανίνας, *Ephestia elutella* και *Lasioderma serricorne* σε αποθήκες καπνού.

Η απόδοση των φερομονών αυτών για την αντιμετώπιση των εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ικανοποιητική, και ιδιαίτερα για τα *PHYCITIDAE* και το *Sitotroga cerealella*, εκτός από την επισήμανση της παρουσίας, τον προσδιορισμό και την παρακολούθηση της πυκνότητας του πληθυσμού των παραπάνω εντόμων, θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι δυνατή η σημαντική μείωση του πληθυσμού με μαζική παγίδευση, επειδή είναι δυνατό να παγιδευτεί μέχρι το 93% των εντόμων αρσενικού φύλλου μιας και πετούν περισσότερο από τα θηλυκά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ζωικοί Εχθροί-Έντομα και Ακάρεα των Αποθηκευμένων Προϊόντων

3.1 Γενικά στοιχεία των εντόμων των αποθηκών

Η αποθήκευση των προϊόντων εμφανίσθηκε ως μια πρακτική από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να καλλιεργεί φυτά. Πιο συγκεκριμένα, οι ρίζες της πρακτικής της αποθήκευσης προϊόντων χρονολογούνται γύρω στο 8000 π.Χ. στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Από τα πρώτα χρόνια της αποθήκευσης των προϊόντων έως και σήμερα, παρατηρείται ότι αυτά ήταν και είναι ευάλωτα σε διάφορα παράσιτα, τα οποία φαίνεται ότι με την πάροδο του χρόνου μεταφέρθηκαν από τα εξωτερικά περιβάλλοντα στα οποία τα συναντούσαμε μέσα στο χώρο των αποθηκών όπου γίνεται η αποθήκευση των προϊόντων αυτών και είναι γνωστά με την έννοια *έντομα αποθηκών*. *Έντομο αποθηκών* καλείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλλει και ζημιώνει άμεσα ένα προϊόν και μπορεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί σε μια αποθήκη ή χώρο που φιλοξενεί για αρκετό χρονικό διάστημα γεωργικά προϊόντα ή τρόφιμα.

Τα έντομα των αποθηκών ανήκουν σε μια πολυπληθή ομάδα ζωικών οργανισμών (περισσότερα από 1.000.000 είδη) και οι πρώτοι ιπτάμενοι ζωικοί οργανισμοί εμφανίστηκαν στον Πλανήτη πριν από 300 εκατ. χρόνια. Κατατάσσονται στο ζωικό βασίλειο (Animalia), το φύλο του είναι τα Αρθρόποδα (Arthropoda) η κλάση τους είναι τα έντομα (Insectia). Όσον αφορά την μορφολογία τους, δεν έχουν σκελετό (όπως τα σπονδυλωτά ζώα) αλλά διαθέτουν εξωσκελετό (ή δερματοσκελετό-cuticula) ένα σκληρό εξωτερικό περίβλημα που προσφέρει προστασία και συγκράτηση των διαφόρων οργάνων του σώματος. Βασικό συστατικό του εξωσκελετού είναι η χιτίνη, η οποία περιβάλλει το σώμα των εντόμων και το κάνει σκληρό. Το σώμα των τέλειων εντόμων χωρίζεται σε τρία ευδιάκριτα τμήματα: την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλιά. Τέλος, τα έντομα έχουν τρία ζεύγη ποδιών.

Τα έντομα αποθηκών ανήκουν σε έξι τάξεις: στα Κολεόπτερα, στα Λεπιδόπτερα, στα Υμενόπτερα, στα Ψοκόπετρα, στα Ημίπετρα και στα Δίπτερα. Από τις τάξεις αυτές, τα περισσότερα ανήκουν στην τάξη των Κολεόπτερων και στη συνέχεια στην τάξη των Λεπιδόπτερων. Στις υπόλοιπες τάξεις, συναντάμε πολύ λιγότερα σε σχέση με τις δύο προηγούμενες.



Hemiptera - Heteroptera



Diptera



Coleoptera



Lepidoptera



Hymenoptera



Hemiptera - Homoptera



Orthoptera

Εικόνα 3.1. Τα άκμια, η τέλεια μορφή των εντόμων

ΥΠΟΚΛΑΣΗ	ΔΙΑΙΡΕΣΗ	ΤΑΞΗ
ΑΜΕΤΑΒΟΛΑ (APTERYGOTA)		<i>Protura</i>
		<i>Thysanura</i>
		<i>Diplura</i>
		<i>Collembola</i>
		<i>Ephemeroptera</i>
		<i>Odonata</i>
		<i>Plecoptera</i>
	<i>Hemimetabola</i> <i>Exopterygota</i>	<i>Grylloblattodea</i>
		<i>Orthoptera</i>
		<i>Dermaptera</i>
		<i>Phasmida</i>
		<i>Dictyoptera</i>
		<i>Isoptera</i>
		<i>Psocoptera</i>
ΜΕΤΑΒΟΛΑ (PTERYGOTA)	<i>Mallophaga</i>	<i>Hemiptera</i>
		<i>Thysanoptera</i>
		<i>Coleoptera</i>
	<i>Holometabola</i> (<i>Endopterygota</i>)	<i>Neuroptera</i>
		<i>Diptera</i>
		<i>Lepidoptera</i>
		<i>Hymenoptera</i>
		<i>Mecoptera</i>
		<i>Trichoptera</i>

Πίνακας 3.1. Επιμέρους κατηγορίες που χωρίζεται η κλάση Insecta

Τα έντομα που συναντάμε συνήθως στις αποθήκες ανήκουν στην τάξη των Κολεόπτωρων και των Λεπιδόπτωρων. Η πηγή διατροφής των παραπάνω εντόμων μας βοηθά να τα κατηγοριοποιήσουμε σε εξής 6 κατηγορίες:

1. Είδη διατρεφόμενα από το προϊόν (commodity feeders),
2. Είδη διατρεφόμενα από μύκητες (fungal feeders),
3. Είδη διατρεφόμενα από νεκρούς ζωικούς ιστούς ή απορρίμματα (scavengers),
4. Αρπακτικά (predators),
5. Παρασιτοειδή (parasitoids),
6. Είδη που απαντώνται τυχαία (accidentals).

Πιο αναλυτικά, η πρώτη κατηγορία, *είδη διατρεφόμενα από το προϊόν*, διακρίνεται σε δυο υποκατηγορίες: στους πρωτεύοντες (primary) εχθρούς, οι οποίοι προσβάλλουν ακέραιους σπόρους, και στους δευτερεύοντες (secondary) εχθρούς, που τρέφονται μόνο από ήδη προσβεβλημένους ή σπασμένους σπόρους. Κύρια τροφή των εντόμων αυτών είναι οι σπόροι των σιτηρών και τα προϊόντα τους. Στους πρωτεύοντες εχθρούς συναντάμε Κολεόπτερα από τις οικογένειες *Curculionidae*, *Bostrichidae*, και *Bruchidae* και το λεπιδόπτερο *Sitotroga cerealella*. Η αποθήκευση των καρπών στην ακέραιη μορφή τους είναι πρακτικά αδύνατον, αφού κατά την διαδικασία της συγκομιδής, μεταφοράς, καθαρισμού και ξήρανσης των σπόρων πριν την αποθήκευση τους προκύπτουν υπολείμματα σπόρων ή προσβεβλημένοι σπόροι. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα παραπάνω προϊόντα να είναι ευάλωτα στους δευτερεύοντες εχθρούς, όπως τα είδη των γενεών *Tribolium*, *Cryptolestes*, *Oryzaephilus*. Σε αντίθεση με τους πρωτεύοντες εχθρούς, οι δευτερεύοντες εχθροί έχουν ένα ευρύτερο φάσμα ξενιστών, δηλαδή προϊόντων που προσβάλλουν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα είδη *Trogoderma sp.* και *Tribolium sp.* τα οποία μπορούν και προσβάλλουν και προϊόντα ζωικής προέλευσης.

Στη δεύτερη κατηγορία, *είδη διατρεφόμενα από μύκητες*, συναντάμε έντομα που απαντώνται στις τάξεις των *Collembola*, των Λεπιδόπτωρων *Tineidae* και *Pyralidae*, και των Κολεόπτωρων *Cryptophagidae*, *Lathridiidae*, *Mycetophagidae*, *Tenebrionidae*. Τα έντομα αυτά είναι μυκητοφάγα και τα οποία προσβάλλουν προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, με έντονα στοιχεία αλλοίωσης και αποσύνθεσης τα οποία είναι αποθηκευμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Στην τρίτη κατηγορία, είδη διατρεφόμενα από νεκρούς ζωικούς ιστούς ή απορρίμματα, συναντάμε έντομα που τρέφονται με νεκρά έντομα ή άλλες ξηρές ζωικές ύλες. Στην κατηγορία αυτή συναντάμε έντομα της τάξης των Κολεόπτερων όπως της οικογένειας των *Ptinidae*, *Cleridae* και *Dermestidae*.

Στην κατηγορία των αρπακτικών, τέταρτη κατηγορία, συναντάμε έντομα της τάξης *Hemiptera* καθώς και από την τάξη των Κολεόπτερων την οικογένεια των *Histeridae*. Επίσης, υπάρχουν και ορισμένα είδη στις οικογένειες των *Cleridae*, *Tenebrionidae*, και *Trogossitidae* τα οποία μπορούν να τραφούν με άλλα έντομα συμπεριλαμβανομένου και του ίδιου είδους.

Στην πέμπτη κατηγορία, παρασιτοειδή, τα ωα και οι προνύμφες των κολεόπτερων και των λεπιδόπτερων που συναντάμε στις αποθήκες παρασιτούνται από πολλά παρασιτοειδή έντομα, τα οποία και ωτοκοούν εντός ή επί του σώματος των ξενιστών τους. Οι εκολλαπτόμενες προνύμφες τρέφονται με ιστούς του ξενιστή και τελικά των θανατώνουν.

Τέλος, στην έκτη κατηγορία, είδη που απαντώνται τυχαία, υπάρχουν πολλά είδη εντόμων που σχετίζονται κυρίως με την κατασκευή του χώρου της αποθήκης και όχι με το προϊόν. Τέτοια έντομα είναι τα μυρμήγκια, οι κατσαρίδες, ξυλοφάγα κολεόπτερα και τερμίτες.

ΕΧΘΡΟΣ	αλευρά	σπόροι σιτηρών	σπόροι ψυχανθ.	απαξηρ σπώρες	καπνό	ξηροί καρποί	Πίτυρα	άλλα
<i>Anagasta kuehniella</i>	X	X				X	X	
<i>Cadra cautella</i>				X		X		
<i>Ephestia elutella</i>		X		X	X	X		
<i>Plodia interpunctella</i>	X	X	X	X		X		
<i>Pyralis farinalis</i>	X	X						
<i>Corcyra cephalonica</i>	X	X		X (σταφίδα)				
<i>Nemapogon granella</i>	X			X		X		τρόφιμα ζωοτροφές
<i>Sitotroga cerealella</i>		X						
<i>Sitophilus granarius</i>		X						ζυμαρικά
<i>Sitophilus oryzae</i>	X	X	X			X		ζωοτροφές
<i>Tribolium confusum</i> , <i>T. castaneum</i>	X	X	X	X		X	X	ζωοτροφές
<i>Tenebrio molitor</i>	X	X						
<i>Tenebroides mauritanicus</i>	X	X				X	X	μισκότα

<i>Oryzaephilus ensis</i>		X		X		X		τρόφιμα
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	X	X				X		βότανα
<i>Rhizopertha dominica</i>		X						μπισκότα
<i>Lasioderma serricorne</i>			X	X	X			κακάο σοκολάτα
<i>Carpophilus hemipterus</i>	X			X		X		κακάο
<i>Acanthoscelides obtectus</i>			X φασόλια					
<i>Trogoderma granarium</i>		X	X					
<i>Stegobium paniceum</i>	X	X				X		βότανα μπαχαρικά
<i>Acarus siro</i>	X	X	X	X		X		τυρί
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	X	X				X		τυρί
<i>Aleuroglyphus ovatus</i>		X						
<i>Lepidoglyphus destructor</i>		X		X				δέρμα τυρί
<i>Glycyphagus domesticus</i>								αποξ. φυτά

Πίνακας 3.2 Οι ζωικοί εχθροί των υποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων ανά κατηγορία ξενιστή

3.2 Σύντομη παρουσίαση των εντόμων αποθηκών της τάξης Κολεόπτερα (Coleoptera), και Λεπιδόπτερα (Lepidoptera)

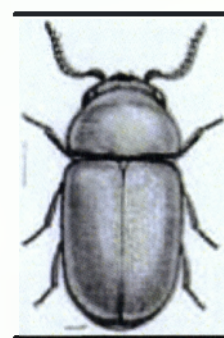
3.2.1 Έντομα που ανήκουν στην κατηγορία των Κολεόπτερων (Coleoptera)

Στην τάξη των κολεόπτερων συναντάμε τα περισσότερα είδη εντόμων των αποθηκών. Στην τάξη αυτή ανήκουν όλα τα ολομετάβολα έντομα, δηλαδή αυτά που διέρχονται από πλήρη μεταμόρφωση (ωό-προνύμφη-νύμφη ή πλαγγόνα- ακμαίο). Τόσο τα ακμαία όσο και οι προνύμφες τρέφονται με το προϊόν. Πιο συγκεκριμένα, τα ακμαία έχουν πολύ σκληρό εξωσκελετό και το πρόσθιο ζεύγος πτερυγίων είναι ισχυρά χιτινισμένο και ονομάζονται έλυτρα. Οι οπίσθιες πτέρυγες τους είναι μεμβρανώδεις, ενώ τα στοματικά μόρια τους είναι μασητικού τύπου. Οι προνύμφες είναι είτε ευκέφαλες-ολιγόποδες, είτε ευκέφαλες-άποδες (Curculionidae). Όσον αφορά τα στοματικά μόρια των προνυμφών, είναι και αυτά μασητικού τύπου.

Τα περισσότερα διαδεδομένα είδη της τάξης *Coleoptera*, που προσβάλλουν αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα κατατάσσονται σε δύο υποτάξεις: στα *Adephaga* και στα *Polyphaga*. Στη συνέχεια ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση των εντόμων αυτών.

⇒ **Σκαθάρι του καπνού (Cigarette beetle). Σκόρος του καπνού - *Lasioderma serricorne* Fabr. Οικογένεια Anobiidae.**

Το σκαθάρι του καπνού, το συναντάμε σχεδόν σε όλα τα μέρη του κόσμου και προσβάλλει αποθηκευμένα φύλλα καπνού, τα προϊόντα του καπνού (τσιγάρα, πούρα), ξηρά φρούτα, κακάο, σοκολάτα, ζυμαρικά, όσπρια κ.α.



Όσον αφορά την μορφολογία του, το τέλειο ακμαίο έχει μήκος 3 – 4 mm και το χρώμα του είναι ερυθροκαστανό. Η κεφαλή του καλύπτεται από το θώρακα και είναι κάθετη προς τον άξονα του σώματος. Οι κεραίες του είναι πριονοειδείς ενώ τα έλυτρα καλύπτονται από λεπτό ξανθό χνούδι. Έχουν πτητική ικανότητα. Η προνύμφη έχει μήκος περίπου 4mm, είναι λευκή-υποκίτρινη, κοντόχονδρη με λεπτό χνούδι, καστανά πόδια και κεφαλή. Εκκολάπτονται και τρέφονται από το καπνό, κάνοντας χαρακτηριστικές τρύπες, νυμφώνονται σε θήκη (κουκούλι), από υπολείμματα όπου σχηματίζεται στη συνέχεια το ακμαίο.

Κατά την διάρκεια του έτους, ανάλογα με την τροφή και τις κλιματολογικές συνθήκες, συμπληρώνει 4 γενιές. Διαχειμάζει ως προνύμφη μέσα από τα καπνοδέματα. Σε θερμοκρασίες άνω των 20 °C, το θηλυκό εναποθέτει σε διάστημα 25 μερών περίπου 100 ωά είτε μεμονομένα είτε σε σχισμές ή αναδιπλώσεις του υποστρώματος καπνού. Οι προνύμφες εκκολάπτονται σε διάστημα περίπου των 7 ημερών και ολοκληρώνουν την ανάπτυξη τους μετά από 6-7 εβδομάδες. Το ακμαίο σχηματίζεται μετά από 5-14 μέρες ύστερα από την δημιουργία του κουκουλιού από τα υπολείμματα καπνού. Ο βιολογικός κύκλος τους διαρκεί 8-13 εβδομάδες. Τέλος, κύρια πηγή τροφής τους είναι για τις προνύμφες ο καπνός, ενώ τα ακμαία τρέφονται πολύ λίγο έως και ελάχιστα.

⇒ **Σκαθάρι του ρυζιού. *Rhyzopertha dominica* Fabr. Οικογένεια Bostrychidae**



Το σκαθάρι του ρυζιού προσβάλλει αποθηκευμένο ρύζι, σιτάρι, κριθάρι, σόργο, καλαμπόκι, προϊόντα αλεύρου. Θεωρείται ως ένας από τους πιο σημαντικούς εχθρούς του αποθηκευμένου σταριού και κριθαριού. Μάλιστα, στην Ελλάδα είναι το πολυπληθέστερο έντομο σε αποθηκευμένο ρύζι και σιτάρι.

Το μήκος του σώματος του ακμαίου είναι 2–3mm, επίμηκες, κυλινδρικό και το χρώμα του είναι καστανό έως μαύρο. Η

κεφαλή του δεν διακρίνεται από τη νωτιαία χώρα αλλά καλύπτεται από τον προθώρακα. Οι κεραιές του είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικές, σε σχηματισμό ροπαλοειδές. Στο θώρακα υπάρχουν πυκνά χιτινισμένα επάρματα, ενώ στα έλυτρα διακρίνονται κατά μήκος γραμμές από μικρά κοιλώματα. Η προνύμφη, είναι σκαρβαϊόμορφος, υπόλευκη με καστανά πόδια και κεφαλή. Το μήκος της είναι 4-6mm όταν είναι σε πλήρη ανάπτυξη και ζει πάντοτε εντός του σπόρου.

Το έντομο αυτό διαχειμάζει στις αποθήκες σε όλα τα στάδια και έχει 4-6 γενεές το έτος. Το θηλυκό εναποθέτει 300-500 ωά (μεμονωμένα ή ως ομάδες) ανάμεσα στους σπόρους, σε υπολείμματα προϊόντος καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Οι προνύμφες εισέρχονται στους σπόρους από ρωγμές ή τρύπες από τη διατροφή των ακμαίων, και τρέφονται από το εσωτερικό του. Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 3 με 6 εβδομάδες, 25 μέρες στη θερμοκρασία των 34 °C και η ανάπτυξη τους περιορίζεται κάτω από τους 23 °C.

⇒ **Σιταρόψειρα - *Cryptolestes ferrugineus* (Steph). Οικογένεια - Laemoploeidae (Cucujidae)**

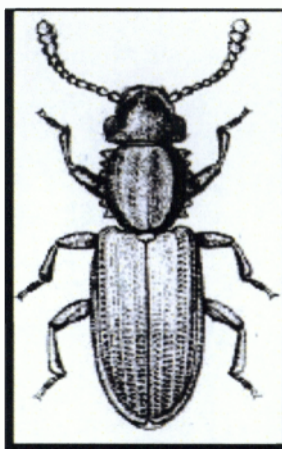
Η σιταρόψειρα, είναι ένας από τους κλασικούς δευτερεύοντες εχθρούς που συνεχίζουν την προσβολή που έχει ξεκινήσει από τους πρωτεύοντες εχθρούς ή προσβάλλουν υποβαθμισμένους σπόρους, όπως σπασμένους σπόρους. Προσβάλλει κυρίως σπόρους σιτηρών, ενώ αρκετά συχνά έχει βρεθεί και σε αλευρόμυλους. Επίσης, έχει βρεθεί και σε άλευρα, (ξηρούς καρπούς, βότανα) και φύτρα των σπόρων.



Το ακμαίο είναι πολύ μικρό (το τέλειο έχει μέγεθος 1,5-2 mm), πεπλατυσμένο, σκούρο χρώματος με κεραίες ίσες ή μεγαλύτερες του σώματος. Η προνύμφη είναι λίγο μεγαλύτερη σε μέγεθος αφού φτάνει τα 3-4 mm και πεπλατυσμένη, υπόλευκη με ανοιχτοκάστανη κεφαλή.

Το συγκεκριμένο σκαθάρι, έχει συνήθως 2 με 3 γενεές ανά έτος. Το θηλυκό εναποθέτει 100 με 400 ωά μέσα σε ρωγμές των σπόρων ή ελεύθερα ανάμεσα στο προϊόν. Η προνύμφη κινείται ελεύθερα ανάμεσα στους σπόρους και τρέφεται με φλοιούς και υπολείμματα. Οι μικροσκοπικές προνύμφες μπορούν εύκολα να εισέλθουν στο ενδοσπέρμιο μέσα από ρωγμές ή άλλα σημεία εισόδου του σπόρου και να τραφούν σχηματίζοντας στοές. Η σιταρόψειρα ευνοείται ιδιαίτερα από την υγρασία, ενώ αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες. Μπορεί να επιβιώσει για μεγάλο χρονικό διάστημα ακόμα και σε θερμοκρασίες κοντά στους 0 °C. Ο βιολογικός κύκλος της διαρκεί 5-12 εβδομάδες.

⇒ Οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων. *Oryzaephilus ensis* L. Οικογένεια *Silvanidae*



Το οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων το συναντάμε σε αποθήκες, μύλους και εργοστάσια επεξεργασίας τροφίμων. Προσβάλλει σπόρους σιτηρών, ξηρά σύκα, σταφίδα, τρόφιμα (όπως ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα), κακάο, αποξηραμένα φυτά. Ανήκει στην κατηγορία των δευτερευόντων εχθρών και θεωρείται σημαντικός εχθρός σε χώρους αποθήκευσης τροφίμων επειδή έχει την ικανότητα να διεισδύει μέσα σε συσκευασμένα τρόφιμα.

Το τέλειο ακμαίο έχει μέγεθος 2.5-3 mm και είναι αρκετά λεπτό και ευκίνητο. Ο θώρακας του έχει έξι οδοντοειδής προεξοχές κατά μήκος κάθε πλευράς. Η προνύμφη είναι νηματοειδής, πεπλατυσμένη με μήκος 3-4 mm. Το χρώμα του σώματος της είναι υποκίτρινο και η κεφαλή και οι πόδες υπέρυθροι. Σε κάθε τμήμα του σώματος της υπάρχει σκοτεινόχρωμη κηλίδα.

Το οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων, συμπληρώνει δυο με τρεις γενεές ενώ σε ευνοϊκές συνθήκες (δηλαδή σε θερμές αποθήκες) φτάνει τις έξι με οχτώ. Το θηλυκό σκαθάρι εναποθέτει 150 ωα ελεύθερα μέσα στο προϊόν. Οι προνύμφες κινούνται

ελεύθερα ανάμεσα στο προϊόν όπου και νυμφώνονται σε θήκες που δημιουργούν με υπολείμματα προϊόντος. Η τροφή του βασίζεται σε υπολείμματα προϊόντος ή ήδη προσβεβλημένους σπόρους. Η διάρκεια ζωής των ακμαίων είναι έξι με οχτώ μήνες σε θερμοκρασίες 30 °C, ωστόσο μπορεί να ζήσει και δυο με τρία χρόνια σε περισσότερο εύκρατα κλίματα. Ο βιολογικός κύκλος ζωής τους διαρκεί τρεις με δέκα εβδομάδες, ενώ οι πληθυσμοί του εντόμου αυτού μπορούν να επιβιώσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε συνθήκες με χαμηλή θερμοκρασία και υγρασία. Επιβιώνουν σε συνθήκες πολύ χαμηλής θερμοκρασίας και υγρασίας.

⇒ **Βρούχος των φασολιών - *Acanthoscelides obtectus* (Say), βρούχος μπιζελιών - *Bruchus pisorum*. Οικογένεια Chrysomelidae, (Bruchidae)**

Ο βρούχος των φασολιών προσβάλλει φασόλια όλων των ποικιλιών και κυρίως τα λευκά και θεωρείται ως ο σημαντικότερος εχθρός των αποθηκευμένων φασολιών.



Το τέλειο ακμαίο έχει μήκος 3-5 mm, το σχήμα του είναι ωοειδές ενώ το χρώμα του είναι

κιτρινοπράσινο με καστανά και γκριζα στίγματα και καλύπτεται από χνούδι. Το τελευταίο κοιλιακό τμήμα δεν καλύπτεται από έλυτρα. Οι κεραίες του είναι πριονωτές και ο προθώρακας του κωνικός. Η προνύμφη έχει μήκος 4 mm, είναι σαρκώδης, κυρτή, λευκή με κίτρινη κεφαλή.

Η προσβολή των φασολιών από το εν λόγω έντομο ξεκινά από τους ωριμάζοντες καρπούς πάνω στο φυτό και συνεχίζεται και μετά την συγκομιδή στα ξερά αποθηκευμένα φασόλια.

Κάθε θηλυκό εναποθέτει 40-50 ωα πάνω στα φασόλια και η εκκολαπτόμενη προνύμφη εισέρχεται στο εσωτερικό του σπόρου όπου και νυμφώνεται μέχρι να δημιουργηθεί το ακμαίο. Πριν η προνύμφη νυμφωθεί μέσα στον σπόρο δημιουργεί μια οπή που καλύπτεται από ένα λεπτό στρώμα από φλοιό του σπόρου και η οποία θα χρησιμεύσει ως οπή εξόδου του ακμαίου. Η διάρκεια ζωής του ακμαίου ποικίλλει και αυτό οφείλεται στην θερμοκρασία και κυμαίνεται από δέκα έως εκατό μέρος. Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 27 μέρες στους 30 °C.

⇒ “Ρυγχίτες” Σκαθάρι του σιταριού, *Sitophilus granaries* (L), Σκαθάρι του ρυζιού *Sitophilus oryzae* (L) Curculionidae



Οι ‘ρυγχίτες’ προσβάλλουν ακέραιους σπόρους σιτηρών, προκαλούν ‘άναμμα’ των σπόρων και ανάπτυξη μυκήτων.

Το ακμαίο του είδους των ‘ρυγχιτών’ έχει μήκος 3-5 mm ενώ το χρώμα του είναι καστανό έως μαύρο. Χαρακτηριστικό γνώρισμα τους είναι το κυρτό ρύγχος του που είναι προέκταση της κεφαλής, από το οποίο εκφύονται ροπαλοειδείς κεραίες. Το μήκος του ρύγχους είναι ίσο με τα 2/3 του πρόνωτου και το πρόνωτο είναι περίπου ίσο με την

έλυτρα. Στην περιοχή του πρόνωτου υπάρχουν ατρακτοειδή ή ωοειδή κοιλώματα. Δεν έχει μεμβρανώδη τοιχώματα και άρα δεν έχει και πτητική ικανότητα. Η προνύμφη έχει μήκος 3-4 mm και είναι υποκίτρινη και κοντόχοντρη.

Κατά την διάρκεια του έτους το εν λόγω σκαθάρι συμπληρώνει τέσσερις με πέντε γενεές. Η προνύμφη διαχειμάζει εντός των αποθηκευμένων σπόρων, αλλά και ως τέλειο μέσα στο σωρό ή σε διάφορα άλλα σημεία της αποθήκης. Τα θηλυκά, κατά την διάρκεια της άνοιξης, εναποθέτουν εκατό με τετρακόσια ωα με έναν ιδιαίτερο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, ανοίγουν με το ρύγχος τους βόθριο (μια οπή) στο σπόρο όπου και ωστοκοούν εντός αυτού μόνο ένα ωό. Το εξωτερικό άνοιγμα του βοθρίου κλείνεται από το άκμαιο με ένα ζελατινώδες έκκριμα αφήνοντας ένα χαρακτηριστικό σημάδι που ονομάζεται ‘θάμπωμα’. Η εκκολαπτόμενη προνύμφη αναπτύσσεται τρεφόμενη από το εσωτερικό του σπόρου εντός του οποίου και νυμφώνεται. Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 8-16 εβδομάδες και φτάνει τις πέντε κάτω από πολύ ευνοϊκές συνθήκες, 25 μέρες στους 30 °C. Η διάρκεια ζωής του ακμαίου είναι 3-6 μήνες.

⇒ Σκαθάρι των αλεύρων. *Tribolium confusum* Duval. Οικογένεια: Tenebrionidae

Το σκαθάρι των αλεύρων θεωρητικά μπορεί να τραφεί με οποιοδήποτε ξηρό ή ζωικό προϊόν. Προσβάλλει όλα τα είδη σπόρων, σιτηρά και όσπρια, άλευρα, πίτυρα ελαιώδεις σπόρους κ.α. Θεωρείται σημαντικός εχθρός των αποθηκευμένων σιτηρών και ο



σημαντικότερος των αλεύρων και προσβάλλει μόνο σπασμένους ή ήδη προσβεβλημένους σπόρους.

Το ακμαίο έχει λεπτό σώμα, μακρόστενο, πεπλατυσμένο, με μήκος 3-5 mm. Το χρώμα του είναι καφεκόκκινο προς σκούρο καφέ. Τα άρθρα της κεραίας πλαταίνουν βαθμιαία από τη βάση προς το άκρο της. Η προνύμφη είναι υποκίτρινη, ευκίνητη και το μήκος της είναι 5-6 mm.

Το σκαθάρι των αλεύρων συμπληρώνει μέχρι πέντε γενεές το έτος. Διαχειμάζει ως τέλειο ανάμεσα στα προϊόντα ή σε διάφορα σημεία της αποθήκης. Τα θηλυκά εναποθέτουν 300-600 ωά επάνω στα προϊόντα. Οι προνύμφες ελεύθερα νυμφώνονται μέσα στο προϊόν. Τα ακμαία χαρακτηρίζονται ως μακρόβια και ζουν 2-3 έτη σε εύκρατες περιοχές. Ο βιολογικός κύκλος τους συμπληρώνεται σε 25 μέρες στην θερμοκρασία των 32,5 °C.

⇒ **Μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων. *Tenebrio molitor* L. Οικογένεια: Tenebrionidae**



Το μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων το συναντάμε σε μύλους, αρτοποιεία και αποθήκες σιτηρών. Χαρακτηρίζεται ως 'σκουπιδοφάγο' είδος και το λόγο αυτό το συναντάμε κυρίως σε χώρους όπου συνθήκες υγιεινής είναι φτωχές και η αποθήκευση κακή.

Το έντομο αυτό είναι ένα από τα μεγαλύτερα των αποθηκών, αφού το μήκος τους φτάνει τα 12-20 mm. Το χρώμα του είναι σκούρο καστανό προς μαύρο και ελαφρά γυαλιστερό. Τα έλυτρα του φέρνουν 5 παράλληλες κατά μήκος γραμμές. Το μήκος της προνύμφης σε πλήρη ανάπτυξη μπορεί να φτάσει τα 30 mm, είναι κυλινδρική ενώ το χρώμα της είναι ερυθρού χρώματος, και είναι γνωστή ως 'το μεγάλο σκουλήκι των αλεύρων'.

Το τέλειο γεννά περίπου 160 ωά μέσα στο αλεύρι, στα πίτυρα και σε άλλα αλευρώδη προϊόντα. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται, τρέφονται με το υποβαθμισμένο, μουχλιασμένο προϊόν μειώνοντας την αξία του αποθηκευμένου προϊόντος μέσω της ρύπανσης με τα περιττώματά τους. Η νύμφωση τους γίνεται στην επιφάνεια του προϊόντος. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους είναι 8-9 μήνες σε εύκρατες περιοχές.

⇒ **Σκαθάρι των σπόρων. *Tenebroides mauritanicus* L. Οικογένεια: Ostomidae**

Το σκαθάρι των σπόρων, είναι ένας δευτερογενές εχθρός που προσβάλλει άλευρα και ξηρούς καρπούς.

Το μήκος του ακμαίου είναι 6-11 mm, ενώ το χρώμα του είναι καστανόμαυρο έως μαύρο. Η βάση του προθώρακα διακρίνεται ευκρινώς από την βάση των ελύτρων έχω έχει επίσης και πολύ αναπτυγμένους γνάθους. Η pronύμφη, είναι ανεπτυγμένη αρκετά αφού το μήκος της φτάνει μέχρι και τα 20 mm, ενώ το χρώμα της είναι υπόλευκο, υποκίτρινο με καστανά πόδια και κεφαλή.



Η διάρκεια ζωής των τέλειων είναι 1 με 2 έτη, ενώ των προνυμφών, αντίστοιχα, 2 με 3 έτη. Τα θηλυκά ωοτοκούν από την άνοιξη έως το φθινόπωρο και γεννούν 500-1000 ωα. Ο βιολογικός κύκλος τους διαρκεί περίπου ένα έτος, ενώ οι προνύμφες είναι αρκετά ανθεκτικές σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τέλος, τρέφονται με σπόρους που έχουν προηγουμένως προσβληθεί από το *Sitophilus*, *Sitotroga*.

⇒ **Τρογώδερμα των σπόρων. *Trogoderma granarium* Everts. Οικογένεια: Dermestidae**



Το τρογώδερμα των σπόρων, αποτελεί ένα σημαντικό εχθρό των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Έχει προκαλέσει ολοκληρωτική καταστροφή σε αποθηκευμένα σιτηρά και ελαιούχους σπόρους σε τροπικές περιοχές. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είναι η ικανότητα διάπαυσης, κάτι που κάνει πολύ δύσκολη την οριστική απομάκρυνση του από αποθηκευτικούς χώρους. Μάλιστα, θεωρείται ως

‘έντομο καραντίνας’ για πολλές χώρες.

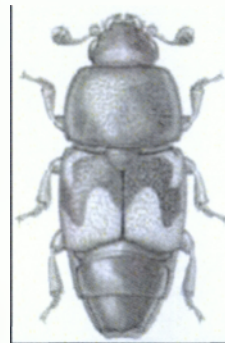
Το ακμαίο έχει μήκος 2-3 mm ενώ το σχήμα του είναι ωσειδές και το χρώμα του είναι σκούρο καστανό με σκοτεινές κίτρινες και κόκκινες περιοχές στα έλυτρα. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του είναι ότι τα θηλυκά είναι μεγαλύτερα από τα αρσενικά. Η pronύμφη έχει μήκος 5-6 mm και το χρώμα της είναι ανοιχτοκαστανό. Όσον αφορά την μορφολογία του σώματος της είναι ατρακτοειδής το οποίο και καλύπτεται από μακριές κιτρινωπές τρίχες, ενώ στο πίσω μέρος σχηματίζεται θύσανος.

Τα τρογυδέρμα των σπόρων, τρέφεται αποκλειστικά με φυτικές ύλες και προκαλεί ζημιές στους σπόρους των σιτηρών. Το θηλυκό εναποθέτει 120 ωά περίπου πάνω στο προϊόν. Οι προνύμφες διέρχονται από 5-15 ηλικίες και μπορεί να έχουν μακρά διάπαυση σε ρωγμές ή σχισμές αποθηκών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μπορούν να ζουν για χρόνια ακόμα και χωρίς να τρέφονται. Η διάπαυση διακόπτεται όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη τους, έτσι πολλαπλασιάζεται στη μάζα των σωρών των προϊόντων χωρίς πολλές φορές να είναι ορατή η προσβολή. Ο βιολογικός τους κύκλος διαρκεί 30 μέρες στην θερμοκρασία των 30°C, ενώ σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να διαρκέσει μέχρι και ένα έτος.

⇒ **Σκαθάρι των φρούτων. *Carpophilus hemipterus* L. Nitidulidae.**

Το σκαθάρι των φρούτων προσβάλλει κυρίως αποξηραμένα φρούτα, ξηρούς καρπούς, άλευρα, κακάο.

Το ακμαίο έχει μήκος 2-4 mm, με τα έλυτρα του να είναι κοντά ώστε να μένουν ακάλυπτα τα δυο τελευταία κοιλιακά τοιχώματα. Το χρώμα του είναι καστανό με μια ευδιάκριτη τριγωνική, υποκίτρινη περιοχής το εξωτερικό άκρο. Οι κεραιές του καταλήγουν σε ένα συμπαγές τρίαρθρο ρόπαλο. Η προνύμφη έχει μήκος 5-7 mm και το χρώμα της είναι λευκοκίτρινο με καστανή κεφαλή και δυο μικρές προεξοχές στο άκρο της κοιλίας.



Τα τέλεια δραστηριοποιούνται κατά την διάρκεια της άνοιξης και ωτοκοούν σε τραυματισμένους ή υπερώριμους καρπούς των δένδρων, που είναι στο έδαφος ή στις αποθήκες. Το θηλυκό εναποθέτει μέχρι και 1000 ωά κατά την διάρκεια της ζωής του που είναι 3-4 μήνες. Τα ωα εναποτίθενται τόσο ανάμεσα όσο και μέσα στο προϊόν. Η προνύμφη τρέφεται από το προϊόν, στο οποίο μπορεί και να ορύσσει στοές μέσα στο μαλακό προϊόν ή σε υπολείμματα του. Τα τέλεια είναι ευαίσθητα στο ψύχος και δεν επιζούν εύκολα στις χειμερινές θερμοκρασίες. Ο βιολογικός τους κύκλος διαρκεί 12 μέρες σε θερμοκρασίες γύρω στους 32 °C και μπορούν να συμπληρώσουν μέχρι και έξι γενεές το έτος.

⇒ Σκαθάρι των μουσείων. *Anthrenus museorum* (L). Οικογένεια Dermestidae



Το σκαθάρι των μουσείων, το συναντάμε σε κατοικίες και μουσεία και προσβάλλουν συνήθως ζωικές ύλες, νεκρά έντομα και ζώα σε συλλογές και μουσεία, καθώς επίσης μάλλινα, τάπητες, βαμβακερά, δέρμα και γουναρικά.

Το ακμαίο έχει μήκος 3-4 mm, έχει στρογγυλό σχήμα και είναι αρκετά κυρτό. Η νωτιαία επιφάνεια σκεπάζεται με λέπια λευκά, μαύρα και καστανά σχηματίζοντας κηλίδες. Η προνύμφη έχει μήκος 4-5 mm και το χρώμα της είναι υποκίτρινο με υποκαστανό πρόνωτο. Το σώμα της καλύπτεται από τρίχες ενώ στο πίσω μέρος σχηματίζεται θύσσανος.

Το έντομο αυτό είναι ένα έντομο κατοικημένων περιοχών. Το θηλυκό γεννά 30-100 ωά ανάμεσα στο τροφικό υπόστρωμα. Οι νεαρές προνύμφες τρέφονται με το προϊόν και διέρχονται από πολλές ηλικίες κατά την διάρκεια του σταδίου. Σε μη ιδανικές συνθήκες μπορούν να εισέλθουν σε διάπαυση και συνήθως διαχειμάζουν σε αυτή τη φάση. Η διάρκεια του προνυμφικού σταδίου μπορεί να διαρκέσει μέχρι και τρία έτη, ενώ η νύμφωση γίνεται συνήθως κατά την διάρκεια της άνοιξης. Πηγή τροφής των τέλειων είναι το νέκταρ ή γύρη και η διάρκεια ζωής τους είναι 2-4 εβδομάδες.

3.2.2 Έντομα που ανήκουν στην κατηγορία των Λεπιδόπτερων (*Lepidoptera*)

Τα Λεπτιδόπτερα (πεταλούδες), έχουν χαρακτηριστικά πτερωτά άκμια με δύο ζεύγη πτερυγίων τα οποία είναι καλυμμένα από λέπια. Οι προνύμφες είναι ευκέφαλες-πολύποδες, και φέρουν στοματικά μόρια μασητικά και τους ακμαίου είναι νέκταρος-μυζητικού τύπου. Η νύμφωση πραγματοποιείται μέσα σε θήκη (βομβύκιο, puparium) όπου η προνύμφη γίνεται νύμφη ή πλαγγόνα ή χρυσαλλίδα (βλ. μεταμορφώσεις). Τα ωά τους τοποθετούνται κατά ομάδες σε επίπεδες πλάκες ή σε δακτυλίους γύρω από λεπτούς κλάδους. Οι προνύμφες (κάμπιες) είναι αδηφάγες και φέρουν κεφαλή ισχυρά χητινισμένη, στοματικά μόρια μασητικού τύπου, 3 ζεύγη θωρακικών ποδών, 1-5 ζεύγη κοιλιακών ψευδοποδών και στο σώμα τους τρίχες ή

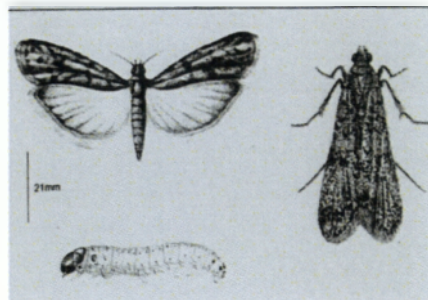
αμήριγγες. Όταν συμπληρώσουν την ανάπτυξη τους, κατασκευάζουν βομβύκιο από καθαρό μετάξι, μέσα στο οποίο νυμφώνονται. Η νύμφη είναι καλυμμένη πλαγγόνα.

Διακρίνονται σε δύο υποτάξεις: Homoneura (χωρίς γεωργικό ενδιαφέρον) & Heteroneura. Τα Heteroneura χωρίζονται σε Rhoalocera που έχουν ροπαλοειδείς κεραίες, είναι ημερόβια και έχουν ζωηρά χρώματα, και σε Heterocera που έχουν διάφορες κεραίες, είναι νυκτόβια και έχουν σκούρα χρώματα.

Παρακάτω, παρουσιάζονται οι πιο σημαντικές οικογένειες που προκαλούν σημαντικές ζημιές στα αποθηκευμένα προϊόντα:

⇒ **Εφέστια των Αλεύρων. (Μεσογειακό Σκουλήκι των Αλεύρων). *Anagasta (Ephestia) kuehniella* Zeller. Οικογένεια: Pyralidae**

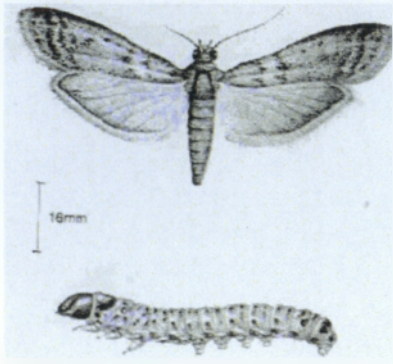
Τα εφέστια των αλεύρων τα συναντάμε κυρίως σε άλευρα, σπόρους σιτηρών, ξηρούς καρπούς, όσπρια. Επίσης τα συναντάμε στους αλευρόμυλους, όπου εκτός από σοβαρές ζημιές που μπορεί να προκαλέσει στο αλεύρι, μπορεί να προκληθούν βλάβες και στα μηχανήματα λόγω των πυκνών μετάξινων ιστών.



Το ακμαίο έχει μήκος 18-25 mm με άνοιγμα των πτερυγίων ενώ το μήκος του σώματος είναι 10-14 mm. Είναι γκριζου χρώματος με πτέρυγες που έχουν σκουρόχρωμες ταινίες και κηλίδες. Η προνύμφη έχει μήκος σώματος 15-20 mm ενώ το χρώμα της είναι υπορόδινο, με την κεφαλή και το πρόνωτο καστανά.

Η εφεστία των αλεύρων έχει μέχρι και 5 γενεές τον χρόνο ενώ διαχειμάζει ως νύμφη και προνύμφη. Κατά την διάρκεια της άνοιξης εμφανίζονται τα άκμια, τα οποία την ημέρα αδρανούν και δραστηριοποιούνται κατά την διάρκεια της νύχτας. Η ωοτοκία των θηλυκών γίνεται πάνω στους σωρούς των αλεύρων (100 με 300 ωά). Εκεί οι εκκολαπτόμενες προνύμφες υφαίνουν με μετάξινα νήματα, κουκούλια μέσα στις οποίες τρέφονται και αναπτύσσονται. Τα μετάξινα νήματα καλύπτουν πολλές φορές το προϊόν και σε συνδυασμό με τα αποχωρήματα των προνυμφών ρυπαίνουν και προκαλούν ζυμώσεις και δυσσομία. Ο βιολογικός κύκλος ανάπτυξης τους μπορεί συμπληρώνεται σε 4-6 εβδομάδες.

⇒ **Η Εφέστια των Ξηρών Οπώρων. *Cadra (Ephestia) cautella*. Walker. Οικογένεια: Pyralidae**



Η εφέστια των ξηρών καρπών προσβάλλει κυρίως ξηραϊνόμενα ή ξερά σύκα και άλλους καρπούς όπως οι σταφίδες, τα δαμάσκηνα τα βερίκοκα, οι χουρμάδες, τα φυστίκια, τα αμύγδαλα κ.α.

Το ακμαίο έχει μήκος 15-22 mm με το άνοιγμα των πτερυγίων ενώ το χρώμα του είναι τεφρό. Η προνύμφη έχει μήκος σώματος 8-15 mm

και το χρώμα της είναι υπολευκό ή ρόδινο.

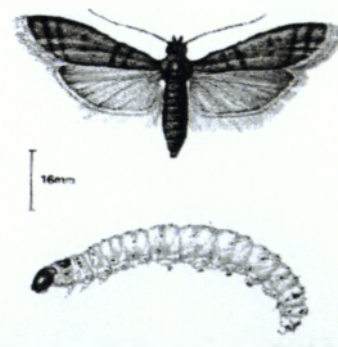
Οι προνύμφες διαχειμάζουν μέσα στην αποθήκη ή στα ξερά σύκα από τα οποία και τρέφονται. Κατά την διάρκεια του Ιουνίου εμφανίζονται τα τέλεια τα οποία και ωτοκοούν σε ξερά σύκα στον αγρό ή σε αποθηκευμένα. Το έντομο αυτό δεν προσβάλλει νωπά σύκα μόνο ξερά. Οι εκκολαπτόμενες προνύμφες εισέρχονται και τρέφονται με το εσωτερικό των ξηρών σύκων ενώ φράζουν με μετάξινα νήματα τον οφθαλμό του σύκου. Άλλη γενεά προσβάλλει τα απλωμένα στους αγρούς σύκα προκαλώντας σοβαρές ζημιές η οποία και θα συνεχιστεί στο χώρο της αποθήκης. Ο βιολογικός κύκλος συμπληρώνεται σε 26 ημέρες σε θερμοκρασίες γύρω στους 30° C ενώ αναπτύσσονται 3-4 γενεές το χρόνο.

⇒ **Η Εφέστια του Καπνού. *Ephestia elutella*. Hubner. Οικογένεια: Pyralidae**

Οι προνύμφες του εντόμου αυτού, προσβάλλουν τα καπνά (ειδικά αυτά που είναι πλούσια σε σάκχαρα και με μειωμένη νικοτίνη), αλλά και σοκολάτα, κακάο, άλευρα, σπόρους, ξηρούς καρπούς και φρούτα. Η προσβολή που προκαλούν είναι κυρίως επιφανειακή.

Το ακμαίο έχει μήκος 14-20 mm με άνοιγμα των πτερυγίων, ενώ το μήκος του σώματος τους είναι 8-11 mm, και είναι τεφροκαστανού χρώματος. Οι προνύμφες έχουν μήκος σώματος 10-15 mm με χρώμα κιτρινωπό ή ρόδινο.

Η εφέστια του καπνού διαχειμάζει ως ανεπτυγμένη προνύμφη μέσα σε βομβύκιο σε προφυλαγμένες θέσεις μέσα στην αποθήκη. Κατά την διάρκεια του



Απριλίου εμφανίζονται τα τέλεια, δηλαδή οι πεταλούδες, και ωτοκοούν περίπου 100 ωα πάνω στα καπνοδέματα. Δημιουργούν μετάξινα νήματα και αφήνουν βομβύκια και απεχωρήματα στις θέσεις εκτροφής τους. Πηγή διατροφής τους είναι το έλασμα του φύλλου από τον μίσχο προς την κορυφή (σταδιακά τα φύλλα «σκελετοποιούνται»). Ο βιολογικός κύκλος μπορεί να διαρκέσει από 2-6 μήνες, εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την διατροφή τους. Τέλος, έχουν 3 με 4 γενεές κατά την διάρκεια του χρόνου.

⇒ **Πλόντια των σπόρων. *Plodia interpunctella* Hubner. Οικογένεια: Pyralidae**



Το έντομο, πλόντια των σπόρων εκτός από τα διάφορα είδη σπόρων και αλεύρων προσβάλλει όλους τους ξηρούς καρπούς, όπως επίσης αποξηραμένες φυτικές και ζωικές ύλες. Το συναντάμε σε αποθήκες, σιλό, μύλους, εργαστήρια επεξεργασίας τροφίμων και κατοικίες. Είναι το συχνότερα ευρισκόμενο και σημαντικότερο έντομο σε επεξεργασία, μεταποίηση, συσκευασία και μεταφορά τροφίμων. Χαρακτηρίζεται ως ένα εξαιρετικά πολυφάγο έντομο

Το μήκος του ακμαίου είναι 14-20 mm με το άνοιγμα των πτερυγίων, ενώ το μήκος του σώματος τους είναι 8-9 mm. Το χρώμα των πτερυγίων είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του εντόμου αυτού, αφού το βασικό τμήμα είναι ανοιχτόχρωμο ενώ το υπόλοιπο είναι καστανό. Η προνύμφη έχει μήκος σώματος 8-12 mm και το χρώμα της είναι λευκοκίτρινο.



Κατά την διάρκεια της άνοιξης, η ανεπτυγμένη προνύμφη διαχειμάζει και νυμφώνεται. Τα ακμαία εμφανίζονται σταδιακά και ωτοκοούν 100 με 400 ωα πάνω στα προϊόντα που προσβάλλουν. Οι προνύμφες, υφαίνουν ιστούς και ρυπαίνουν τα προϊόντα μαζί με τα αποχωρήματα τους. Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 3-4 εβδομάδες ενώ κατά την διάρκεια του έτους προκύπτουν 4 με 8 επικαλυπτόμενες γενεές.

⇒ **Το Σκουλήκι του ρυζιού. *Corsyga cephalonica* Stainton. Οικογένεια: Pyralidae**

Το σκουλήκι του ρυζιού προσβάλλει κυρίως άλευρα και σπόρους σιτηρών. Ωστόσο, στην Ελλάδα έχει παρατηρηθεί ότι έχει προκαλέσει σημαντικές ζημιές στην σταφίδα.



Το ακμαίο έχει μήκος 15-22 mm με άνοιγμα των πτερυγών, το χρώμα των πρόσθιων πτερυγών είναι καστανό. Το μήκος σώματος της προνύμφης φτάνει μέχρι τα 12 mm και το χρώμα της είναι υπολευκό ή ρόδινο.

Η προνύμφη διαχειμάζει σε βομβύκιο και κατά την διάρκεια της Άνοιξης τα θηλυκά ωοτοκούν τα ωά τους πάνω στα προϊόντα που προσβάλλουν. Οι προνύμφες συνδέουν τους προσβεβλημένους καρπούς με μεταξένια νήματα δημιουργώντας 'τροφικά καταφύγια'.

⇒ **Πυραλίδα των αλεύρων. *Pyralis farinalis* (L.). Οικογένεια: Pyralidae**



Η πυραλίδα των αλεύρων προσβάλλει κυρίως άλευρα και σπόρους σιτηρών, ενώ σπάνια προκαλεί σημαντικές ζημιές.

Το ακμαίο έχει μήκος μικρότερο των 25 mm, με άνοιγμα των πτερυγίων. Μορφολογικά, έχει πρόσθιες πτέρυγες, με μεσαία ζώνη της οποίας το χρώμα είναι ανοικτό καστανό και είναι χωρισμένη με λευκές κυματοειδής γραμμές από το βασικό στο ακραίο τμήμα χρώματος μωβ-καστανού. Η προνύμφη έχει μήκος σώματος 25-30 mm και έχει χρώμα λευκό ή τεφρολευκό.

Τα τέλεια εμφανίζονται κατά την διάρκεια του Μαΐου και ωοτοκούν περίπου 160 ωα. Οι προνύμφες κατασκευάζουν μεταξένιες θήκες στις οποίες ζουν ομαδικά. Κατά την διάρκεια του έτους εμφανίζονται 3 με 5 γενεές.

⇒ **Τίνεα των σπόρων. *Nemapogon (Tinea) granella* L. Οικογένεια: Tineidae**



Τα τίνεα των σπόρων προσβάλλουν σπόρους σιτηρών, ψυχανθών, άλευρα, ξηρά φρούτα. Σε περιπτώσεις μεγάλης προσβολής η επιφάνεια των σωρών των σπόρων καλύπτεται από ένα μετάξινο ιστό όπου και τα προϊόντα αποκτούν μια δυσάρεστη οσμή και γεύση. Ωστόσο, δεν θεωρείται ως ένας ιδιαίτερα σημαντικός εχθρός.

Το ακμαίο έχει μήκος 9-15 mm (με άνοιγμα των πτερυγίων), έχει πρόσθιες πτέρυγες μακρόστενες, αργυρόλευκες με σκούρες κηλίδες, ενώ οι οπίσθιες πτέρυγες είναι ανοιχτού γρι χρώματος. Η προνύμφη έχει μήκος σώματος 9-12 mm και είναι χρώματος λευκοκίτρινου με καστανή κεφαλή και προθωρακική πλάκα.

Η τίνεα των σπόρων, συμπληρώνει 2 με 4 γενεές κατά την διάρκεια του έτους και διαχειμάζει ως νύμφη στις αποθήκες. Από τον Μάιο και κατά την διάρκεια των θερινών μηνών εμφανίζονται τα νυκτόβια τέλεια. Το γονιμοποιημένο θηλυκό ωοτοκεί 100 με 150 ωά. Η προνύμφη ενώνει με μετάξινα νήματα 3 με 8 σπόρους κατασκευάζοντας ένα τροφικό καταφύγιο στο οποίο και αναπτύσσεται.

⇒ **Σιτότρωγα. *Sitotroga cerealella* (Olivier) Οικογένεια: Gelechiidae**

Τα σιτότρωγα χαρακτηρίζονται ως ένας σοβαρός εχθρός των σπόρων όλων των καλλιεργούμενων σιτηρών. Έτσι, προσβάλλουν σοβαρά τους σπόρους και στους αγρούς. Παραδείγματος χάριν, οι απώλειες στο σιτάρι μπορούν να φτάσουν μέχρι και το 50% της παραγωγής και στο αραβόσιτο το 25%. Οι προσβεβλημένοι σπόροι αποκτούν μια δυσάρεστη γεύση και οσμή.



Το ακμαίο έχει μήκος σώματος 6-9 mm ενώ με το άνοιγμα των πτερυγίων το μήκος τους φτάνει τα 12-19 mm. Έχει πρόσθιες πτέρυγες χρυσαφένιες και οπίσθιες γκριζωπές με μακρούς κροσσούς. Το μήκος σώματος της προνύμφης δεν ξεπερνά τα 9 mm και έχει χρώμα υπόλευκο.

Το έντομο αυτό διαχειμάζει ως προνύμφη μέσα στους σπόρους και μπορεί να έχει 3-5 γενεές το έτος. Την περίοδο του Μαΐου εμφανίζονται τα τέλεια τα οποία και γεννούν τα ωά τους πάνω στους σπόρους. Το θηλυκό γεννά περίπου 150 ωά. Οι

νεοεκκολαπτόμενες προνύμφες νυμφώνονται μέσα στους σπόρους, στο οποίο εισέρχονται από το θύσσανο των τριχών του σπόρου. Τρέφονται με το εσωτερικό τους χωρίς να θίγουν το περίβλημα (αφήνουν μόνο μία μικρή οπή). Τα ακμαία είναι βραχύβια και έτσι δεν τρέφονται. Ο βιολογικός τους κύκλος μπορεί να διαρκέσει σε εύκρατα τμήματα από 5 μέχρι 30 εβδομάδες και είναι ανθεκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες.

3.3 Τα κυριότερα Ακάρεα αποθηκών

Τα Ακάρεα δεν είναι έντομα, αλλά μικροσκοπικά αρθροπόδα τα οποία πολύ δύσκολα μπορούν να γίνουν διακριτά δια γυμνού οφθαλμού και βρίσκονται παντού. Ωστόσο, ο εντοπισμός του είναι σχετικά εύκολος καθώς εμφανίζεται με τη μορφή σκόνης στο δάπεδο των αποθηκών. Η κατάταξη των ακάρεων είναι εξής: Ανήκουν στο φύλο *Arthropoda* και συγκεκριμένα στο υποφύλο *Chelicerata*. Επίσης κατατάσσονται στην υποκλάση *Acari* της κλάσης *Arachnida*. Πιο συγκεκριμένα, η υποκλάση *Acari* περιλαμβάνει 7 τάξεις, που διακρίνονται ανάλογα με τη θέση και το συνολικό αριθμό αναπνευστικών στιγμάτων. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. Notostigmata (δεν έχουν γεωργικό ενδιαφέρον)
2. Tetrastigmata (δεν έχουν γεωργικό ενδιαφέρον)
3. Mesostigmata (κυρίως ωφέλιμα αρπακτικά είδη)
4. Metastigmata (κυρίως ζωοπαρασιτικά είδη πχ τσιμπούρια)
5. Cryptostigmata (ωφέλιμα σαπροφάγα, βοηθούν τη χουμοποίηση)
6. Astigmata (κυρίως σαπροφάγα, λίγα φυτοφάγα)
7. Prostigmata (είναι τα πλέον εξελιγμένα, περιλαμβάνονται τα περισσότερα φυτοφάγα είδη).

Τα ακάρεα σχηματίζουν ανθεκτικές μορφές σε αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος, και τρέφονται με διάφορα είδη ιστών, το χαρακτηριστικό τους αυτό μας να τα διακρίνουμε σε φυτοφάγα, σαπροφάγα ή σαρκοφάγα. Όσον αφορά την εμφάνιση τους στις αποθήκες και τις ζημιές που προκαλούν κυρίως είναι δευτερογενείς προσβολές στα αποθηκευμένα προϊόντα, ακόμα τρέφονται με τα σπόρια μυκήτων.

Το σώμα τους δεν παρουσιάζει μεταμέρεια, δηλ. δεν διακρίνουμε ξεχωριστές περιοχές, όπως πχ στα έντομα. Από το χαρακτηριστικό αυτό έχουν πάρει

και την ονομασία τους (από τη λέξη «κάρα» που σημαίνει κεφαλή και το στερητικό μόριο α-,α-κάρα= χωρίς κεφαλή). Έτσι, διακρίνουμε νοητά δύο περιοχές, την πρόσθια ή γναθόσωμα που φέρει τα όργανα πρόσληψης της τροφής, τα χηληκέρατα και τις ποδοπροσακτρίδες και την οπίσθια ή ιδιόσωμα που φέρει όλα τα λειτουργικά συστήματα και τα πόδια.

Τα κυριότερα ακάρεα αποθηκών ανήκουν στις παρακάτω τάξεις:

Astigmata

- Κυρίως σαπροφάγα αλλά και λίγα φυτοφάγα είδη
- Ελάχιστα είδη είναι παράσιτα ζώων
- Τα φυτοφάγα απαντώνται κυρίως σε αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα
- Οικογένειες
- *Acaridae*
- (*Acarus siro*, *Acarus* sp., *Tyrophagus putrescentiae*, *Tyrophagus* sp.,

Rhizoglyphus sp., *Aleuroglyphus ovatus*)

- *Glycyphagidae*
- (*Glycyphagus domesticus*, *Glycyphagus* sp., *Lepidoglyphus destructor*,

Lepidoglyphus sp.)

Prostigmata

Tarsonemidae

- ◆ *Tarsonemus granarius*

Pyemotidae

- ◆ *Pyemotes* spp.
- ◆ *Acarophenax tribolii*

⇒ Άκαρι των αλεύρων. *Acarus siro* L. (Astigmata, Acaridae)

Το άκαρι των αλεύρων είναι ένα από τα σημαντικότερα ακάρεα αποθηκών που συναντάμε στην Ελλάδα και με παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση. Το συναντάμε συχνά σε αποξηραμένα προϊόντα, σπόρους, άλευρα και τυριά.



Μορφολογικά, το μήκος του ακάρεου είναι 320 με 460μm και ο χρωματισμός του εξαρτάται από την τροφή που παίρνει. Τρέφονται με

το έμβρυο του σπόρου του σίτου προκαλώντας με αυτό τον τρόπο χαμηλή βλαστικότητα στους σπόρους που προορίζονται για σπορά. Ο βιολογικός του κύκλος διαρκεί 9 με 11 μέρες στους 23°C. Ωστόσο, δεν μπορεί να αναπαραχθεί σε συνθήκες όπου η σχετική υγρασία είναι μικρότερη από 60% R.H.

⇒ *Tyrophagus putrescentia* (Astigmata, Acaridae)



Το *tyrophagus putrescentia* το συναντάμε σε προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος και πρωτεΐνες όπως αλεύρα, τυριά, ξηροί καρποί, ζωοτροφές, αλεύρα, σπόρους σιτηρών. Χαρακτηρίζεται ως έντονα μυκητοφάγο, παρόλα αυτά μπορεί και αναπτύσσεται και σε τροφές που είναι απαλλαγμένες από μύκητες.

Το μήκος του κυμαίνεται μεταξύ 280 με 350 μm και αναπτύσσεται σε συνθήκες με υψηλή σχετική υγρασία, ενώ άριστες συνθήκες ανάπτυξης τους είναι οι 30 °C και 90% R.H. Ο βιολογικός του κύκλος συμπληρώνεται σε 2 – 3 εβδομάδες με την θερμοκρασία στους 23 °C και την σχετική υγρασία στο 87% R.H. Το άκαρι αυτό είναι επειδή είναι αρκετά ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες συναντάται αρκετά συχνά στις αποθήκες στη χώρα μας.

⇒ *Pyemotes herfsii* (Prostigmata, Pyemotidae)

Το *Pyemotes herfsii* προκαλεί έντονες δερματίτιδες όταν έρχεται σε επαφή με το ανθρώπινο δέρμα, και ιδιαίτερα στα άτομα που εργάζονται στον χώρο των αποθηκών.



Είναι ένα εκτοπαράσιτο των εντόμων

αποθηκών, και παρασιτεί κυρίως ωά και προνύμφες των Κολεόπτερων και ωά και νύμφες των Λεπιδόπτερων. Τα θηλυκά ακάρεα προσκολλώνται στον ξενιστή και τρέφονται βυθίζοντας τα χαλκήρατα τους μέσα στο σώμα τους. Τα αρσενικά ακάρεα τα συναντάμε κολλημένα στο οπίσθοδώμα των θηλυκών κατά τη ζωοτοκία και μάλλον γονιμοποιούν τα εξερχόμενα θηλυκά. Τα μη γονιμοποιημένα θηλυκά δίνουν αρσενικούς απογόνους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μετασυλλεκτικές Ασθένειες Γεωργικών Προϊόντων

Ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών (μυκήτων, βακτηρίων) που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα (κυρίως καρπούς και σπόρους) είναι αρκετά μεγάλος, όμως λίγοι από αυτούς προκαλούν οικονομικά σοβαρές ζημιές. Λέγοντας ασθένεια ενός γεωργικού προϊόντος αναφερόμαστε σε κάθε ανωμαλία στις φυσιολογικές διεργασίες του φυτού. Εμφανίζεται με μορφή μορφολογικών, ανατομικών και χημικών αλλοιώσεων του φυτού. Κατά συνέπεια, οδηγεί στην ποσοτική μείωση της παραγωγής και της ποιοτικής της αξίας με αποτέλεσμα να έχουμε και οικονομικές απώλειες. Ο τρόπος προσβολής των καρπών ή σπόρων μας βοηθά να κατατάξουμε τα παθογόνα σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. Τα παράσιτα πληγών, τα οποία εισέρχονται στους καρπούς από τις πληγές που υπάρχουν στο φλοιό,
2. Τα παράσιτα φυσιολογικής διείσδυσης, τα οποία εγκαθίστανται στους καρπούς από τα φυσικά ανοίγματα,
3. Τα παράσιτα ενεργού διείσδυσης τα οποία έχουν την ικανότητα να τρυπήσουν την επιδερμίδα των καρπών με μηχανικό ή ενζυματικό τρόπο.

Λαμβάνοντας ως κριτήριο τη συστηματική κατάταξη των παθογόνων μπορούμε να πούμε ότι οι μετασυλλεκτικές ασθένειες προκαλούνται κυρίως από:

1. **Δευτερομύκητες** (*Fusarium, Botrytis, Alternaria, Penicillium* κ.α.),
2. **Ασκομύκητες** (*Sclerotinia*),
2. **Οομύκητες** (*Pythium, Phytophthora*),
3. **Ζυγομύκητες** (*Rhizopus, Mucor*),
4. **Βακτήρια** (*Erwinia, Pseudomonas*).

Από τις τέσσερις αυτές ομάδες μυκήτων, οι δύο πρώτες (δευτερομύκητες και ασκομύκητες) προκαλούν και τις σημαντικότερες ζημιές.

4.1 Οι σπουδαίες μετασυλλεκτικές μυκητολογικές ασθένειες

Στο βασίλειο των μυκήτων συναντάμε διάφορα είδη πρακτικού, επιστημονικού και φυτοπαθολογικού ενδιαφέροντος. Οι μύκητες είναι η πιο πολυάριθμη ομάδα

παθογόνων που προκαλούν στα καλλιεργήσιμα φυτά ασθένειες από ασήμαντες μέχρι καταστροφικές. Προσβάλλουν οποιοδήποτε μέρος του φυτού, το υπόγειο, το υπέργειο, το εσωτερικό ή το εξωτερικό του. Έχουν κυτταρική δομή, και πιο συγκεκριμένα αποτελούνται μόνο από ένα κύτταρο. Ανήκουν στους ευκαρυωτικούς μικροοργανισμούς, επειδή έχουν ευδιάκριτο πυρήνα. Επίσης, είναι ετερότροφοι μικροοργανισμοί, εφόσον στερούνται τις χλωροφύλλες. Σύμφωνα με τις θρεπτικές τους απαιτήσεις διακρίνονται σε: α) *υποχρεωτικά παράσιτα* που χρησιμοποιούν για την τροφή τους μόνο τη ζωντανή ύλη, β) *προαιρετικά παράσιτα*, είδη που ζουν τρεφόμενα από νεκρή ύλη (σαπρόφυτα), αλλά είναι ικανά να προσβάλουν και τα ζωντανά φυτά, γ) *προαιρετικά σαπρόφυτα*, που συνηθίζουν να ζουν καταναλώνοντας τους ζωντανούς φυτικούς ιστούς ως παράσιτα, αλλά υπό ορισμένες συνθήκες μπορούν να ζήσουν τρεφόμενα από νεκρή οργανική ύλη, και δ) *υποχρεωτικά σαπρόφυτα*, η ζωή των οποίων εξαρτάται από την παρουσία νεκρής οργανικής ύλης.

Το μη διαφοροποιημένο σώμα του μύκητα λέγεται θαλλός και αποτελείται από διακλαδιζόμενα νήματα ή υφές. Το σύνολο των υφών ονομάζεται μυκήλιο. Οι υφές περιβάλλονται από κυτταρικό τοίχωμα που έχει ως κύριο συστατικό την χιτίνη. Στους κατώτερους μύκητες παρατηρούμε ένα κοινοκύτταρο νηματοειδής θαλλό ή μυκήλιο (εικόνα δεξιά) στο οποίο οι μυκηλιακές υφές είναι συνεχείς, ενώ στους ανώτερους, ταξινομικά, μύκητες οι υφές εσωτερικά χωρίζονται με εγκάρσια διαφράγματα ή σέπτα (septa) και ο θαλλός σε αυτή την περίπτωση λέγεται νηματοειδής πολυκύτταρος (εικόνα αριστερά). Τα σέπτα φέρουν στο κέντρο μια οπή μέσω της οποίας επικοινωνούν τα πρωτοπλάσματα. Ο θαλλός μερικών ειδών κατώτερων μυκήτων (Μυξομυκήτων) που ονομάζεται αμοιβαδοειδής θαλλός στερείται τα κυτταρικά τοιχώματα και βρίσκεται σε κατάσταση πρωτοπλασματικής άμορφης μάζας με 1-2 πυρήνες (μυξαμοιβάδα) ή περισσότερους από δύο πυρήνες (πλασμώδιο). Η αναπαραγωγή τους γίνεται αγενώς με i) με τμήματα του μυκηλίου, ii) με σκληρώτια, και iii) με ριζόμορφα. Τέλος, σχηματίζουν αγενή σπόρια τα οποία ανάλογα με τον τρόπο προέλευσης χωρίζονται σε: α) Θαλλοσπόρια (i. Αρθροσπόρια, ii. Βλαστοσπόρια, iii. Χλαμυδοσπόρια), και β) κυρίως σπόρια (i. Κονίδια, και ii. Σποριαγγειοσπόρια), τα οποία παράγονται από ειδικές υφές του μυκηλίου.

Τα σπόρια διαφορετικών μυκήτων που σχηματίζονται με εγγενή τρόπο, δηλαδή μετά από συνένωση πυρήνων διαφορετικού συζευκτικού τύπου, έχουν διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά και τρόπο προέλευσης και τα οποία κατατάσσονται σε ωοσπόρια, ζυγοσπόρια, ασκοσπόρια, βασιδιοσπόρια.

4.1.1 Μηκυτολογικές σήψεις

⇒ Φουζαρίωση (Dry Rot)

Παθολογικό αίτιο: γένος: *Fusarium*, Τάξη: *Tuberculariales*, των *Αδηλομυκήτων* (*Δευτερομυκήτων*), Είδος: *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. roseum*, *F. sambucinum*, *F. culmorum*.



Εικόνα 4.1 Καλλιέργεια σε PDA, και τα μακροκονίδια, μικροκονίδια, χλαμυδοσπόρια του μύκητα του γένους *Fusarium*. (Προσωπικό αρχείο Μ. Παπαδοπούλου)

Η φουζαριώση είναι μια από τις σημαντικές μετασυσπλεκτικές ασθένειες σε σολανώδη, κολοκυνθοειδή και βολβώδη λαχανικά. Σχηματίζουν δυο είδη κονιδίων: μικροκονίδια που είναι μικρά, μονοκύτταρα, σφαιρικά, και μεγάλα πολυκύτταρα δρεπανοειδή μακροκονίδια οξυκατάληκτα. Σε αντίξοες συνθήκες σχηματίζουν χλαμυδοσπόρια. Μολύνει τα φυτά μέσω πληγών και τραυματισμών. Διαχειμάζει στους καρπούς ή κονδύλους, αλλά μπορούν να επιζήσουν και στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Οι μύκητες αυτού του γένους προκαλούν ροζ ή κίτρινες σήψεις κυρίως. Η μόλυνση γίνεται συνήθως πριν τη συγκομιδή αλλά τα συμπτώματα γίνονται ορατά στην αποθήκη. Πολύ σοβαρές απώλειες παρουσιάζονται σε πατάτες που αποθηκεύονται για μακρό χρονικό διάστημα. Η προσβολή εμφανίζεται αρχικά με τη μορφή καφέ «βρεγμένης» σήψης. Καθώς η προσβολή επεκτείνεται οι ιστοί σκουραίνουν, βυθίζονται και παρουσιάζουν ρυτίδες.

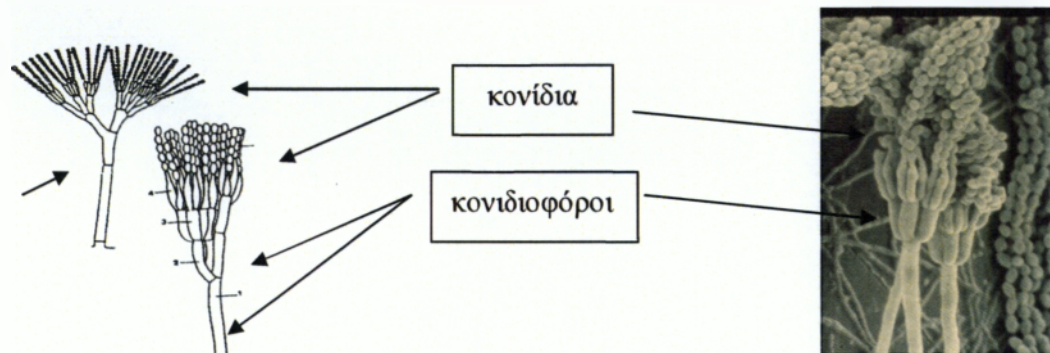
Είδη του μύκητα προκαλούν τη λεγόμενη «ξηρή σήψη κονδύλων» της πατάτας. Η επιδερμίδα ζαρώνει χαρακτηριστικά σε ομόκεντρους κύκλους γύρω από

το προσβεβλημένο ιστό με ταυτόχρονη παρουσία άσπρων, ρόδιων ή μπλε σωρών (μάζες σπορίων). Σε προχωρημένο στάδιο, οι κόνδυλοι αφυδατώνονται, σκληραίνουν και μουμεοποιούνται. Η σάρκα παρουσιάζει κοιλότητες και κατά θέσεις μυκήλιο λευκορόδιων αποχρώσεων. Η ασθένεια ευνοείται από υψηλή σχετική υγρασία (>40%) και θερμοκρασία (15-25°C). Μετασυλλεκτικά η προσβολή περιορίζεται από τη θερμοκρασία. Όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, τόσο πιο αργά εξελίσσεται η ασθένεια.

⇒ Μπλε ή πράσινη σήψη («Blue and green mold rots»)

Παθολογικό αίτιο: γένος: *Penicillium*. Τάξη: *Moniliales*. Οικογένεια: *Moniliaceae* των **Αδηλομυκήτων (Δευτερομυκήτων)**. Είδος: *P. digitatum*, *P. expansum*, *P. italicum*.

Πρόκειται για τις πιο συχνές και πιο καταστρεπτικές μετασυλλεκτικές ασθένειες όλων των νωπών καρπών και λαχανικών. Οι κονιδιοφόροι διακλαδίζονται έντονα στην άκρη και παράγουν μικρά στρογγυλά κονίδια σε αλυσίδες. Το μυκήλιο είναι λευκού χρώματος ενώ οι καρποφορίες έχουν μπλε (κυανό) ή πράσινο χρώμα. Ο μύκητας εισέρχεται στο φυτικό ιστό κυρίως μέσω πληγών.



Εικόνα 4.2 Διακλαδιζόμενη κονιδιοφόροι και κονίδια του μύκητα του γένους *Penicillium*

Οι καρποί εμφανίζουν αρχικά κυκλικές διαφόρου μεγέθους υδατώδεις ανοικτού καστανού χρώματος κηλίδες. Στην αρχή είναι επιφανειακές αλλά γρήγορα μεγαλώνουν σε έκταση και βάθος. Οι προσβεβλημένοι ιστοί αποκτούν μια μαλακή υδαρή υφή και εύκολα αποχωρίζονται από τους υγιείς ιστούς με ελαφρά πίεση. Στην επιφάνεια των κηλίδων, σε προχωρημένο στάδιο της προσβολής και με υψηλή υγρασία, εμφανίζονται κατά θέσεις μπλε ή πράσινη στρογγυλή, πυκνή εξάνθηση

από το μυκήλιο, κονιδιοφόρους και τα κονίδια του παθογόνου (κν. μαξιλαράκια). Οι εξανθήσεις αυτές είναι αρχικά λευκές αποκτούν σταδιακά κυανό ή πράσινο χρώμα. Οι προσβεβλημένοι καρποί έχουν χαρακτηριστική οσμή και γεύση μούχλας.

Επιπροσθέτως, οι μύκητες του γένους *Penicillium* παράγουν διάφορες μυκοτοξίνες οι οποίες μολύνουν και τα προϊόντα που προέρχονται από μερικώς προσβεβλημένα φρούτα ή λαχανικά (χυμοί, σάλτσες κ.α.) (βλ. σχετικό κεφάλαιο). Τα είδη *Penicillium digitatum* που προσβάλλει κυρίως τα εσπεριδοειδή προκαλεί την κν. «Πράσινη μούχλα» και τα *P. expansum*, *P. italicum* που προσβάλλουν κυρίως τα μηλοειδή, προκαλούν την λεγόμενη την κν. «Κυανή μούχλα».

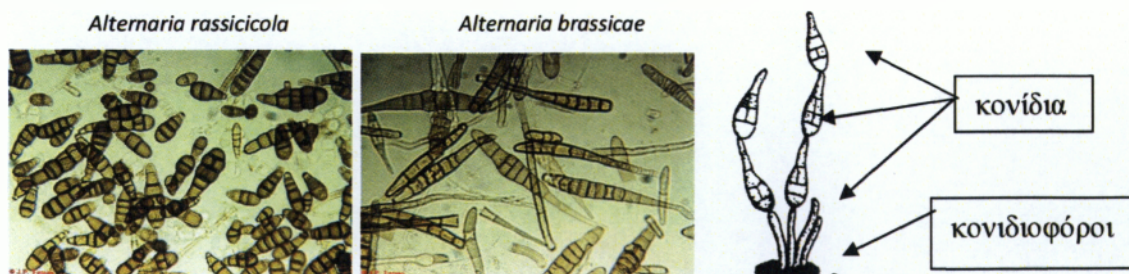
⇒ Αλτερναρίωση (σκούρα ή μαύρη κηλίδωση, ή πρώιμος Περονόσπορος) (Black Mold Rot)

Παθολογικό αίτιο: γένος *Alternaria*. Τάξη: *Moniliales*, Οικογένεια *Moniliaceae* των **Αδηλομυκήτων (Δευτερομυκήτων)**

Η αλτερναρίωση, προσβάλλει ιδιαίτερα τις πατάτες, ντομάτες, γλυκοπατάτες, πιπεριές, μελιτζάνες, αγγούρια, μαρούλια, λάχανο, κουνουπίδι.

Είδη: *A. solani*, *A. alternata* (συν. *Alternaria tenuis*), *A. brassicae* και *A. brassicicola*.

Έχουν κονίδια (δικτυοσπόρια) μεγάλα «πολυκύτταρα» με χρώμα ανοιχτό καστανό ως μαύρο, εμφανίζονται σε αλυσίδες σε κοντούς κονιδιοφόρους. Εύκολα μεταφέρονται μέσω του αέρα. Η είσοδος του παθογόνου μπορεί να γίνει μέσω πληγών, φυσικών ανοιγμάτων ή και με απ' ευθείας διάτρηση. Διαχειμάζει με τη μορφή κονιδίων, γλαμυδοσπορίων και μυκηλίου (σαπροφυτικά), σε έδαφος και φυτικά υπολείμματα. Ευνοείται από υψηλή υγρασία. Η εξέλιξη ασθένειας σταματά με θερμό και ξηρό καιρό.



Εικόνα 4.3 Τα κονίδια και οι κονιδιοφόροι των ειδών μυκήτων του γένους *Alternaria*

Η αλτερναρίωση προκαλεί επίπεδες ή βυθισμένες, επιφανειακές ή ενδοκάρπιες καστανές ή μαύρες σήψεις διαφόρων μορφών σε νωπούς καρπούς και λαχανικά. Οι άκρες τους έχουν συχνά πορφυρό χρώμα σε αντίθεση με το κέντρο τους που είναι μαύρο. Οι προσβολές συντελούνται και προσυλλεκτικά. Οι κηλίδες στους προσβεβλημένους καρπούς είναι στρογγυλές, ελαφρά βυθισμένες, χρώματος καφέ σκούρου ή μαύρου, περιβαλλόμενες από κόκκινη άλω. Αρχικά, αναπτύσσονται επιφανειακά και με την πάροδο του χρόνου μεγεθύνονται και εισχωρούν βαθιά μέσα στη σάρκα. Η κηλίδωση εμφανίζεται στους καρπούς από τον Ιούνιο και συνεχίζεται μετασυλλεκτικά. Τα βολβώδη αποκτούν εσωτερικά καφέ ξηρή φελλώδη υφή, στη συνέχεια η υφή τους γίνεται υγρή και αποκτά κίτρινο – πράσινο χρώμα. Τα προσβεβλημένα μέρη του φυτού εμφανίζουν τη χαρακτηριστική μαύρη εξάνθηση με βελούδινη υφή που αποτελείται από τα αγενή σπόρια του μύκητα (κονίδια σε κονιδιοφόρους). Επειδή σε πολλές περιπτώσεις αναφέρεται η συνύπαρξη του μύκητα με είδη του γένους *Stemphylium*, πολλοί επιστήμονες θεωρούν και αυτόν το μύκητα ως παθογόνο αίτιο της «μαύρης σήψης».

⇒ Τεφρά σήψη. (*Botrytis Vite Rot* ή *Gray Mold Rot*)

Παθολογικό αίτιο: γένος *Botrytis*. Τάξη: **Moniliales**. Οικογένεια: **Moniliaceae** των **Αδηλομυκήτων (Δευτερομυκήτων)**. Είδος: *B. cinerea.*, *B. allii* (βολβώδη λαχανικά).

Το παθογόνο δύναται να προσβάλλει τα προϊόντα αρκετά πριν τη συγκομιδή τους. Σχεδόν όλοι οι νωποί καρποί (αχλάδια, μήλα, ροδάκινα, σταφύλια), λαχανικά (τομάτα, αγγούρι, μαρούλι κ.α.) και βολβοί (κρεμμύδια, σκόρδα, καρότα κ.α.) προσβάλλονται από την ασθένεια αυτή κατά την αποθήκευση τους αλλά και κατά την καλλιεργητική περίοδο. Τα κονίδια του μύκητα είναι ωοειδή, ελλειψοειδή, μονοκύτταρα και παράγονται πολλά μαζί στις άκρες των διακλαδιζομένων κονιδιοφόρων. Το χειμώνα βρίσκεται με τη μορφή μικρών μαύρων σκληρωτίων προσκολλημένων σε προσβεβλημένους φυτικούς ιστούς ή σαπροφυτικού μυκηλίου σε διάφορα φυτικά υπολείμματα. Την άνοιξη, με μέτρια θερμοκρασία και υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία, τα σκληρώτια βλαστάνουν και σχηματίζονται άφθονα σπόρια (κονίδια) τα οποία μεταφέρονται με τον αέρα και προσβάλλουν τα άνθη των καλλιεργειών. Ο μύκητας απαντάται κυρίως με τη μορφή μυκηλίου σε

προσβεβλημένους ιστούς και σε πιο περιορισμένη κλίμακα με τη μορφή κονιδίων στην επιφάνεια υγίων καρπών.



Εικόνα 4.4 Κονιδιοφόροι , κονίδια και σκληρώτια του μύκητα του γένους *Botrytis*

Οι μύκητες του γένους *Botrytis* προκαλούν σήψεις χρώματος γκρι-καστανού. Η σήψη παρουσιάζεται αρχικά ως ένα ελαφρύ μαύρισμα στους ιστούς που εξελίσσονται σε καφέ σήψη με σαφή όρια και διεισδύει ταχύτατα στο φυτικό ιστό. Στους περισσότερους ξενιστές στην επιφάνεια των προσβεβλημένων με τεφρή σήψη ιστών αναπτύσσεται μια γκρι εξάνθηση με βελούδινης υφής («μούχλα») που αποτελείται από τα κονίδια και κονιδιοφόρους του μύκητα.

Μετά την καρπόδεση ο μύκητας επαναδραστηριοποιείται και σχηματίζει χαρακτηριστική νεκρωτική κηλίδα στην περιοχή του κάλυκα ή του ποδίσκου των καρπών. Στους άγουρους καρπούς ο μύκητας αναπτύσσεται με πολύ αργό ρυθμό επειδή α) οι ιστοί δεν είναι πλούσιοι σε σάκχαρα και β) περιέχουν μυκοστατικές ουσίες. Πολλές φορές η μόλυνση παραμένει σε λανθάνουσα κατάσταση μέχρι τη συγκομιδή. Στην αποθήκη (συνήθως ψυγείο), η εξέλιξη του μύκητα είναι αρκετά διαφορετική. Παρά τη χαμηλή θερμοκρασία ο μύκητας επεκτείνεται γρήγορα λόγω του κατάλληλου υποστρώματος (ώριμοι καρποί πλούσιοι σε σάκχαρα). Το μυκήλιο αναπτύσσεται και προσβάλλει παρακείμενους καρπούς είτε με μηχανική είτε με ενζυματική δράση. Σε περιβάλλον υψηλής σχετικής υγρασίας εμφανίζεται η χαρακτηριστική σταχτιά μούχλα (κονιδιοφόροι και κονίδια του μύκητα). Μέσα στην αποθήκη ο μύκητας μπορεί να προκαλέσει καθολική καταστροφή της παραγωγής καθώς δύναται να αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες από 1 μέχρι 30°C.

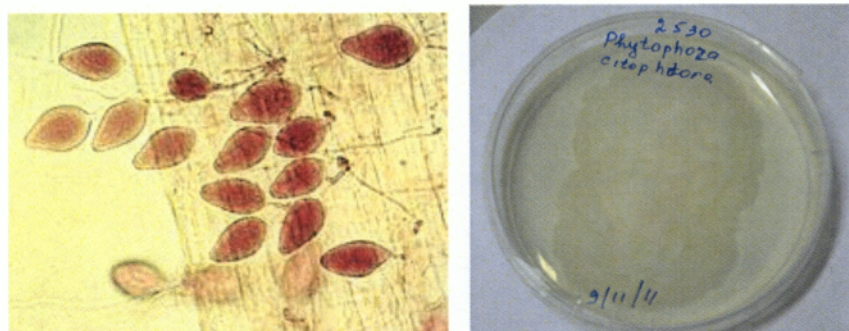
Στα βολβώδη λαχανικά η ασθένεια γίνεται αντιληπτή συνήθως μετά από αρκετές εβδομάδες αποθήκευσης. Παρατηρείται μαλακή σήψη των εξωτερικών χιτώνων του ανώτερου τμήματος των βολβών. Ο μύκητας προχωρεί προς τη βάση των προσβεβλημένων χιτώνων οι οποίοι γίνονται καστανοί και σπογγώδεις και

μοιάζουν σαν να είναι «βρασμένοι». Αν αφαιρεθούν οι εξωτερικοί χιτώνες αποκαλύπτεται μαύρη μάζα σκληρωτίων και τεφρά εξάνθηση. Σε προχωρημένο στάδιο οι βολβοί σαπίζουν και καλύπτονται από την πλούσια εξάνθηση του παθογόνου.

⇒ **Phytophthora**

Παθολογικό αίτιο: γένος: *Phytophthora* Τάξη: *Peronosporales*. Οικογένεια: *Pythiaceae*. των Οομυκήτων. Είδη: *Ph. citrophora*, *Ph. syringae*, *Ph. hibernalis*, *Ph. parasitica*.

Πρόκειται για μύκητες εδάφους, τα σπόρια των οποίων προσβάλλουν στον αγρό τους καρπούς στα χαμηλά σημεία («ποδιές») των εσπεριδοειδών κατά τη διάρκεια εντόνων βροχοπτώσεων με τα «πιτσιλίσματα» του νερού.



Εικόνα 4.5 Καλλιέργεια του μύκητα του γένους *Phytophthora* σε PDA, σποριαγγειοφόρος και ζωοσποριάγγεια του μύκητα.

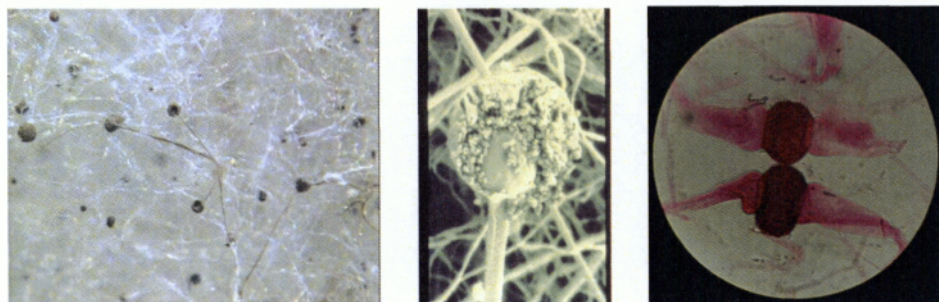
Η προσβολή εκδηλώνεται στην επιφάνεια του καρπού με την εμφάνιση ασαφούς ανοικτού καστανού μεταχρωματισμού. Στη συνέχεια εξελίσσεται σε μεγάλη καστανή κηλίδα, με ασαφή όρια και δερματώδη, σκληρή υφή. Η προσβολή επεκτείνεται γρήγορα σε βάθος και συχνά καλύπτει ολόκληρο τον καρπό. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι προσβεβλημένοι ιστοί είναι σκληροί, δεν βυθίζονται και δεν υποχωρούν στην πίεση. Η σήψη αναγνωρίζεται εύκολα στην αποθήκη από έντονη, χαρακτηριστική οσμή «ταγκίλας». Στην επιφάνεια των καρπών, σε συνθήκες υψηλής υγρασίας εμφανίζεται λευκή εξάνθηση από το μυκήλιο του μύκητα και τα αγενή σπόρια του. Οι υφές αυτές προκαλούν μόλυνση των παρακείμενων καρπών στα κιβώτια.

Ορισμένα είδη του μύκητα (*Rh. erythroseptica*) προκαλούν σοβαρές μετασυλλεκτικές σήψεις σε κονδύλους πατάτας. Η προσβεβλημένη σάρκα των κονδύλων έχει αρχικά λίγο βαθύτερο χρώμα από το κανονικό, αλλά αργότερα γίνεται ρόδινη, κόκκινη και τελικά καφετιάζει.

⇒ «Μαύρη μαλακή σήψη» (*Rhizopus Soft Rot* ή *Rhizopus Hairy Rot*)

Παθολογικό αίτιο: γένος: *Rhizopus* Τάξη: **Mucorales**. Οικογένεια: **Mucoraceae** . των Ζυγομυκήτων. Είδη: *Rh. stolonifer* (συν. *Rh. nigricans*)

Προσβάλλει πλήθος καρπών και λαχανικών. Προκαλεί μεγάλες ζημιές ιδιαίτερα σε καρπούς που διατηρούνται στο ύπαιθρο μετά τη συγκομιδή. Χαρακτηριστικό αυτής της ομάδας μυκήτων είναι οι ειδικοί σχηματισμοί από υφές (ριζοειδή), που μοιάζουν με ρίζες και διεισδύουν μέσα στον ξενιστή. Επί αυτών των σχηματισμών αναπτύσσονται τα αναπαραγωγικά όργανα του μύκητα, τα σποριάγγεια, με μεγάλο αριθμό μαύρων σπορίων. Το μυκήλιο του μύκητα εξαπλώνεται γρήγορα σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 20°C και όταν ο ξενιστής είναι πλούσιος σε σάκχαρα και νερό. Πιο ευαίσθητοι είναι οι καρποί με λεπτή φλούδα όπως τα ροδάκινα, τομάτα, πιπεριά, φράουλα κ.α.



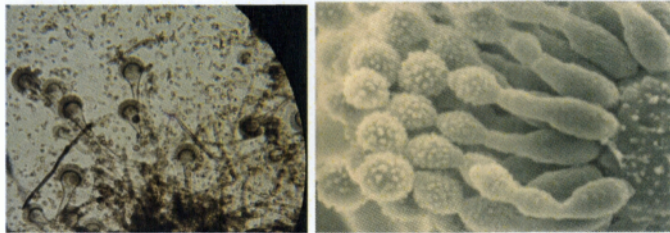
Εικόνα 4.6 Τα αγενή (στερεοσκόπιο) και εγγενή σπόρια των Ζυγομυκήτων του γένους *Rhizopus*

Οι προσβεβλημένοι ιστοί του φυτού στην αρχή καλύπτονται από λευκή εξάνθηση, παρόμοια του βοτρώτη. Αργότερα, σχηματίζονται οι μαύρες καρποφορίες του μύκητα, οπότε και η προσβολή ξεχωρίζει εύκολα από αυτή του βοτρώτη.

⇒ Τα είδη του γένους *Aspergillus*

Παθολογικό αίτιο: γένος: *Aspergillus*. Τάξη: **Moniliales**. Οικογένεια: **Moniliaceae** των Αδηλομυκήτων (Δευτερομυκήτων). Είδη: *A. niger*, *A. flatus*.

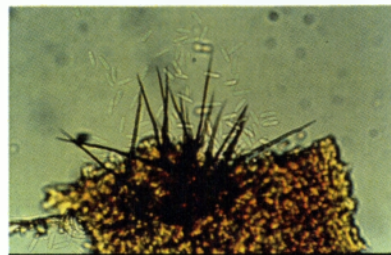
Οι κονιδιοφόροι του μύκητα παράγονται απ' ευθείας από το μυκήλιο και καταλήγουν σε μια κύστη. Στην επιφάνεια της κύστης εκφύονται ειδικά καρποφόρα φιαλοειδή κύτταρα, τα φιαλίδια, τα οποία παράγουν κονίδια σε αλυσίδες. Τα είδη του γένους *Aspergillus* προκαλούν σήψη σπορίων σε αποθηκευμένα προϊόντα, έχουν μορφή μαύρης μούχλας και παράγουν τοξίνες. Προσβάλλουν τα έμβρυα και καταστρέφουν τα σπόρια.



Εικόνα 4.7 Τα κονίδια και οι κονιοφόροι του μύκητα του γένους *Aspergillus*

⇒ Ανθρακνώσεις

Παθολογικό αίτιο: γένος: *Colletorichum*. Τάξη: *Melanconiales*. των Αδηλομυκήτων (Δευτερομυκήτων). Τα κονίδια φέρονται σε ακέρβουλα.



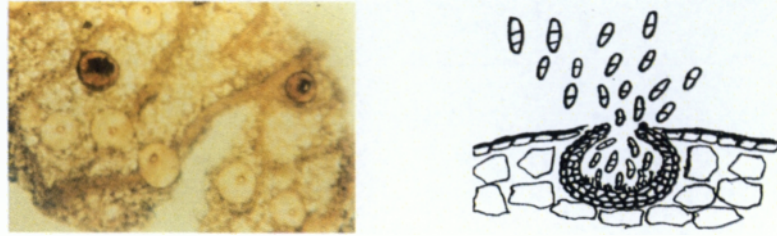
Εικόνα 4.8 Το Ακέρβουλο του μύκητα του γένους *Colletorichum*

Τα συμπτώματα προσβολών εμφανίζονται στο αγρό στα φυτά έξω και μέσα από το έδαφος ως σκοτεινές ανώμαλες ελλειπτικές κηλίδες, που έχουν αχυρώδες κέντρο με κόκκινη, πορτοκαλί ή καστανή περιφέρεια ανάλογα με την ποικιλία του φυτού ξενιστή. Στις κηλίδες εμφανίζονται ακέρβουλα με μάζες ροδόχρωμων μονοκύτταρων σπορίων με επίμηκες ή ωσειδές σχήμα, και ίσια ή ελαφρώς ληγμένα.

⇒ Σήψη στο στέλεχος του αραβοσίτου

Παθολογικό αίτιο: γένος: *Diplodia* Τάξη: *Sphaeropsidales* των Αδηλομυκήτων (Δευτερομυκήτων). Είδη: *D. zeae*.

Τα κονίδια είναι επιμήκη, με δύο ή τρία διαφράγματα και έχουν μέγεθος 13-33×3-7 μm. Στην αρχή εμφανίζονται καστανές νεκρωτικές κηλίδες, οι ιστοί αποσυντίθενται, και στα σημεία προσβολής εμφανίζονται γκρίζα έως μαύρα σφαιρικά πυκνίδια. Ο μύκητας σχηματίζει άσπρο βαμβακώδες μυκήλιο.



Εικόνα 4.9 Τα πυκνίδια του μύκητα του γένους *Diplodia* πάνω σε επίφάνεια του φυτού σε μορφή πολυστιγμίας, και το πυκνήδιο του μύκητα με χαρακτηριστικά κονίδια

4.2 Βακτηριολογικές υγρές σήψεις αποθηκευμένων προϊόντων

Η ύπαρξη των βακτηρίων είναι παντού, στα νεκρά ή ζωντανά σώματα ζώων και φυτών, στον αέρα, στο γλυκό ή αλμυρό νερό, βαθιά μέσα στη γη, στο πετρέλαιο ακόμα και στους πολικούς πάγους. Είναι παλιοί κάτοικοι της γης, και σε αυτά οφείλεται η ανάπτυξη της ατμόσφαιρας. Τα περισσότερα βακτήρια είναι σαπρόφυτα και ωφέλιμα, ενώ λίγα είδη είναι παράσιτα και παθογόνα για τον άνθρωπο και τα φυτά.

4.2.1 Κύρια χαρακτηριστικά των βακτηρίων

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι οργανισμοί με το μέγεθος τους να μην ξεπερνά τα 1 με 10 μm. Είναι προκαρυωτικοί οργανισμοί χωρίς πραγματικό πυρήνα, γιατί στερούνται την πυρηνική μεμβράνη. Το γενετικό υλικό βρίσκεται μέσα στο κυτταρόπλασμα συγκεντρωμένο σε μια περιοχή του κυττάρου και συνήθως αποτελείται από ένα μόνο κυκλικό χρωμόσωμα. Έχουν μόνο ένα κύτταρο με αρχέγονη δομή. Στερούνται χλωροφύλλες και σπάνιος είναι αυτότροφα με πηγή άνθρακα το CO₂ και ενέργεια την οξείδωση των S, NH₄, NO₂, Fe²⁺ και Mn²⁺. Τα ετερότροφα χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα και ενέργειας την οργανική ουσία. Τα περισσότερα χρησιμοποιούν χωρίς διάκριση εύκολα διασπώμενες οργανικές ενώσεις (σάκχαρα, άμυλο, πηκτίνες, κυτταρίνες) ως πηγή άνθρακα, και αμινοξέα, πεπτίδια και πρωτεΐνες ως πηγή αζώτου. Όσον αφορά την πηγή ενέργειας των

βακτηρίων είναι χημειότροφοι οργανισμοί. Επίσης, υπάρχουν βακτήρια που χρησιμοποιούν ανόργανες ενώσεις και λέγονται χημειολιθότροφοι ή μπορεί να χρησιμοποιούν οργανικές ενώσεις ως πηγή ενέργειας και καλούνται χημειοοργανότροφοι. Ο πολλαπλασιασμός τους γίνεται με απλή διχοτόμηση. Πολλά είδη βακτηρίων σε δυσμενής συνθήκες δημιουργούν αδρανείς σχηματισμούς, τα ενδοσπόρια. Σε αντίθεση με το κανονικό κύτταρο τα ενδοσπόρια (ή κύστες) έχουν παχύ τοίχωμα και είναι πολύ διαθλαστικά. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες του περιβάλλοντος τα ενδοσπόρια επαναφέρονται στη ζωή σαν κανονικό βακτηριακό κύτταρο. Η απαίτηση τους σε οξυγόνο μας βοηθά να διακρίνομαι τα βακτήρια σε δυο κατηγορίες, στα αερόβια και στα αναερόβια. Τέλος, το σχήμα του κυττάρου τους μας βοηθά να τα χωρίσουμε στις εξής πέντε κατηγορίες:

1. βακίλους με ραβδοειδές σχήμα (*Bacillus*, *Bacterium* – λέγονται και βακτηρίδια),
2. κόκκους με σφαιρικό σχήμα (*Coccus*),
3. δονάκια κυρτά, που μοιάζουν με κόμμα (*Vibrio*),
4. σπειρίλλια σπειροειδή (*Spirillum*),
5. νηματοειδή, που κατά τον πολλαπλασιασμό τους δεν αποχωρίζονται μεταξύ τους και σχηματίζουν αλυσίδες (*Streptomyces*).

4.2.2. Υγρές βακτηριακές σήψεις (*bacterial soft rots*)

Οι υγρές βακτηριακές σήψεις οφείλονται σε βακτήρια κυρίως των γενών *Erwinia* και *Pseudomonas*, αλλά και των *Bacillus* και *Clostridium*. Τα πιο σημαντικά είδη είναι τα *E. carotovora*, *E. chrysanthemi* και *P. fluorescens*.

Οι υγρές σήψεις από το βακτήριο του γένους *Pseudomonas* παρατηρούνται όταν επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες από αυτές που προκαλούνται από *Erwinia*. Τα βακτήρια αυτά, προσβάλλουν τα καλλιεργούμενα φυτά στον αγρό αλλά προκαλούν συχνά σοβαρές μετασυλλεκτικές σήψεις σε πολλά κηπευτικά όπως η πατάτα, το μαρούλι, το καρώτο, το κρεμμύδι κ.α.

Τα παθογόνα εισέρχονται από πληγές ή από φυσικά ανοίγματα (σε συνθήκες υψηλής υγρασίας). Η προσβολή εκδηλώνεται με το σχηματισμό μικρών υδατωδών κηλίδων που μεγαλώνουν γρήγορα. Οι προσβεβλημένοι ιστοί γίνονται υδαρείς και πολτώδεις. Τα βακτήρια διασπείρονται με τα εργαλεία, το ρουχισμό των

εργαζομένων και τους προσβεβλημένους φυτικούς ιστούς. Σχεδόν όλα τα κηπευτικά προσβάλλονται από βακτηριακές σήψεις οι οποίες εμφανίζονται αμέσως μετά την αποθήκευση των προϊόντων. Σημαντικές απώλειες παρατηρούνται και σε αποθηκευμένους βολβούς κρεμμυδιών. Οι προσβεβλημένοι χιτώνες μετατρέπονται πολύ σύντομα σε μια μαλακή, υγρή μάζα. Οι προσβεβλημένοι βολβοί είναι εύκολο να επισημανθούν γιατί με μια ελαφριά πίεση εξέρχεται βλενώδες υγρό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Μέθοδοι Αντιμετώπισης Εχθρών Αποθηκευμένων Γεωργικών Προϊόντων

Η προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων αποτελεί ένα θέμα που έχει απασχολήσει αρκετά τους ανθρώπους εδώ και χιλιάδες χρόνια, πιο συγκεκριμένα από τότε που ο άνθρωπος αποφάσισε να αποθηκεύει τα γεωργικά του προϊόντα. Αρκετά συχνά, τα αποθηκευμένα προϊόντα γίνονται 'καταφύγιο', τροφή ή και μέσω ανάπτυξης πολλών εντόμων. Όπως είδαμε στις προηγούμενες ενότητες, τα περισσότερα έντομα τα συναντάμε κυρίως στις αποθήκες σιτηρών ή στους αλευρόμυλους και για το λόγο αυτό τα μέτρα αντιμετώπισης σε αυτούς τους χώρους θεωρούνται αντιπροσωπευτικά.

Τα περισσότερα από τα έντομα που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι παγκοσμίως διαδεδομένα, ωστόσο η σπουδαιότητα του καθενός από περιοχή σε περιοχή (ακόμα και στην ίδια χώρα) διαφέρει. Η διαφοροποίηση των κλιματικών συνθηκών υπό τις οποίες γίνεται η αποθήκευση των προϊόντων έχει σαν αποτέλεσμα και την διαφοροποίηση της σύνθεσης του εντόμου ακόμη και μέσα στο ίδιο είδος προϊόντος. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η θερμοκρασία του προϊόντος αλλά και η υγρασία του τελευταίου είναι παράγοντες αποφασιστικής σημασίας για το ποια παράσιτα θα επικρατήσουν σε ένα τέτοιο πληθυσμό και θα παίξουν τον πιο ζημιογόνο ρόλο.

Πολλά παράσιτα έχουν αναλάβει ήδη αυτό το ρόλο πριν ακόμα γίνει η αποθήκευση του προϊόντος στις αποθήκες. Ωστόσο, αρκετά από αυτά ξεκινούν την προσβολή των προϊόντων μετά την συγκομιδή, μέσα στους αποθηκευμένους χώρους είτε βγαίνοντας από τα καταφύγια τους μέσα στον χώρο της αποθήκης είτε από προϊόντα που έχουν παραμείνει από πριν είτε από προϊόντα που εισάγονται στη συνέχεια και είναι προσβεβλημένα. Μάλιστα, υπάρχουν πολλά τέτοια καταφύγια αφού ένα χαρακτηριστικό των εν λόγω εντόμων είναι ότι δεν περιορίζει την προτίμηση του σε ένα μόνο είδος προϊόντος. Έτσι, κάθε προηγούμενο προϊόν που έχει παραμείνει στην αποθήκη ή οποιοδήποτε υπόλειμμα από τροφές ή

τρόφιμα σε μια αποθήκη μπορεί να αποτελέσει σπουδαία πηγή μόλυνσης για τα νεοεισαγόμενα προϊόντα. Τέλος, στα υπολείμματα αυτά συμπεριλαμβάνονται και εκείνα από προσβεβλημένες τροφές που παρέμειναν τοίχους ή χαραμάδες της αποθήκης, μηχανήματα ή σακιά, ακόμα και πάνω στα μέσα συγκομιδής και μεταφοράς των προϊόντων.

Για τους λόγους αυτούς, είναι σημαντικό να εμποδιστεί η είσοδος των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων μέσα στους χώρους φύλαξης τους, δηλαδή στην αποθήκη. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί, είτε με καλή δομή και κατασκευή της αποθήκης είτε με δημιουργία συνθηκών για την μη ανάπτυξη εντόμων μέσα σε αυτή. Η αντιμετώπιση τους λοιπόν, είναι ιδιαίτερα σημαντική και μπορεί να γίνει επιτευχθεί με διάφορους μεθόδους ή μέτρα, τα οποία θα παρουσιαστούν αναλυτικά στη συνέχεια.

5.1 Προληπτικά Μέτρα

Ένα από τα προληπτικά μέτρα για την σωστή αποθήκευση των προϊόντων αφορά την *δομή και κατασκευή της αποθήκης*. Πιο συγκεκριμένα, ο χώρος στον οποίο θα γίνει η αποθήκευση των προϊόντων θα πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις για την καλύτερη δυνατή συντήρηση των προϊόντων. Έτσι, οι τοίχοι, το δάπεδο και η οροφή του χώρου θα πρέπει να είναι λεία, χωρίς σχισμές, ρωγμές και άλλες ανωμαλίες όπου τα έντομα και τα ακάρεα μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν ως ιδανικό καταφύγιο. Η λεία επιφάνεια παίζει σημαντικό ρόλο μιας και διευκολύνει στη σωστή εφαρμογή των μέτρων υγιεινής. Τα παράθυρα, επίσης, θα πρέπει να είναι στεγανοποιημένα και καλυμμένα με κατάλληλη συρμάτινη σίτα για την αποφυγή εισόδου στο χώρο εντόμων. Σε υγρές περιοχές απαιτείται καλή στεγανοποίηση των δαπέδων και των τοίχων ώστε να διατηρηθεί η υγρασία του χώρου σε χαμηλά επίπεδα και να αποφευχθεί η ανάπτυξη μυκητών, βακτηρίων, ακάρεων και εντόμων. Τέλος, μια καλή μόνωση στην οροφή εμποδίζει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι και με τον τρόπο αυτό μειώνει τις πιθανότητες εμφάνισης εντόμων, ακάρεων και παθογόνων μικροοργανισμών.

Σημαντικό ρόλο για την σωστή αποθήκευση των γεωργικών προϊόντων παίζει και η *περίοδος αποθήκευσης* τους. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να αποφεύγεται η μακροχρόνια περίοδος αποθήκευσης των γεωργικών προϊόντων γιατί παίζει

σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών εντόμων και φυτοπαρασιτικών οργανισμών και μικροοργανισμών. Στην περίπτωση που η παραπάνω συνθήκη δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί, τότε θα πρέπει να γίνεται η ερμητική αποθήκευση τους αλλά και η χρήση χαμηλών θερμοκρασιών, μέθοδοι που θα βοηθήσουν στη σωστή συντήρηση του προϊόντος.

Η ερμητική αποθήκευση των προϊόντων, είναι μια μέθοδος που έχει τις ρίζες της στους αρχαίους λαούς της Αφρικής και της Ασίας μιας και ήταν οι πρώτοι που αποθήκευαν τα γεωργικά προϊόντα τους θάβοντας τα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στην τεχνική της ερμητικής αποθήκευσης, δεν υπάρχει ανανέωση του ατμοσφαιρικού αέρα κάτι που έχει σαν συνέπεια την μείωση του οξυγόνου (O_2) με παράλληλη αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) εξαιτίας της διαδικασίας της αναπνοής της πανίδας, της μικροχλωρίδας αλλά και του ίδιου του προϊόντος. Η μεγάλη αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα σε συνδυασμό με την μείωση του οξυγόνου έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ασφυκτικών συνθηκών οι οποίες εμποδίζουν την ανάπτυξη των εντόμων. Ωστόσο, ακόμα και κάτω από αυτές τις συνθήκες δεν είναι αρκετά δύσκολο να εξοντωθεί ο συνολικός αριθμός των εντόμων που υπάρχει στο προϊόν, και αυτό γιατί υπάρχει διαρροή αερίων μέσω των τοιχωμάτων και της οροφής αλλά και εξαιτίας της απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα τόσο από το προϊόν όσο και από το δομικά υλικά της αποθήκης, όπως το τσιμέντο και το χώμα. Υπάρχουν τρεις τρόποι ερμητικής αποθήκευσης, η υπόγεια, η ημιυπόγεια και η υπέργεια. Η υπόγεια αποθήκευση, ήταν ιστορικά η πρώτη που χρησιμοποιήθηκε. Παρά τα πλεονεκτήματα που έχει η χρήση του υπεδάφους, η υψηλή υγρασία και η δυσκολία στην φόρτωση και εκφόρτωση των προϊόντων είχαν σαν αποτέλεσμα την μη εφαρμογή της πρακτικής αυτής στη σύγχρονη εποχή. Ημιυπόγειες κατασκευές εφαρμόστηκαν στην Αργεντινή, στην Κύπρο και στην Κένυα και κυρίως αφορούσαν μακροχρόνια προστασία σε σπόρους σιτηρών. Οι υπέργειοι αποθηκευτικοί χώροι, είναι συνήθως μεταλλικά και τσιμεντένια σιλό. Ωστόσο, και αυτή η πρακτική αποθήκευσης εμφανίζει μειονεκτήματα. Στην περίπτωση των μεταλλικών σιλό, οι εναλλαγές στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της ημέρας (αύξηση της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ημέρας λόγω της θερμότητας και μείωση της τη νύχτα λόγω της ψύξης) έχει σαν αποτέλεσμα την μετακίνηση της υγρασίας με

αντίστοιχη ύγρανση του προϊόντος και ανάπτυξη μυκήτων και βακτηρίων. Όσον αφορά τα τσιμεντένια σιλό, η αεροστεγής σφράγιση είναι πιο δύσκολη από ότι στα μεταλλικά και με σημαντικό μειονέκτημα την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από το τσιμέντο των τοιχωμάτων που έχει σαν αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται επαρκής συγκέντρωση του αερίου αυτού.

Η ύπαρξη χαμηλών θερμοκρασιών είναι ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που έχει ιδιαίτερο ρόλο στην σωστή συντήρηση των προϊόντων. Συγκεκριμένα, σε θερμοκρασίες γύρω στους 13°C τα περισσότερα έντομα δεν αναπτύσσονται και μπορούν να χαρακτηριστούν ως ιδανικές. Ωστόσο, επειδή κάποιες φορές δεν είναι εφικτή αυτή η μείωση της θερμοκρασίας ακόμα και μια μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος της αποθήκης κατά 1-2 βαθμούς περιορίζει σημαντικά την ανάπτυξη των εντόμων.

Επίσης, ο περιορισμός της πλεονάζουσας υγρασίας πριν την αποθήκευση του προϊόντος παίζει καθοριστικό ρόλο στην σωστή συντήρηση του προϊόντος αφού παρεμποδίζει την ανάπτυξη πολλών επιβλαβών εντόμων. Η ξήρανση των προϊόντων πριν την αποθήκευση τους μπορεί να επιτευχθεί είτε με χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας είτε με την χρήση ειδικών θαλάμων σε ακτινοβολία φωτός.

Η συσκευασία των γεωργικών προϊόντων είναι ένα ακόμα μέτρο για την σωστή αποθήκευση αυτών. Εξαιτίας της συσκευασίας, τα άκμια δεν μπορούν να διεισδύσουν εύκολα στο προϊόν, ωστόσο ωτοκοούν πάνω στην επιφάνεια της συσκευασίας και στη συνέχεια οι προνύμφες μπορούν να εισέλθουν σε αυτά σχετικά εύκολα από μικρά κενά που δημιουργούνται στα σημεία σφράγισης πολλών ειδών συσκευασίας. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του μέτρου αυτού είναι ο εύκολος και αποτελεσματικός συνδυασμός της με άλλες μεθόδους όπως η χρήση ορισμένων εντομοκτόνων, η θέρμανση, οι ελεγχόμενες ατμόσφαιρες και η χρήση παρασιτοειδών.

Τέλος, η υγιεινή του χώρου αλλά και του εξοπλισμού της αποθήκης πριν χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση των προϊόντων είναι ίσως το σημαντικότερο μέτρο πρόληψης κατά των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Για τον λόγο αυτό, απαραίτητο θεωρείται το καθάρισμα των δαπέδων, των τοίχων και της οροφής όπως και των μηχανημάτων που υπάρχουν μέσα στο χώρο της αποθήκης. Σε περίπτωση που υπάρχουν ρωγμές, σχισμές ή διάφορες ανωμαλίες στους τοίχους

και στα πατώματα θεωρείται απαραίτητο να γίνεται κάλυψη τους με μονωτικό υλικό, ώστε να αποφευχθεί η συγκέντρωση εντόμων και υπολειμμάτων.

5.2 Φυσικές Μέθοδοι

Λέγοντας φυσικές μέθοδοι εννοούμε την χρήση διάφορων φυσικών παραγόντων που έχουν σαν στόχο την αντιμετώπιση ζωικών εχθρών. Τέτοιοι παράγοντες είναι: η θερμοκρασία (θερμότητα – ψύχος), η ακτινοβολία, αδρανείς σκόνες, ελεγχόμενες ατμόσφαιρες και ξηρασία.

5.2.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που καθορίζει τον ρυθμό του μεταβολισμού, την αναπαραγωγική δραστηριότητα, την ανάπτυξη, τη συμπεριφορά και την διασπορά των εντόμων μέσα στο χώρο της αποθήκης. Στο Πίνακα 5.1 μπορούμε να δούμε την αντίδραση των εντόμων στις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Ζώνη	Θερμοκρασία	Επίδραση
Θανάσιμη	>62	Θάνατος σε δευτερόλεπτα
	50-62	Θάνατος σε λεπτά
	45-50	Θάνατος σε ώρες
	35-42	Σταδιακός θάνατος μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού
Λιγότερο Ευνοϊκή	35	Αναστολή ανάπτυξης
	32-35	Καθυστέρηση ανάπτυξης
Ευνοϊκότερη	25-32	Μέγιστος αριθμός ανάπτυξης
Λιγότερο ευνοϊκή	13-25	Καθυστέρηση ανάπτυξης
Θανάσιμη	5-13	Αργός θάνατος
	3-5	Θάνατος σε ημέρες (μη εγκλιματισμένα είδη) αναστολή κίνησης
	(-10) - 5	Θάνατος σε εβδομάδες ή μήνες (εγκλιματισμένα είδη)
	(-25) – (-15)	Θάνατος σε λεπτά

Πίνακας 5.1 Αντίδραση των εντόμων αποθηκών στη θερμοκρασία

⇒ Ψύξη (Χαμηλή θερμοκρασία)

Η μείωση της θερμοκρασίας σαν μια μέθοδος καταπολέμησης των εντομών χαρακτηρίζεται ως μια πολύ καλή μέθοδος και ευρέως διαδεδομένη. Η επίδραση που ασκεί η χαμηλή θερμοκρασία σε ένα έντομο είναι διπλή, πρώτον επηρεάζει τον ρυθμό ανάπτυξης των εντόμων και δεύτερων συντελεί σημαντικά στη μείωση της επιβίωσης των εντόμων. Κατά συνέπεια, παρατηρείται μια σημαντική επιμήκυνση

του χρόνου που απαιτείται ώστε να φτάσει ο πληθυσμός του εντόμου σε σημείο που να προκαλέσει ζημιά στο γεωργικό προϊόν.

Όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης για την πλειονότητα των εντόμων κυμαίνεται μεταξύ 25-33°C, με τον ρυθμό ανάπτυξης τους να μειώνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες των 20°C και να μηδενίζεται σε θερμοκρασίες <13°C. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι όλα τα έντομα εξαιτίας της στασιμότητας στην ανάπτυξη τους πεθαίνουν αλλά έχουν την δυνατότητα να επαναδραστηριοποιηθούν στην περίπτωση ανόδου της θερμοκρασίας. Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν την ευαισθησία των εντόμων σε σχέση με την θερμοκρασία, όπως: το είδος του εντόμου, το επίπεδο πτώσης της θερμοκρασίας και η διάρκεια έκθεσης του εντόμου σε αυτήν, το στάδιο του βιολογικού κύκλου του εντόμου, τη σχετική υγρασία του αέρα, και ο εγκλιματισμός του εντόμου.

Ένα σημείο που θα πρέπει να επισημανθεί αφορά την εφαρμογή ψύξης στους αποθηκευτικούς χώρους, και συγκεκριμένα ότι δεν είναι δυνατή η ακαριαία πτώση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτούς αλλά η σταδιακή μείωση της μέχρι να φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την σταδιακή έκθεση των εντόμων σε ήπιες θερμοκρασίες πριν εκτεθούν στις θανάσιμες και συνεπώς παρέχεται επαρκής χρόνος σε αυτά για τον εγκλιματισμό τους σε αυτά και αύξηση της αντοχής τους στο κρύο, η οποία μπορεί να κυμανθεί σε μια κλίμακα από 1 μέχρι 2 φορές.

Τέλος, όσον αφορά τα συστήματα ψύξης που χρησιμοποιούνται στις αποθήκες, το πιο διαδεδομένο είναι αυτό που βασίζεται στον αερισμό του αποθηκευμένου προϊόντος μέσω της χρήσης εξωτερικού αέρα που εισάγεται στην αποθήκη μέσω ειδικών μηχανημάτων.

⇒ **Υψηλή θερμοκρασία**

Η υψηλή θερμοκρασία είναι μια ακόμα φυσική μέθοδος η οποία παίζει ρόλο στην προστασία των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Το ενδιαφέρον στην περίπτωση αυτή, είναι ότι η διαφορά μεταξύ της ευνοϊκής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας κατά την οποία παύει να αναπτύσσεται ένα έντομο είναι μόλις 5

βαθμοί (π.χ. για το έντομο *Sitophilus granaries*, ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης του είναι οι 29 °C ενώ στους 35 °C σταματά να αναπτύσσεται).

Γενικότερα, τα έντομα των αποθηκών μπορούμε να τα χωρίσουμε σε δυο κατηγορίες, σε αυτά που παρουσιάζουν μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης τους 30 °C, και σε αυτά που παρουσιάζουν μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης στους 26 °C. Ωστόσο, υπάρχουν λίγες ερευνητικές μελέτες οι οποίες αναφέρονται στην αντοχή των αποθηκών στις υψηλές θερμοκρασίες. Παρόλα αυτά, είναι γενικά αποδεκτό ότι η έκθεση σε 50 °C για δυο ώρες αντιμετωπίζει ικανοποιητικά τα περισσότερα έντομα αποθηκών, αν και τέτοιες θερμοκρασίες θα πρέπει να αποφεύγονται γιατί μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα στο προϊόν.

Τέλος, όσον αφορά τον τρόπο θέρμανσης των προϊόντων, αυτή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως: α) η χρήση αγωγών, β) τα συστήματα θερμού αέρα, δηλαδή η ρευστοποιημένη επιφάνεια και η κυλιόμενη επιφάνεια, και γ) μέσω ακτινοβολίας, υπέρυθρης, διηλεκτρικής θέρμανσης και φωτός.

5.2.2 Ακτινοβολία

Η χρήση της ακτινοβολίας ως μέθοδος για την προστασία διάφορων ειδών τροφίμων και αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, είναι μια μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται εδώ και αρκετά χρόνια. Ιστορικά, η πρώτη προσπάθεια απεντόμωσης αποθηκευμένου γεωργικού προϊόντος έλαβε χώρα σε ένα λιμάνι της Οντέσσας στην Ουκρανία. Επίσης, η απεντόμωση βρώσιμων γεωργικών προϊόντων με ακτινοβολία, έχει τύχει μερικής εφαρμογής και σε μερικές χώρες, όπως η Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Ρωσία, με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην Ελλάδα, έχουν γίνει δοκιμές από το βιολογικό εργαστήριο του «Δημόκριτου» για την απεντόμωση ξερών σύκων (Εμμανουήλ και Μπουχέλος 1996).

Κατά την εφαρμογή μεθόδων ακτινοβολίας, χρησιμοποιείται τόσο ιονίζουσα ακτινοβολία (δέσμη ακτίνων γ ή δέσμη ηλεκτρονίων) όσο και μη ιονίζουσα ακτινοβολία (δηλαδή, χρήση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας όπως ραδιοκύματα, υπέρυθρα κύματα, κύματα ορατού φωτός). Η δράση της ιονίζουσας ακτινοβολίας έχει να κάνει με την καταστροφή των οργανισμών προκαλώντας παραγωγή ιόντων, ελεύθερων ριζών ή ακόμα και σπάσιμο των χημικών δεσμών. Η παραγωγή ακτινών γ

από πηγή Κοβαλτίου, είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος ακτινοβόλησης αφού έχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα διείσδυσης.

Η ευαισθησία των εντόμων των αποθηκών απέναντι στην ακτινοβολία ποικίλει. Η ανθεκτικότητα σε αυτή έχει να κάνει με το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται το έντομο. Συγκεκριμένα, το ωο έχει την μικρότερη ανθεκτικότητα στην ακτινοβολία σε σχέση με το άκμαιο που χαρακτηρίζεται ως το περισσότερο δυσεξόντωτο. Γενικότερα, υπάρχουν δυο τρόποι για την εφαρμογή της ακτινοβολίας στα προσβεβλημένα προϊόντα. Στον πρώτο τρόπο, η εφαρμογή της γίνεται απευθείας στο προσβεβλημένο προϊόν, ενώ στον δεύτερο τρόπο γίνεται η απευθείας εφαρμογή της στα έντομα που έχει σαν στόχο την ελάττωση του πληθυσμού της. Ωστόσο, στην περίπτωση των εντόμων των αποθηκών, ο δεύτερος τρόπος δεν είναι αποτελεσματικός αφού τα έντομα συνεχίζουν να τρέφονται και να προκαλούν ζημιές στα προϊόντα. Σε ότι αφορά τις δόσεις της ακτινοβολίας για αποτελεσματική απεντόμωση, αυτές κυμαίνονται από 0,2-1 KGy (όπου το 1KGy=100 rads). Όταν οι δόσεις είναι πάνω από 10KGy, τότε υπάρχει κίνδυνος τοξικής επίδρασης στα προϊόντα και για τον λόγω αυτό απαιτούνται ειδικοί έλεγχοι πριν διατεθεί το προϊόν στην αγορά, ενώ για δόσεις μικρότερες των 10KGy δεν υπάρχει κίνδυνος τοξικής επίδρασης στο προϊόν και άρα δεν υπάρχει ανάγκη τοξικολογικού ελέγχου.

Το πλεονέκτημα της χρήσης ιονίζουσας ακτινοβολίας για την αντιμετώπιση των εντόμων των αποθηκών βασίζεται στο γεγονός ότι είναι μια μέθοδος που δεν αφήνει υπολείμματα στα προϊόντα και μάλιστα θεωρείται και ως η κατάλληλη μέθοδος για την προστασία τους. Όμως, η εύρεση της ελάχιστης ιδανικής δόσης ακτινοβολίας για το συγκεκριμένο προϊόν για το οποίο προορίζεται είναι μια αρκετά δύσκολη διαδικασία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι δόσεις ακαριαίας θανάτωσης είναι συνήθως απαγορευτικά υψηλές και για αυτό χρησιμοποιούνται χαμηλότερες έχοντας σαν σκοπό την αργή θανάτωση αλλά και στείρωση των εχθρών. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος εφαρμογής της και αυτό γιατί απαιτεί εξειδικευμένες εγκαταστάσεις.

5.2.3 Αδρανείς Σκόνες

Γυρίζοντας το χρόνο πίσω, ήδη από το 1920 γινόταν η εφαρμογή αδρανών σκονών για την αντιμετώπιση των εντόμων. Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά ήδη αδρανών σκονών: 1) το χώμα, 2) γη διατόμων, 3) πυριτικές ουσίες και 4) μη πυριτικές ουσίες.

Το χώμα, ο πηλός και η άμμος έχουν χρησιμοποιηθεί από παλιά ως εντομοκτόνα. Ο τρόπος εφαρμογής τους είναι με τη μορφή στρώματος που κάλυπτε τη μάζα του αποθηκευμένου προϊόντος, όμως η μεγάλη ποσότητα που απαιτείται για την κάλυψη του προϊόντος καθιστά την μέθοδο αυτή ακατάλληλη γιατί το ρυπαίνει σημαντικά.

Η γη διατόμων είναι πιο διαδεδομένη μέθοδος εφαρμογής αδρανών σκονών. Είναι μια φυσική ουσία που σχηματίζεται από την συσσώρευση απολιθωμένων καταλοίπων διατόμων από παλιές γεωλογικές περιόδους. Τα διάτομα είναι μικροσκοπικά μονοκύτταρα υδρόβια φυτά που καλύπτονται από ένα λεπτό κέλυφος πυριτίου. Το κύριο συστατικό αυτών των συγκεντρώσεων είναι το πυρίτιο αλλά περιέχονται και μικρές ποσότητες άλλων ορυκτών όπως οξείδιο του σιδήρου, μαγνήσιο, νάτριο και ασβέστιο. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες αυτής οι οποίες ζουν τόσο σε γλυκά νερά όσο και σε θαλασσινά νερά. Ως φυτό, η γη διατόμων βρίσκεται στη βάση της τροφικής αλυσίδας, ενώ όταν νεκρωθεί αυτό που παραμένει είναι κάποιοι λεπτοί σκελετοί που μοιάζουν με μικροσκοπικά κοσμήματα. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της γης διατόμων είναι ότι σε αντίθεση με τα υπόλοιπα φυτά που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για να συνθέσουν την κελουλόζη των κυταρικών τοιχωμάτων, χρησιμοποιεί την εκχύλιση ακρυστάλλωτου διοξειδίου του πυριτίου από το νερό για να χτίσει ένα δυνατό τοίχωμα με συμμετρικές τρύπες³. Η εφαρμογή της για την καταπολέμηση των εντόμων των αποθηκών είναι μια αναπτυσσόμενη μέθοδος. Όσον αφορά τον τρόπο δράσης της πάνω στα έντομα, αυτή αποσκοπεί στην ξήρανση του εντόμου. Τα έντομα πεθαίνουν όταν χάσουν το 60% του ύδατος τους και το 30% του βάρους τους. Το πυρίτιο είναι μια χημική ουσία η οποία απορροφά και συγκρατεί ποσότητες ελαιωδών και κηρωδών ουσιών τρεις φορές του βάρους του. Έτσι λοιπόν, καθώς τα έντομα έρχονται σε επαφή με την παραπάνω σκόνη, αυτή απορροφά τις κηρώδεις

³ http://www.enochimiki.gr/Introduction_Diatomaceus_Earth..pdf (τελευταίος έλεγχος 20.11.2012)

ουσίες του εξωσκελετού κάτι που οδηγεί σταδιακά στη νέκρωση του εντόμου. Επιπλέον, παρατηρώντας την γη διατόμων στο μικροσκόπιο μπορούμε να δούμε ότι τα άκρα των κόκκων της είναι τόσο αιχμηρά που θυμίζουν σπασμένα γυαλιά. Έτσι, αν κάποιο έντομο περπατήσει πάνω στην σκόνη αυτή θα προκαλέσει στην σκελετική του δομή τραυματισμούς, όπου σε συνδυασμό με το παραπάνω χαρακτηριστικό θα προκαλέσει αφυδάτωση στο έντομο και συνεπώς θα πεθάνει.

5.2.4 Ελεγχόμενες ατμόσφαιρες

Με τον όρο ελεγχόμενες ατμόσφαιρες, αναφερόμαστε στην αλλαγή της συγκέντρωσης ορισμένων συστατικών αερίων της ατμόσφαιρας της αποθήκης, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το οξυγόνο (O_2), και το άζωτο (N_2) ώστε να δημιουργηθεί ένα 'εχθρικό' περιβάλλον για την ανάπτυξη των εντόμων. Ένα τέτοιο περιβάλλον είναι δυνατό να δημιουργηθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

1. Με την προσθήκη αερίου ή στερεού CO_2 ,
2. Με την προσθήκη αερίου με ελάχιστο O_2 ,
3. Μέσω κάποιων μεταβολικών διεργασιών οι οποίες μειώνουν το O_2 και αυξάνουν το CO_2 .

Η επιλογή αυτής της μεθόδου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως ο τύπος της αποθήκης, οικονομικούς παράγοντες, υπάρχουσες δυνατότητες. Όσον αφορά στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής, υπάρχουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως ότι καταπολεμούν όχι μόνο έντομα αλλά και ακάρεα και μύκητες, δεν αφήνουν υπολείμματα και δεν επηρεάζουν αρνητικά το προϊόν. Στα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής, συναντάμε την αναγκαιότητα αεροστεγούς σφράγισης της αποθήκης αλλά και ο ειδικός εξοπλισμός που απαιτείται για τη διοχέτευση των αερίων.

5.2.5 Ξηρασία

Τέλος, μια άλλη φυσική μέθοδος για την προστασία των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων είναι η ξηρασία. Ο λόγος είναι ότι τα έντομα δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε ατμόσφαιρες όπου το περιβάλλον είναι ιδιαίτερα ξηρό. Συγκεκριμένα, η χαμηλή σχετική υγρασία προκαλεί θνησιμότητα τόσο σε μύκητες όσο και σε ακάρεα αποθηκών τα οποία και δεν μπορούν να επιβιώσουν σε περιβάλλοντα με σχετική υγρασία μικρότερη του 70%.

5.3 Μηχανικές Μέθοδοι

Η αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών από τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα με μηχανικά μέσα, επικεντρώνεται στην απομάκρυνση των εντόμων από το προσβεβλημένο προϊόν. Αυτό πραγματοποιείται μέσω της άμεσης μηχανικής απεντόμωσης.

Η χρήση κόσκινου το οποίο θα συγκρατεί το προϊόν και θα αφήνει τα έντομα είναι μια κλασική μέθοδος που εφαρμόζεται. Μάλιστα με την χρήση αυτής της μεθόδου γίνεται, θα λέγαμε, μια διαλογή η οποία απομακρύνει εκτός από τα έντομα και άλλες ξένες ύλες από το προϊόν. Η μέθοδος αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη στους αλευρόμυλους όπου τα άλευρα εκεί περνούν από 5 διαφορετικά κόσκινα ώστε να γίνει η σωστή εκκαθάριση του προϊόντος. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος έχει σημαντικά μειονεκτήματα όπως η αδυναμία για την ολική απομάκρυνση των εντόμων και η αποτελεσματικότητα της για έντομα που βρίσκονται εντός του σπόρου ή άλλου προϊόντος.

Μια άλλη μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί χωρίς ιδιαίτερα αποτελέσματα είναι η χρήση ρεύματος αέρα υψηλής ταχύτητας, κατά την διάρκεια της οποίας γίνεται προσπάθεια απομάκρυνσης των εντόμων από την επιφάνεια του προϊόντος.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την άμεση μηχανική καταπολέμηση των εντόμων αποθηκών είναι η χρήση φυγοκεντρικών μηχανών. Οι μηχανές αυτές κάνουν χρήση της φυγόκεντρου δύναμης ώστε να καταστρέψουν και να συνθλίψουν τα έντομα και τους προσβεβλημένους σπόρους. Τέτοιες μηχανές συναντάμε σε αλευρόμυλους όπου τοποθετούνται στη γραμμή παραγωγής πριν αλλά και μετά το στάδιο της αλευροποίησης των σπόρων. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι ότι η ταχύτητα περιστροφής και η δύναμη πρόσκρουσης είναι τέτοια ώστε να καταστρέφει αποκλειστικά τα έντομα και τους προσβεβλημένους σπόρους και ταυτόχρονα να αφήνει άθικτους τους υγιείς.

5.4 Βιοτεχνολογικές Μέθοδοι

Στις βιοτεχνολογικές μεθόδους προστασίας αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, συναντάμε δυο μεθόδους: τις φυτοχημικές ουσίες φυτικής προέλευσης και τις ανθεκτικές ποικιλίες. Πιο αναλυτικά, όσον αφορά τις φυτοχημικές ουσίες, τα φυτά αποτελούν 'εργοστάσια' παραγωγής διαφόρων εντομοκτόνων ή εντομοαπωθητικών

ουσιών τα οποία και τις χρησιμοποιούν ως άμυνα στα έντομα εχθρούς. Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί τέτοιες ουσίες αρκετές φορές ενάντια στα έντομα των αποθηκών. Τέτοιες ουσίες είναι τα φυτικά ελαία, τα αιθέρια έλαια και κονιορτοποιημένα φυτά. Η εφαρμογή αυτών των ουσιών γίνεται με ανάμιξη, ψεκασμό στο προϊόν ή με τη μορφή ατμών.

Η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο στην προστασία πολλών καλλιεργειών από τα έντομα. Οι ανθεκτικές ποικιλίες είναι φυτά-ξενιστές τα οποία προήλθαν από φυσική επιλογή υπό φυσικές ή τεχνητές συνθήκες προσβολής, είτε από γενετικές τροποποιήσεις. Οι ανθεκτικές ποικιλίες αποθηκευμένων προϊόντων αφορούν αποκλειστικά ποικιλίες σπόρων, σιτηρών και οσπρίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Οι χειρισμοί της βιολογικής αντιμετώπισης που εφαρμόζονται για τη μείωση των μετασυλλεκτικών ασθενειών

6.1 Τρόποι εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης

Η βιολογική αντιμετώπιση για τη μείωση των μετασυλλεκτικών ασθενειών μπορεί να εφαρμοστεί με τρεις διαφορετικές τεχνικές, οι οποίες είναι: η εισαγωγή των φυσικών εχθρών (importation), η αυξητική (augmentation) του πληθυσμού των φυσικών εχθρών και τέλος, η διατήρηση (conservation) του πληθυσμού των φυσικών εχθρών. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ανεξάρτητα η μια από την άλλη είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους.

Πιο αναλυτικά, η εισαγωγή (importation) των φυσικών εχθρών χαρακτηρίζεται ως μια κλασική μέθοδος βιολογικής καταπολέμησης. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται όταν ο στόχος της βιολογικής καταπολέμησης είναι ένα παράσιτο εξωτικής προέλευσης, δηλαδή εφαρμόζεται σε παράσιτα τα οποία δεν ανήκουν στην χώρα στην οποία εφαρμόζονται αλλά έχουν εισαχθεί είτε τυχαία σε αυτή είτε σκόπιμα. Η είσοδος των οργανισμών αυτών σε μια χώρα δεν σημαίνει αυτόματα και την εγκαθίδρυση τους, ωστόσο ακόμα και αν αυτό γίνει αυτό δεν συνιστά ότι οι οργανισμοί αυτοί θα μεταμορφωθούν σε παράσιτα. Παρόλα αυτά, η μετατροπή τους σε παράσιτα είναι κάτι αναμενόμενο να γίνει, εξαιτίας της έλλειψης φυσικών εχθρών για την μείωση του πληθυσμού τους. Για τον λόγο αυτό, λοιπόν, η είσοδος φυσικών εχθρών, χαρακτηρίζεται ως μια αποτελεσματική τεχνική για την μείωση του πληθυσμού τους. Το πρώτο βήμα για την εύρεση εκείνων των φυσικών εχθρών, που θα είναι κατάλληλοι για την αντιμετώπιση των εν λόγω παρασίτων, γίνεται μέσω της αναγνώρισης της καταγωγής των παρασίτων. Στη συνέχεια, το δεύτερο βήμα αφορά την αναζήτηση των φυσικών εχθρών ενάντια σε αυτά τα παράσιτα, και τέλος, το τρίτο βήμα αφορά στην αξιολόγηση των εν λόγω φυσικών εχθρών και για το πόσο αποτελεσματικοί είναι για την αντιμετώπιση τους (Landis and Orr 2009).

Η *αυξητική* (augmentation) είναι μια ακόμα τεχνική που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της βιολογικής καταπολέμησης. Ο σκοπός αυτής της τεχνικής αφορά στην διαχείριση των φυσικών εχθρών ώστε να αυξηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Η αύξηση της αποτελεσματικότητάς τους μπορεί να επιτευχθεί με δυο τρόπους, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, είτε σε συνδυασμό. Ο πρώτος τρόπος αφορά στην μαζική παραγωγή τους και την περιοδικό αποικισμό τους ενώ ο δεύτερος στη γενετική ενίσχυση των φυσικών εχθρών. Από τους δυο αυτούς τρόπους, αυτός που χρησιμοποιείται κυρίως είναι ο πρώτος. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η παραγωγή των φυσικών εχθρών σε ειδικούς χώρους που αποκαλούνται εντομοτροφεία, και τα οποία ελευθερώνονται είτε μέσω της απελευθέρωσης ενώ σχετικά μικρού αριθμού φυσικών εχθρών, με τον οποίο προσδοκείται να αποικίσουν, αναπαραχθούν και να εξαπλωθούν φυσικά στην περιοχή στην οποία χρησιμοποιούνται (inoculative release), είτε μέσω της απελευθέρωσης ενός μεγάλου αριθμού φυσικών εχθρών οι οποίοι θα επιφέρουν άμεσα υψηλή θνησιμότητα στον πληθυσμό των παρασίτων (inundative release). Η τεχνική της αυξητικής χρησιμοποιείται συνήθως στις περιπτώσεις όπου ο πληθυσμός των φυσικών εχθρών είναι είτε δεν υπάρχει είτε δεν είναι ικανός να ανταποκριθεί αρκετά γρήγορα για την αντιμετώπιση του πληθυσμού των παρασίτων. Για τον λόγο αυτό, η αυξητική δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια τεχνική που έχει τη δυνατότητα να καταστείλει την ύπαρξη των επικίνδυνων παρασίτων, σε αντίθεση με την εισαγωγή και την συντήρηση (Landis and Orr 2009).

Τέλος, η τρίτη τεχνική που χρησιμοποιείται και θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, αφορά στη διατήρηση (conservatism) του πληθυσμού των φυσικών εχθρών. Κατά την εφαρμογή της τεχνικής αυτής, ο σκοπός της είναι να εντοπιστούν οι παράγοντες εκείνοι οι οποίοι μπορούν να επιδράσουν στην αποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών και, στη συνέχεια να τους τροποποιήσουν με τέτοιο τρόπο ώστε να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά των ωφέλιμων ειδών. Δηλαδή, η τεχνική της διατήρησης έχει σαν στόχο είτε να μειώσει τους παράγοντες που παρεμβαίνουν στους φυσικούς εχθρούς είτε να τους παρέχει τις πηγές εκείνες που χρειάζονται ώστε να ενισχύσουν το περιβάλλον τους (Landis and Orr 2009).

6.2 Παραδείγματα φυσικών εχθρών που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των μετασυλλεκτικών ασθενειών

Οι φυσικοί εχθροί των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ανήκουν σε δυο κατηγορίες στα έντομα και στα παθογόνα. Στη συνέχεια, θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση μερικών φυσικών εχθρών που ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες, πιο συγκεκριμένα στα παρασιτοειδή και στα ακάρεα, και χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των μετασυλλεκτικών ασθενειών των γεωργικών προϊόντων.

6.2.1 Παρασιτοειδή

Μια άλλη ταξινόμηση των παρασιτοειδών που συναντάμε στις αποθήκες, βασίζεται στους ξενιστές τους, δηλαδή στα προϊόντα που αυτά που παρασιτούν. Σύμφωνα λοιπόν με αυτή τη διάσταση, η ταξινόμηση αυτή είναι η ακόλουθη:

- έντομα διατρεφόμενα εντός σπόρων,
- έντομα διατρεφόμενα εκτός σπόρων ή άλλων προϊόντων,
- έντομα διατρεφόμενα επί ιδιαιτέρων προϊόντων (όπως, καπνός, μπαχαρικά, μαλλί, αποξηραμένα φυτά κ.α.),
- έντομα που προσβάλλουν τα προϊόντα σε χώρους μεταποίησης και συσκευασίας.

α. Παρασιτοειδή Εντόμων Εντός των Σπόρων

Το χαρακτηριστικό των εντόμων αυτών είναι ότι μεγάλο μέρος του βιολογικού τους κύκλου το περνούν εντός των σπόρων. Τέτοια είναι τα *Sitophilus spp.*, *Rhyzopertha dominica*, πολλά *Bruchidae*, *S. cerealella*, και *P. truncatus* (Mital 1969). Τα παρασιτοειδή που επιτίθενται στα έντομα αυτά ανήκουν στα Υμενόπτερα. Συγκεκριμένα, τα παρασιτοειδή αυτά περπατούν ανάμεσα στους σπόρους, εντοπίζουν το προσβεβλημένο σπόρο στον οποίο υπάρχει η ατελή μορφή του ξενιστή. Στη συνέχεια τρυπούν με τον ωοθέτή τους τον σπόρο και ωοτοκούν είτε στο εσωτερικό είτε κοντά του σώματος του ξενιστή. Το επόμενο βήμα είναι η προνύμφη του παρασιτοειδούς να αρχίσει να εκκολάπτεται και μετά να τρέφεται επί της προνύμφης ή της νύμφης του ξενιστή. Τέλος, νυμφώνεται μέσα στον σπόρο από όπου και εξέρχεται το ακμαίο παρασιτοειδές.

Τα χαρακτηριστικό των παρασιτοειδών της κατηγορίας αυτής είναι ότι έχουν την ικανότητα να παρασιτίσουν περισσότερους από έναν ξενιστές, επειδή η προνύμφη τους βρίσκεται έξω από τον ξενιστή. Μερικά παρασιτοειδή αυτής της κατηγορίας είναι τα:

♦ *Anisopteromalus calandrae* (A. c.)

Το *Anisopteromalus calandrae* (A.c.) είναι ένα παρασιτοειδές που παρασιτεί τα έντομα *Sitophilus* spp., *Rhyzopertha dominica*, πολλά *Bruchidae*, *S. cerealella*, και *P. truncatus* όπως και τα *Lasioderma serricorne* (Ahmed and Katun 1988), *Stegobium raniceum* και *Caulophilus oryzae* (Peck 1963). Ο παρασιτισμός από το A.c. γίνεται μόνο υπό την προϋπόθεση ο ξενιστής να βρίσκεται εγκλεισμένος στο εσωτερικό του σπόρου. Εξαιτίας του ευρέως φάσματος των ξενιστών, το καθιστά ως ένα από τα παρασιτοειδή που συναντάμε πιο συχνά στις αποθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που το καθιστά ένα από τα πιο μελετημένα παρασιτοειδή αποθηκών.

♦ *Theocolax elegans* (Th. e.)

Το *Theocolax elegans* είναι και αυτός σημαντικός φυσικός εχθρός των *Sitophilus* spp. και του *R.dominica*. Τον συναντάμε συχνά μαζί με το A. c. μιας και παρασιτούν τους ίδιους εχθρούς και μάλιστα ανταγωνίζονται μεταξύ τους. Μεταξύ αυτών των δυο το A. c. είναι πιο αποτελεσματικό και περιορίζει τη δράση του *Th. e.* (Wen and Brower 1995).

♦ *Lariophagus distinguendus*

Το *Lariophagus distinguendus* είναι ένα εκτοπαρασιτοειδές πολλών Κολεοπτέρων των αποθηκών. Οι ξενιστές του είναι κυρίως τα είδη *Sitophilus oryzae*, *S. Granaries*, *R. dominica*, *S. raniceum*, και *Gybium psylloides*. Είναι ένα από τα πρώτα παρασιτοειδή αποθηκών που προκάλεσε το ενδιαφέρον των ερευνητών, με αντικείμενο μελέτης τους την βιολογία του, όπως και την προτίμηση του στους ξενιστές. Οι πιο πρόσφατες μελέτες επικεντρώνονται στην επίδραση της θερμοκρασίας (Hong and Ryou 1991; Ryou et al. 1991), τη λειτουργική του αντίδραση (Shin et al. 1994), τον ανταγωνισμό του με άλλα παρασιτοειδή (Ryou et al. 1996) και τη συμπεριφορά του επί διαφόρων ξενιστών (Ambriz et al. 1996).

β. Παρασιτοειδή εντόμων εκτός των σπόρων

Ο αριθμός των παρασιτοειδών που παρασιτοειδούν τα έντομα εκείνα που ζουν εξωτερικά των αποθηκευμένων σπόρων είναι επίσης μια ακόμα σημαντική ομάδα. Μερικά παραδείγματα τέτοιων παρασιτοειδών είναι:

♦ *Trichogramma* spp. *Trichogrammatidae*

Τα παρασιτοειδή που ανήκουν στην κατηγορία των *Trichogramma* είναι αυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο για την αντιμετώπιση των λεπιδόπτερων εχθρών των καλλιεργειών. Τα έντομα των αποθηκών που ωτοκοούν τα αυγά τους στο εξωτερικό των σπόρων, αποτελούν έναν πολύ καλό ξενιστή ώστε να αναπαραχθούν τα εν λόγω παρασιτοειδή. Το χαρακτηριστικό τους είναι ότι τα παρασιτοειδή αυτά είναι περισσότερο εξειδικευμένα στο προϊόν και όχι τόσο στον ξενιστή (Burks 1979). Τα *T. brassicae*, *T. carverae*, *T. evanescens*, *T. minutum*, *T. Pretiosum*, *C. cautella*, *C. figuliella*, και *Ephestia elutella* είναι κάποια από τους πιο σημαντικούς φυσικούς εχθρούς των Λεπιδόπτερων και έχει αποδειχτεί ότι είναι και αρκετά αποτελεσματικοί παράγοντες κατά την εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης των εχθρών αυτής της κατηγορίας.

♦ *Venturia canescens*

Το *Venturia canescens* (*V. c.*) είναι ένα είδος που το συναντάμε συχνά σε αλευρομύλους και σιταποθήκες. Είναι παρασιτοειδές προνυμφών πάρα πολλών Λεπιδοπτέρων. Το *V. c.* είναι ένα μονήρες, παρθενογενετικό, και ενδοπαρασιτοειδές με μακρύ ωσθέτη. Το χαρακτηριστικό του αυτό, του προσφέρει την δυνατότητα να εντοπίζει την προνύμφη-ξενιστή ακόμα και κάτω από στρώμα προϊόντος πάχους έως και 1cm και έτσι να εισάγει σε αυτήν ένα ή περισσότερα ωά. Ωστόσο, από κάθε παρασιτισμένη προνύμφη εξέρχεται μόνο ένα παρασιτοειδές.

♦ *Habrobracon hebetor*

Το παρασιτοειδές *Habrobracon hebetor* δείχνει προτίμηση στις ανεπτυγμένες προνύμφες και συχνά αναζητά τον ξενιστή του σε θέσεις νυμφώσεως. Για τον λόγο αυτό, οι προνύμφες των λεπιδοπτέρων της οικογένειας Pyralidae φαίνεται ότι αποτελούν πολύ καλούς ξενιστές για αυτό το εκτοπαρασιτοειδές (Richards and Thompson 1932). Το θηλυκό άτομο του *H. h.* κεντρίζει τον ξενιστή εγχύοντας τοξίνη που έχει σαν συνέπεια τον παραλύσει, και μετά ωτοκοεί τα ωά

του επάνω στο σώμα της παραλυμένης προνύμφης. Ωστόσο, πολλές φορές καταφέρνει και θανατώνει τους ξενιστές μόνο εγχύοντας την τοξίνη χωρίς να έχει προχωρήσει στην ωοτοκία (Hagstrum 1983).

γ. Παρασιτοειδή σε ιδιαίτερα αποθηκευμένα προϊόντα

Ανάμεσα στα γεωργικά προϊόντα που αποθηκεύουμε υπάρχει και μια μικρή ομάδα προϊόντων η οποία έχει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά από αυτά που συναντάμε στην πλειοψηφία των υπολοίπων. Τέτοια προϊόντα είναι ο καπνός και τα μπαχαρικά, τα οποία εμπεριέχουν εντομοαπωθητικές και εντομοτοξικές ουσίες. Εξαιτίας της ύπαρξης αυτών των ουσιών, ελάχιστες είναι οι αναφορές παρουσίας παρασιτοειδών στις αποθήκες όπου φυλάσσονται αυτά τα προϊόντα. Κάποια παραδείγματα τέτοιων παρασιτοειδών είναι τα *A. calandrae*, *L. distinguendus*, *H. h.* και *Mesostenus gracilis* (Bare 1942). Όμως, ακόμα και αυτά τα παρασιτοειδή είναι προσαρμοσμένα και ανθεκτικά σε αυτό το εντομοτοξικό περιβάλλον, γιατί διαφορετικά θα ήταν πολύ δύσκολο έως αδύνατο να επιβιώσουν.

Μια άλλη ομάδα τέτοιων προϊόντων είναι η σοκολάτα, το κακάο, ο καφές, τα μπαχαρικά και τα φαρμακευτικά φυτά που εμπεριέχουν και αυτά εντομοτοξικές και εντομοαπωθητικές ουσίες. Στους αποθηκευτικούς χώρους που φυλάσσονται τέτοια προϊόντα έχουν παρατηρηθεί τα παρασιτοειδή *Holepyris hawaiiensis* και *C. tarsalis* σε αποθηκευμένο κακάο, *H. hawaiiensis* και *C. t.* σε πιπέρι (Richards and Helford 1930).

Τέλος, σε μια άλλη ομάδα ανήκουν τα αποθηκευμένα δέρματα, γούνες, μαλλί, τα οποία αν και δεν περιέχουν τοξικές ουσίες -όπως τα προϊόντα που ανήκουν στις προηγούμενες ομάδες- δεν προσβάλλονται από πολλά είδη εντόμων-εχθρών αλλά μόνο από μία ιδιαίτερη ομάδα εντόμων, τα είδη της οικογένειας Dermestidae (Coleoptera). Τα κολεόπτερα αυτά έχουν αναπτύξει μορφολογικούς αμυντικούς μηχανισμούς (τρίχωμα κ.α.) με τους οποίους αντιμετωπίζουν τους φυσικούς εχθρούς τους.

δ. Παρασιτοειδή σε χώρους συσκευασίας και μεταποιήσεως

Τα παρασιτοειδή μπορούμε να τα συναντήσουμε ακόμα και στους χώρους μεταποιήσεως, επεξεργασίας και συσκευασίας των προϊόντων. Σε αυτούς τους χώρους έχουν απομείνει κάποιοι μικροί πληθυσμοί των εντόμων-εχθρών, οι οποίοι

όμως μπορούν να προκαλέσουν ζημιά εάν δεν αντιμετωπισθούν. Μερικά από τα παρασιτοειδή που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους χώρους είναι τα *Anisopteromalus calandrae* (A. c.), *Venturia canescens* (V. c.) και *Habrobracon hebetor* (H. h.).

6.2.2 Ακάρεα

Στα ακάρεα, το *Pyemotes tritici* είναι αυτό που έχει μελετηθεί περισσότερο από κάποιο άλλο. Η δράση του *Pyemotes tritici* ενάντια ενός μεγάλου αριθμού εντόμων των αποθηκών είναι γνωστή εδώ και πολλά χρόνια. Το αντικείμενο των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα εστιάζεται στην αποτελεσματική και γρήγορη δράση του καθώς και το μεγάλο εύρος θηραμάτων του που περιλαμβάνει τόσο Κολεόπτερα όσο και Λεπιδόπτερα (Bruce and Le Cato 1979; Bruce 1983). Ωστόσο, η χρήση τους ως παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης είναι αρκετά περιορισμένη επειδή επιτίθεται και στον άνθρωπο προκαλώντας αλλεργικές δερματικές παθήσεις (Moser 1975).

Το *Blattisocius tarsalis* είναι ένας φυσικός εχθρός ατελών σταδίων πολλών Λεπιδοπτέρων και Κολεοπτέρων. Η ικανότητα του να ελέγχει τους πληθυσμούς πολλών εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, όπως το *E. k.* και το *C. c.*, είναι κάτι που έχει μελετηθεί από τους επιστήμονες.

6.3 Συνδυασμός βιολογικής καταπολέμησης με άλλες μεθόδους αντιμετώπισης εχθρών αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων

Η εφαρμογή μεθόδων βιολογικής καταπολέμησης για την αντιμετώπιση των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών αποθηκευμένων είναι αρκετά δύσκολη σαν διαδικασία και ελάχιστες είναι οι περιπτώσεις όπου η εφαρμογή της μπορεί να επιφέρει σημαντικό έλεγχο στη σχέση του πληθυσμού μεταξύ των εντόμων και των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων (Schöller et al. 1997). Για να αντιμετωπιστεί η προβληματική αυτή, πραγματοποιήθηκαν κάποιες μελέτες που έχουν δείξει ότι ο συνδυασμός της βιολογικής καταπολέμησης με τις άλλες μεθόδους αντιμετώπισης των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων -όπως οι φυσικές μέθοδοι- είναι πολλά υποσχόμενες. Τέτοιοι συνδυασμοί είναι η βιολογική καταπολέμηση σε συνδυασμό με τις ελεγχόμενες ατμόσφαιρες, ή με τα μέτρα υγιεινής ή με τις θερμοκρασίες

(ψύξη, θέρμανση). Επίσης, ένας άλλος συνδυασμός αφορά και τον συνδυασμό των φυσικών εχθρών μεταξύ τους, δηλαδή των αρπακτικών, των παρασιτοειδών και των παθογόνων (Schöller and Flinn 2000). Ωστόσο, τα πειραματικά δεδομένα που υπάρχουν και μπορούν να επιβεβαιώσουν τον παραπάνω συνδυασμό είναι ελλείπει, παρόλα αυτά ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων φέρνει θετικά αποτελέσματα (Schöller and Flinn 2000).

Μελετώντας το *Anisopteromalus Calandrae* (*A. Calandrae*) για την αντιμετώπιση των ξενιστών του, η επίδραση των ελεγχόμενων ατμοσφαιρών στην αποτελεσματικότητα του, έδειξε ότι το εν λόγω παράσιτο είναι πιο ανθεκτικό στις αυξημένες συγκεντρώσεις του CO₂ σε σχέση με τους ξενιστές (*R. dominica* και *L. serricornis*) που προσβάλλει (Banks and Sharp 1979). Επίσης, η σωστή εφαρμογή των μεθόδων καθαρότητας και υγιεινής του χώρου παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση του αρχικού πληθυσμού των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων σε χαμηλό βαθμό (Zdarkova 1996). Όσον αφορά τη θερμοκρασία και την υγρασία που υπάρχει στο χώρο της αποθήκης, αυτές επηρεάζουν με διάφορους τρόπους την αποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών. Παραδείγματος χάριν, το *A. Calandrae* ευνοείται από ένα συνδυασμό χαμηλής υγρασίας και, ταυτόχρονα, υψηλής θερμοκρασίας στον ατμοσφαιρικό αέρα (Smith 1993).

Γενικότερα, η χρήση των φυσικών εχθρών σε χώρους αποθήκευσης γεωργικών προϊόντων για την αντιμετώπιση των εντόμων που τα προσβάλλουν έχει αποδειχτεί ότι είναι ικανή να εμποδίσει την επανεμφάνιση τους. Ωστόσο, σε αποθήκες όπου υπάρχουν αδρανείς σκόνες φαίνεται ότι επιδρούν αρνητικά στην χρήση των φυσικών εχθρών. Η αιτία αυτής της αρνητικής επίδρασης στα παρασιτοειδή οφείλεται στο ότι η ύπαρξη σκονών δυσχεραίνει την εύρεση των εντόμων-εχθρών (ξενιστών) και την όλη διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθηθεί ώστε να γίνει μια επιτυχή αντιμετώπιση αυτών (Bartlett 1951).

Στην περίπτωση του συνδυασμού των φυσικών εχθρών μεταξύ τους, δηλαδή των παρασιτοειδών και των παθογόνων, μπορούν να υπάρχουν τόσο θετικές όσο και αρνητικές συνέπειες. Συγκεκριμένα, όταν αναφερόμαστε σε θετικές συνέπειες εννοούμε στη μεταφορά του παθογόνου από το παρασιτοείδες, επιταχύνοντας έτσι την ταχεία εξάπλωση του. Σε ότι αφορά τις αρνητικές συνέπειες, υπάρχει πιθανότητα το παθογόνο να προσβάλλει και στη συνέχεια να θανατώσει το

παρασιτοειδές μέσω των τοξινών του. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του *Bacillus thuringiensis* (*B. t.*) έχει αποδειχτεί ότι η αποτελεσματικότητα του παρασιτοειδούς δεν μειώνεται από την παράλληλη δράση του *B. t.*, αλλά αντιθέτως, το παρασιτοειδές λειτουργεί σαν φορέας του παθογόνου και τον βοηθά για την καλύτερη αντιμετώπιση του εχθρού.

Σε ότι αφορά τον συνδυασμό των παρασιτοειδών με άλλα αρπακτικά, ή ακόμα και με άλλα παρασιτοειδή, έχει αποδειχτεί ότι βοηθά στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας της βιολογικής καταπολέμησης (Keever et al., 1986). Παρόλα αυτά, έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις για την ασυμβατότητα μεταξύ των ωφέλιμων εντόμων και των εχθρών.

Τέλος, ο συνδυασμός των παρασιτοειδών με τα χημικά εντομοκτόνα δεν μπορεί επιτευχθεί. Ο λόγος είναι ότι τα έντομα που χρησιμοποιούνται ως φυσικοί εχθροί ενάντια στους εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων, είναι ευαίσθητα στη δράση των εντομοκτόνων και δεν μπορούν να δράσουν ταυτόχρονα (Boonguea 1987). Το *A. Calandrae*, φαίνεται, ωστόσο, ότι έχει την ικανότητα να δημιουργεί κάποια ανθεκτικά φύλα ενάντια σε κάποια εντομοκτόνα (Smith 1994). Στην περίπτωση των εντομοκτόνων φυτικής προέλευσης, τα παρασιτοειδή του γένους *Trichogramma* φαίνεται ότι αποτελούν το καλύτερο παράδειγμα για τον συνδυασμό τους με φυτικές εντομοκτόνες ουσίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εχθροί των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων είναι ένα πρόβλημα που αντιμετώπιζε και εξακολουθεί να αντιμετωπίζει ο άνθρωπος. Παρά τις συνεχείς προσπάθειες που έχει κάνει μέχρι σήμερα, δεν έχει κατορθώσει να βρει μια λύση ή να περιορίσει σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα αυτό.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να παρουσιάσει την προβληματική που υπάρχει γύρω από την αποθήκευση των γεωργικών προϊόντων, αναλύοντας τόσο τα έντομα που ευθύνονται για το πρόβλημα αυτό, όσο και τις μεθόδους που υπάρχουν για την αντιμετώπιση τους. Συγκεκριμένα, ο στόχος της εργασίας ήταν να επικεντρωθεί κυρίως στις βιολογικές μεθόδους.

Μέσα από την παρουσίαση αυτή, κάποιες προτάσεις που θα μπορούσαν να διατυπωθούν για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος, χωρίς ωστόσο να δίνουν και μια οριστική λύση, αφορούν τον προσεκτικότερο και συστηματικότερο έλεγχο που πραγματοποιείτε στις αποθήκες τροφίμων, αφού αυτές αποτελούν τους τροφοδότες του καταναλωτή. Ο παραπάνω έλεγχος θα μπορούσε να αποτελέσει και το πρώτο βήμα για την καταπολέμηση των παρασίτων που έχουν σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των αποθηκευμένων προϊόντων. Επίσης, η ορθή κατασκευή των εγκαταστάσεων αποθήκευσης, η προσεκτική απομάκρυνση του μέχρι τότε αποθηκευμένου προϊόντος και ταυτόχρονα, ένας επιμελής και σωστός καθαρισμός των χώρων αποθήκευσης, είναι ακόμα κάποια στοιχεία στα οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Τέλος, η έγκαιρη επισήμανση για την τυχόν προσβολή του αποθηκευμένου προϊόντος, έχει ιδιαίτερη σημασία ώστε να καταστεί αντίστοιχα δυνατή και η ανάλογη απεντόμωση του.

Σε ότι αφορά την απεντόμωση του χώρου της αποθήκης, είδαμε ότι η μηχανικές μέθοδοι καταπολέμησης έχουν πλέον ιδιαίτερη σημασία για την ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Μέρος αυτής της στρατηγικής αποτελεί και η βιολογική καταπολέμηση. Η βιολογική καταπολέμηση αρχικά χρησιμοποιούταν ως μια πρακτική που λάμβανε χώρα στο εργαστήριο όμως στη συνέχεια μεταφέρθηκε στο χώρο της 'εργασίας'. Πλέον, η βιολογική καταπολέμηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ολοκληρωμένης καταπολέμησης των εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών

προϊόντων αλλά και των καλλιεργειών γενικότερα. Ωστόσο, μέχρι σήμερα η χρήση αλλά και η μελέτη των ωφέλιμων εντόμων ως φυσικών εχθρών για την προστασία των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων από τους εχθρούς, είναι αρκετά περιορισμένη σε παγκόσμια αλλά και σε τοπική κλίμακα.

Η ανάγκη προστασίας των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων είναι ένα σημαντικό κομμάτι που αξίζει της προσοχή μας. Η χρήση των χημικών φυτοφαρμάκων στο παρελθόν, ναι μεν είχε θετικά αποτελέσματα για την αντιμετώπιση των εχθρών των προϊόντων, όμως είχε και αντίκτυπο τόσο στο περιβάλλον όσο και στην υγεία του ανθρώπου. Η χρήση φυσικών και βιολογικών μεθόδων τόσο ανεξάρτητα ή μια από την άλλη, όσο και σε συνδυασμό, είναι μια πάρα πολύ σημαντική διαδικασία η οποία έχει ευεργετικές συνέπειες σε ένα σύνολο ατόμων -κατανάλωση προϊόντων από ανθρώπους- και διαδικασιών – προστασία του περιβάλλοντος- και για το λόγο αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται από όλο και περισσότερους που συμμετέχουν τόσο στην καλλιεργητική διαδικασία όσο και στη διαδικασία συγκομιδής και αποθήκευσης των γεωργικών προϊόντων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abd-Alla, M.A. R.S.R. El-Mohamedy and N. S. El-Mougy (2007). Control of Sour Rot Disease of Lime Fruits Using Saprophytic Isolates of Yeast. *Egypt. J. Phytopathol.*, 35(2): 39-51.
- Ahmed, K.N. and M. Khatun (1988). *Lasioderma serricornis* (F.), a possible alternate host of *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) in Bangladesh. *Bangladesh J. Zool.*, 16 : 165-166.
- Ambriz, S.J., M.R. Strand and W.E. Burkholder (1996). Behavioral response of the parasitoid *Lariophagus distinguendus* (Forst) (Hymenoptera: Pteromalidae) to extracts from cocoons of *Lasioderma serricornis* Fab. (Coleoptera: Anobiidae) and their effects on subsequent oviposition responses. *Biological Control*, 6 : 51-56.
- Arbogast, R.T., M. Carthon and J.R. Roberts, Jr. (1971). Developmental stages of *Xylocoris falvipes* (Hemiptera: Anthocoridae), a predator of stored-product insects. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 64: 1131-1134.
- Arbogast, R.T. (1976). Suppression of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on shelled corn by the predator *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae). *J. Georgia Entomol. Soc.*, 11 : 67-71
- Arbogast, R.T. (1978). The biology and impact of the predatory bug *Xylocoris flavipes* (Reuter) Proc. 2nd Int. Working Conf. Stored Prod. Entomol., Ibadan, Nigeria, September 10-16, 1978, pp. 91-105.
- Banks, H.J. and A.K. Sharp. (1979). Insect control with CO₂ in a small stack of bagged grain in a plastic film enclosure. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry*, 19: 102-107
- Bare, C.O. (1942). Some Natural enemies of Stored Tobacco Insects, with Biological Notes. *J.Econ.Entom.*, 35: 185-189.
- Bartlett, B.R. (1951). The action of certain inert dusts materials on Parasitic Hymenoptera. *J.Econ. Entomol.*, 44: 891-896.
- Boongeua, W. (1987). Effect of some common insecticide treatments on the rice moth *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Galleriinae) and its parasitoid, *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Songklanakarinn J. Sci. Technol.*, 9 : 343-351
- Brower, J.H., L. Smith, P.V. Vail and P.W. Flinn (1996). Biological control. In Subramanyam, B.H and D.W. Hagstrum (eds) *Integrated Management of Insects in Stored Products*, New York, USA, Marcel Dekker, pp. 223-286.

Bruce, W.A. (1983). Mites as biological control agents of stored product pests. In M.A. Hoy, G.L. Cunningham & L. Knutson (eds), *Biological Control of Pests by Mites*, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Special Publ. No 3304, pp. 74-78.

Bruce, W.A. and G.L. Le Cato (1979). *Pyemotes tritici* : Potential biological control agent of stored-product insects. *Rec. Adv. Acarol.*, 1: 213-220.

Burks, D.B. (1979). Family Pteromalidae. In Krombein, K.V., P.D. Hurd, P.D. Smith, Jr., & D.B. Burks *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*, Smithsonian Institute, Washington, D.C., pp. 768-834.

Flinn, P.W. and M. Scholler (2012). Biological control: Insect pathogens, parasitoid and predators, p. 203-212. In Hagstrum, D.W., T.W. Phillips, and G. Cuperus (eds.), *Stored Product Protection*. Kansas State University S156, Manhattan, KS.

Godfray H. C. J. and M. P. Hassell (1988). The population biology of insect parasitoids. *Sci. Prog.*, 72: 531-548.

Gwinner, J., R. Harnisch and O. Mück (1996). Manual of the prevention of post-harvest grain losses, Post-Harvest Project. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH Postfach 5180, D - 65726. Eschborn, FRG.

Hagstrum, D.W. (1983). Self-provisioning with Paralyzed Hosts and Age, Density, and Concealment of Hosts as Factors Influencing Parasitization of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) by *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Environ. Entomol.*, 12 : 1727-1732.

Hodges, R.J. (1999) Biological control methods for insect pests of stored grain in the tropics - constraints and prospects for developing countries. In: *Stored Product Protection, Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection*, 14-19 October 1998, Beijing, China. 2: 1193-1204.

Hong Y.S. and M.I. Ryoo (1991). Effect of temperature on the functional and numerical responses of *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae) to various densities of the host, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.*, 84(3) : 837-840.

Kisinger, R.A. and W.H. McGaughey (1976). Stability of *Bacillus thuringiensis* and a granulosis virus of *Plodia interpunctella* on stored wheat. *J. Econ. Entomol.*, 69: 149-154.

Landis, D. and D. Orr (2009). Biological Control: Approaches and Applications. In: E. Radcliffe, W. D. Hutchison & R. E. Cancelado [eds.], *Radcliffe's IPM World Textbook*, URL: <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, MN.

Mital, V.P. (1969). *Anisopteromalus calandrae* Howard (Hymenoptera: Chalcididae) a new record of pupal parasite of groundnut bruchid (*Caryedon gonagra*, F.) a serious pest of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and tamarind (*Tamarindus indica* L.). *Bull. Grain Tech.*, 7: 234-235

Moser, J.C. (1975). Biosystematics of the straw itch mite with special reference to nomenclature and dermatology. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 2: 185-191.

Nwanze, K.F., G.J. Partida and W.H. McGaughey (1975). Susceptibility of *Cadra cautella* and *Plodia interpunctella* to *Bacillus thuringiensis* on wheat. *J. Econ. Entomol.*, 68: 751-752.

Peck, O. (1963). A catalogue of the nearctic Chalcidoidea (Insecta: Hymenoptera). *Can. Entomol.*, suppl. no. 30.

Rees, D.P. (1987). Laboratory studies on predation by *Teretriosa nigrescens* Lewis (Col.: Histeridae) on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) infesting maize combs in the presence of other maize pests. *J. Stored Prod. Res.*, 23: 191-196.

Richards, O.W. and W.S. Thompson (1932). A contribution to the study of the genera *Ephestia* and *Plodia* (Lepidoptera : Pyralidae), with notes on parasites of the larvae. *Trans. Ent. Soc. London*, 79 : 439-492.

Richards, O.W. and G.V.B. Helford (1930). Insects found associated with cacao, spices and dried fruits in London warehouses. *Ann. Biol.*, 17 : 367-395.

Ryoo, M.I., Y.S. Hong and C.K. Yoo (1991). Relationship between temperature and development of *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae), an ectoparasitoid of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.*, 84(3) : 825-829.

Sabuquillo, P., A. De Cal, P. Melgarejo (2010). Development of a dried *Penicillium oxalicum* conidial formulation for use as a biological agent against *Fusarium* wilt of tomato: Selection of optimal additives and storage conditions for maintaining conidial viability. *Biological Control*, 54: 221-229.

Schisler, D.A., P. J. Slininger, R. W. Behle, and M. A. Jackson (2004). Formulation of *Bacillus* spp. for Biological Control of Plant Diseases. *Phytopathology*. 94(11): 1267-1271.

Schöller, M., S. Prozell, A. G. Al-Kirshi and Ch. Reichmuth (1997). Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection. *J. stored Prod. Res.*, 33(1): 81-97.

Schöller, M. and P.W. Flinn (2000). Parasitoids and predators. In Subramanyam, B. and D.W. Hagstrum (eds), *Alternatives to pesticides in stored-product IPM*, (pp. 229-271) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Shin, S.S., Y.S. Chun and M.I. Ryoo (1994). Functional and Numerical Responses of *Anisopteromalus calandrae* and *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae,) to the Various Densities of an Alternative Host *Callosobruchus maculatus*. *Korean J. Entomol.*, 24(3) : 199-206.

Smith, L. (1993). Host size preference of the parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hym.: Pteromalidae) on *Sitophilus zeamais* (Col.: Curculionidae) larvae with a uniform age distribution. *Entomophaga*, 38(2) : 225-233.

Smith, L. (1994). Temperature influences functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera : Pteromalidae) parasitizing maize weevil larvae in shelled corn. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 87(6) : 849-855

U. S. Congress, Office of Technology Assessment (1995). Biologically Based Technologies for Pest Control. OTA-ENV-636. U.S. Government Printing Office, Washington, DC. P. 204.

Wang, K., J. Peng, Sh. Cao, H. Rui, and Y. Zheng (2011). Biological Control of Green Mould Decay in Postharvest Chinese Bayberries by *Pichia membranaefaciens*. *Journal of Phytopathology*, 159(6): 417-423.

Wen, B. and J.H. Brower (1995). Competition between *Anisopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) at Different Parasitoid Densities on Immature Rice Weevils (Coleoptera : Curculionidae) in Wheat. *Biological Control*, 5: 151-157.

Zhang, D. D. Spadaro, A. Garibaldi, and M.L. Gullino (2010). Efficacy of the antagonist *Aureobasidium pullulans* PL5 against postharvest pathogens of peach, apple and plum and its modes of action. *Biological Control*, 54:172-180.

Zdarkova, E. (1996). Control of stored food mites by non-chemical methods. In : *Proc. Intl. Forum in Stored Prod. Prot. And Post-harvest treatment of Plant Products*, (pp. 165-169). Strasbourg, France,

Ακριτίδης, Κ. (1993). Ξήρανση - αποθήκευση γεωργικών προϊόντων, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

Γραβάνης Φ.Θ. (2004). Η Φυτοπροστασία στη Βιολογική Γεωργία. Στο «Θέματα Βιολογικής Γεωργίας». Εκδ. ΚΕΚ ΑΙΓΕΑΣ, Λάρισα, ECO-AGRO, Pilot Project, Leonardo da Vinci.

Εμμανουήλ Ν. και Κ. Μπουχέλος (1996). Ζωικοί εχθροί τροφίμων και γεωργικών προϊόντων, Αθήνα.

Ηλιόπουλος, Α. (2003). Ολοκληρωμένη Φυτοπροστασία II: Μέθοδοι και μέσα ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας. ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.

Ηλιόπουλος, Π. (2003). Μελέτη του παρασιτοειδούς *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae) ως παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης λεπιδοπτέρων-εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ηλιόπουλος, Π. (2005). Μετασυλλεκτικές ασθένειες και ζωικοί εχθροί αποθηκών. ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.

Καπετανάκης, Ε. (1998). *Μέθοδοι και μέσα αντιμετώπισης φυτοπαράσιτων*. ΤΕΙ Ηρακλείου, Κρήτη.

Σταμόπουλος Δ. (1995). *Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Τζανακάκης, Μ. (1980). *Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.