



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

(πρώην Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων)

**“Σύγχρονες μέθοδοι αντιμετώπισης του  
κολεοπτέρου *Melolontha* sp.  
Προβλήματα και Προοπτικές”**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Υπεύθυνη καθηγήτρια : κ. Καραναστάση Ειρήνη**

**Κρανίτης Νικόλαος**

**A.M. 11976**

**ΑΜΑΛΙΑΔΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2020**



**“Recent control strategies to deal with  
*Melolontha* sp. (Coleoptera).  
Problems and Perspectives”**

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου κ. Καραναστάση Ειρήνη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε δίνοντάς μου την δυνατότητα να εκπονήσω την πτυχιακή μου εργασία στον επιστημονικό τομέα που επιθυμούσα. Επίσης θα ήθελα να την ευχαριστήσω για την διάθεσή της να με βοηθήσει και να μου λύσει οποιαδήποτε απορία, οποιαδήποτε στιγμή το χρειαζόμουν.

Θα ήθελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωσή μου.

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την άρση των φυσικών εμποδίων από τον άνθρωπο, αρκετά είδη εξαπλώθηκαν σε τοποθεσίες που απέχουν χιλιάδες χιλιόμετρα από το φυσικό τους ενδιαίτημα. Αυτά τα μη ιθαγενή είδη, γνωστά και ως Χωροκατακτητικά Είδη, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες, είναι δυνατόν είτε να αποτύχουν να εγκατασταθούν και να εκλείψουν, είτε να σημειώσουν τόση επιτυχία ώστε να γίνουν ανταγωνιστικά και να αποδειχθούν σημαντική απειλή για τα οικοσυστήματα, τις καλλιέργειες, το ζωικό κεφάλαιο, την τοπική οικολογική ισορροπία ή και την υγεία του ανθρώπου, με σοβαρές πολλές φορές οικονομικές συνέπειες.

Το κολεόπτερο *Melolontha melolontha* είναι ένα από αυτά και προκαλεί σοβαρές καταστροφές εδώ και χρόνια. Πρόκειται για φυτοφάγο έντομο, ιθαγενές της Ευρώπης, με σχετική παρουσία στην Ασιατική και Αφρικανική ήπειρο και με μεγάλη οικονομική σημασία, γι' αυτό και απαιτείται πολύ καλός σχεδιασμός και προσεκτική εφαρμογή διαφόρων μέτρων αντιμετώπισής του ώστε η συνέπεια της παρουσίας του να μην είναι καταστροφική.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχους: τη γνωριμία με τη μορφολογία και βιο-οικολογία του εντόμου, τη μελέτη των συμπτωμάτων του ανάλογα με τον ξενιστή, την ανασκόπηση των διάφορων, καινοτόμων και μη, τρόπων αντιμετώπισης των ακμαίων και των προνυμφών καθώς και την έρευνα για νέες μεθόδους καταπολέμησης του εντόμου.

Καταλήγοντας, γίνεται λόγος για τη δυσκολία της αντιμετώπισης του εντόμου και το αν είναι εφικτή ή όχι, καθώς και της δυνατότητας εύρεσης νέων μεθόδων για την αντιμετώπιση του.

# ABSTRACT

With the elimination of natural boundaries by humans, several species have spread to new locations thousands of kilometers far from their natural habitats. These non-native species, also known as Invasive Species, depending on the conditions can either fail to establish and disappear or be so successful that they become competitive and pose a significant threat to ecosystems, crops, livestock, local ecological balance or even human health, with serious often economic consequences.

One such invasive species is the coleopteran *Melolontha melolontha* that has been causing serious damage for years. It is a herbivorous insect, native to Europe, with some appearances on the Asian and African continents and of great economic importance, so it requires very good planning and careful application of various measures to deal with it so that the effect of its presence is not catastrophic.

The aim of this thesis is to get acquainted with the morphology and bio-ecology of the insect, to study its symptoms depending on the host plant, to review the various innovative and non-innovative ways to deal with the adults and larvae and research for new methods of insect control.

In conclusion, there is a discussion of the difficulty of controlling the insect and whether it is possible or not to develop innovative methods with perspectives.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>4</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>6</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b>	<b>7</b>
<b>1 ° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Το έντομο <i>Melolontha melolontha</i></b>	<b>9</b>
1.1.1 Το είδος <i>Melolontha melolontha</i>	9
1.1.2 Το γένος <i>Melolontha</i>	10
1.1.3 Παρατηρήσεις και συνώνυμο του <i>M. melolontha</i>	11
<b>1.2 Βιολογικός κύκλος &amp; μορφολογία του εντόμου</b>	<b>12</b>
1.2.1 Βιολογικός κύκλος	12
1.2.2 Ωά	14
1.2.3 Προνύμφη και πλαγγόνα	15
1.2.4 Ακμαίο	15
<b>1.3 Ξενιστές</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Βιογεωγραφία</b>	<b>20</b>
<b>1.5 Οικολογία</b>	<b>23</b>
<b>1.6 Οικονομική Σημασία</b>	<b>24</b>
<b>2 ° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Συμπτώματα</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Τρόποι αντιμετώπισης προνυμφών</b>	<b>26</b>
2.2.1 Μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν	27
2.2.2 Χημικά μέσα αντιμετώπισης μηλολόνης από τη δεκαετία του 1950 και μετά	30
2.2.3 Μη χημικά μέσα αντιμετώπισης μηλολόνης από τη δεκαετία του 1950 και μετά	33
2.2.4 Βιολογικά μέσα αντιμετώπισης μηλολόνης από τη δεκαετία του 1950 και μετά	34
<b>2.3 Τρόποι αντιμετώπισης - μείωσης πληθυσμού ακμαίων</b>	<b>38</b>
2.3.1 Μηχανικά & βιολογικά μέτρα	38
2.3.2 Χημικές μέθοδοι	42
<b>3 ° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ</b>	<b>46</b>
<b>3.1 Έρευνα για νέες μεθόδους</b>	<b>46</b>
<b>4 ° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>49</b>

<b>5</b>	<b>° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>51</b>
5.1	Επιστημονικά άρθρα:	51
5.2	Διαδικτυακές πηγές:	54
5.3	Φωτογραφικό υλικό:	55



# 1 ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χλωρίδα και η πανίδα της Γης εξελίχθηκαν σε διάστημα δισεκατομμυρίων ετών, κατά το οποίο οι ωκεανοί, οι θάλασσες, οι οροσειρές, οι έρημοι, ακόμη και οι μεγάλοι ποταμοί παρεμβάλλονται ως φυσικά εμπόδια στη μετακίνηση των ζωικών και φυτικών ειδών, συμβάλλοντας σημαντικά με τον τρόπο αυτό στην πλούσια βιοποικιλότητα του πλανήτη και την ανάπτυξη ζωικών και φυτικών κοινοτήτων που θεωρούνται χαρακτηριστικές συγκεκριμένων περιφερειών ή τοποθεσιών. Υπό την επίδραση του ανθρώπου όμως, αυτά τα φυσικά εμπόδια χάρη στα οποία αναπτύχθηκε η περιφερειακά διακριτή χλωρίδα και πανίδα αίρονται και, τυχαία ή εσκεμμένα, φθάνουν είδη σε τοποθεσίες που μπορεί απέχουν εκατοντάδες και χιλιάδες χιλιόμετρα από το φυσικό τους ενδιαίτημα.

Σε πολλές περιπτώσεις, αυτά τα μη ιθαγενή είδη προσαρμόζονται ελάχιστα στο νέο περιβάλλον τους και γρήγορα εκλείπουν. Σε άλλες περιπτώσεις ωστόσο, επιβιώνουν, αναπαράγονται και εγκαθίστανται. Μερικές φορές, οι νέες αυτές αφίξεις σημειώνουν τόση επιτυχία ώστε να μην αποτελούν πλέον βιολογικά αξιοπερίεργο φαινόμενο, ενώ σε περιπτώσεις που κάποια από αυτά είναι ανταγωνιστικά προς άλλα, μετατρέπονται σε πραγματική απειλή, προκαλώντας σοβαρές ζημιές στα οικοσυστήματα, τις καλλιέργειες, το ζωικό κεφάλαιο, την τοπική οικολογική ισορροπία, ή/και την υγεία του ανθρώπου, με σοβαρές πολλές φορές οικονομικές συνέπειες. Τα μη ιθαγενή είδη που έχουν τόσο αρνητικές επιπτώσεις είναι γνωστά ως Χωροκατακτητικά Είδη (Invasive species).

## 1.1 Το έντομο *Melolontha melolontha*

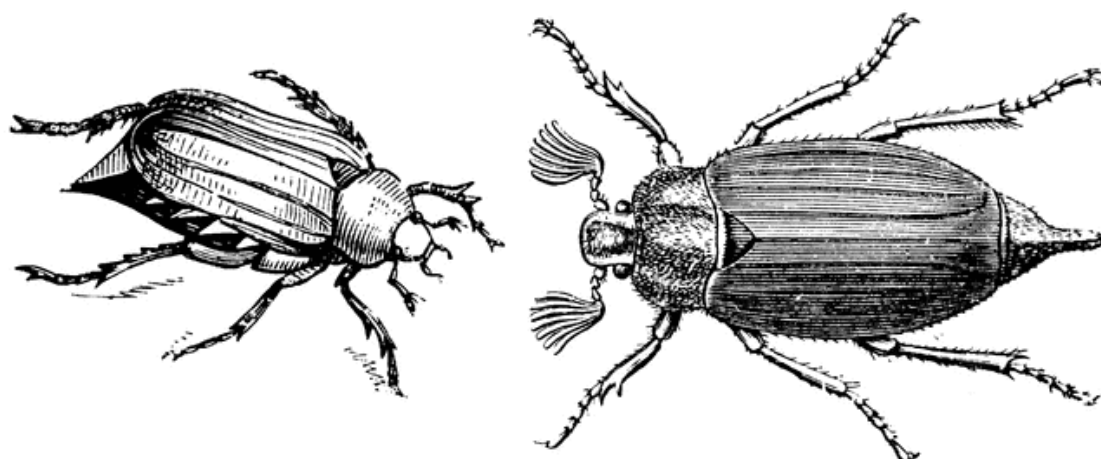
---

### 1.1.1 Το είδος *Melolontha melolontha*

Το είδος *Melolontha melolontha* είναι ένα κολεόπτερο που προκαλεί σοβαρές καταστροφές εδώ και αρκετά χρόνια στην Ευρώπη. Πρόκειται για ένα φυτοφάγο έντομο που το ακμαίο του τρέφεται με το φύλλωμα και τους βλαστούς διάφορων καλλιεργειών, ενώ η προνύμφη με ρίζες

φυτών. Στην Ελλάδα, είναι γνωστό με την ονομασία ασπροσκούληκο και στην Ευρώπη απαντάται ως cockchafer, Maybug ή doodlebug.

Παρόλο που αρχικά βρισκόταν σε αφθονία σε ολόκληρη την Ευρώπη κι ήταν ένα από τα βασικότερα επιβλαβή έντομα, στα μέσα του 20ου αιώνα είχε σχεδόν εξαλειφθεί, λόγω της εκτεταμένης χρήσης φυτοφαρμάκων. Σε πολλές μάλιστα περιοχές είχε τοπικά εξοντωθεί. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι η αύξηση του μαζικού ελέγχου επιβλαβών οργανισμών ξεκίνησε τη δεκαετία του '80, οι πληθυσμοί της μηλολόνης άρχισαν να αυξάνονται ξανά.



Εικόνα 1.1 Απεικόνιση του είδους *Melolontha melolontha*

### 1.1.2 Το γένος Melolontha

Η **Μηλολόνη** είναι το κοινό όνομα συγγενών ειδών κολεοπτέρων που ανήκουν στο γένος το οποίο αρχικά εντάσσονταν στην οικογένεια Scarabaeidae. Η οικογένεια αυτή, από ορισμένους ερευνητές, θεωρείται πλέον υπεροικογένεια και έχει μετονομαστεί σε Scarabaeoidea, ενώ το γένος *Melolontha* εντάσσεται στην οικογένεια Melolonthidae. Στον Πίνακα 1-1 (παρακάτω) φαίνεται αναλυτικά η συστηματική ταξινόμηση του είδους *M. melolontha*. Πρόκειται για φυτοφάγα σκαθάρια με βαριά πτήση, τα οποία συναντώνται κυρίως στις εύκρατες περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας. Θεωρούνται από τα πιο επιβλαβή έντομα για τη γεωργία και τη δασοκομία, γιατί προκαλούν συχνά σοβαρότατες ζημιές στα φυτά, ιδιαίτερα οι αδηφάγες προνύμφες τους.

Παγκοσμίως διακρίνονται περίπου 62 είδη του γένους *Melolontha*. Στην Ευρώπη το γένος εκπροσωπείται από έξι, από τα οποία στην Ελλάδα συναντούμε τα τέσσερα, και συγκεκριμένα τα *M. melolontha*, *M. albida*, *M. pectoralis* και *M. taygetana* που είναι είδος ενδημικό της Ελλάδας. Το είδος *M. hippocastani* δεν έχει αναφερθεί για την Ελλάδα αν και υπάρχουν κάποιες μεμονωμένες αναφορές που αποδίδονται στην ενδεχόμενη πρόσφατη εμφάνισή του.

**Πίνακας 1-1** Συστηματική ταξινόμηση του *Melolontha melolontha*

<b>Βασίλειο</b>	<b>Ζώα (Animalia)</b>
<b>Συνομοταξία</b>	<b>Αρθρόποδα (Arthropoda)</b>
<b>Ομοταξία</b>	<b>Έντομα (Insecta)</b>
<b>Τάξη</b>	<b>Κολεόπτερα (Coleoptera)</b>
<b>Υπεροικογένεια</b>	<b>Σκαραβαιοειδή (Scarabaeioidea)</b>
<b>Οικογένεια</b>	<b>Μηλολονθίδαι (Melolonthidae)</b>
<b>Γένος</b>	<b>Μηλολόνθη (<i>Melolontha</i>)</b>
<b>Είδος</b>	<b><i>M. melolontha</i></b>

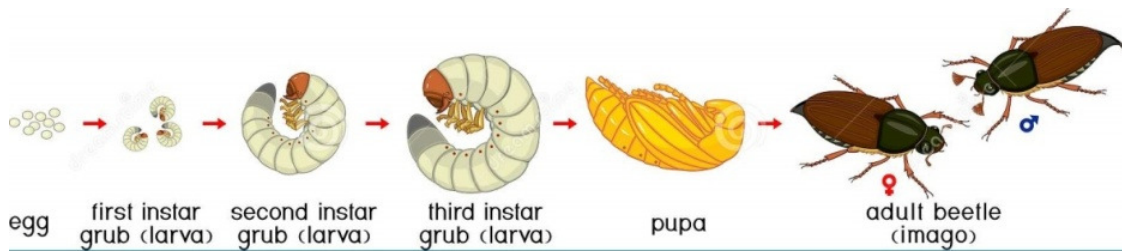
### **1.1.3 Παρατηρήσεις και συνώνυμο του *M. melolontha***

Η πρώτη περιγραφή του *Melolontha melolontha* δόθηκε από τον Λινναίο το 1758 και για το λόγο αυτό, το πλήρες όνομά του είναι *Melolontha melolontha* L. Είναι το πιο κοινό είδος του γένους στη διεθνή βιβλιογραφία και απαντάται και με το συνώνυμό *M. vulgaris* (Fabricius 1775). Τα βόρεια όρια του χώρου διαμονής του συμπίπτουν περίπου με το βόρειο πλάτος των 58°. Προς τα νότια, η γεωγραφική του εξάπλωση περιορίζεται από τις περιοχές όπου επικρατούν ξηρές καλοκαιρινές περιόδους. Πληθυσμιακές εκρήξεις παρατηρούνται μόνο προς τα βόρεια από τις 39° γεωγραφικό πλάτος. Το είδος αναγνωρίζεται από το μακρύ πυγίδιο, το οποίο στα αρσενικά είναι λίγο μακρύτερο από ότι στα θηλυκά.

## 1.2 Βιολογικός κύκλος & μορφολογία του εντόμου

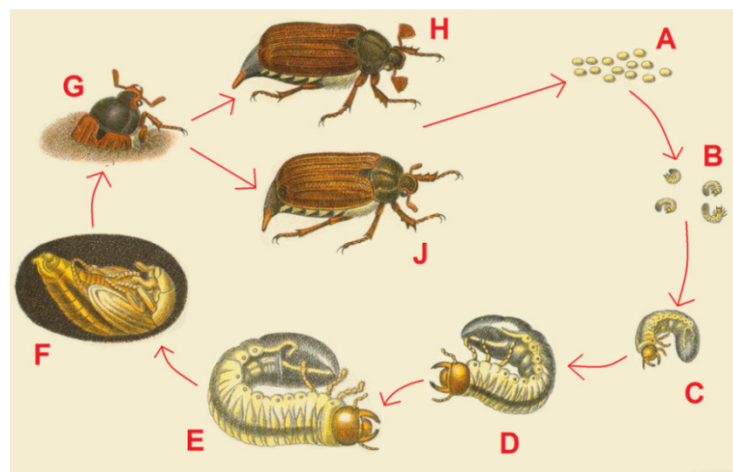
### 1.2.1 Βιολογικός κύκλος

Το είδος *M. melolontha* είναι ολομετάβολο και ο βιολογικός του κύκλος αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια: α) ωό, β) τρεις ηλικίες προνύμφης γ) πλαγγόνα και δ) το ακμαίο.



Εικόνα 1.2 Βιολογικός κύκλος *M. melolontha*

Ο αναπαραγωγικός κύκλος είναι μακρύς και ενεργοποιείται από ένα συνδυασμό ορμονών και περιβάλλοντος. Περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως η ώρα της ημέρας και η εποχή του χρόνου ενεργοποιούν τις ενδοκρίνες στα θηλυκά, οπότε απελευθερώνουν ισχυρές φερομόνες φύλου, τις οποίες ανιχνεύουν τα αρσενικά με τις μεγάλες κεραίες τους.



Εικόνα 1.3 Απεικόνιση των σταδίων του *Melolontha melolontha*

A) Ωά, B) 1<sup>η</sup> ηλικία προνύμφης, C) αρχή 2<sup>ης</sup> ηλικίας προνύμφης, D) τέλος 2<sup>ης</sup> ηλικίας προνύμφης, E) 3<sup>η</sup> ηλικία προνύμφης, F) στάδιο πλαγγόνας, G) ανάδυση ακμαίου από το έδαφος με σκοπό το ζευγάρωμα, H) αρσενικό ακμαίο, J) θηλυκό ακμαίο

Η σύζευξη συμβαίνει συνήθως στα τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου. Μετά την σύζευξη, τα θηλυκά εναποθέτουν τα ωά τους, περίπου 20 κάθε φορά, σε μαλακό χώμα, σε μια διαδρομή αντίθετη από εκείνη της πτήσης προ ζευγαρώματος.

Τα ακμαία εμφανίζονται στα τέλη Απριλίου ή τον Μάιο και ζουν για περίπου πέντε έως επτά εβδομάδες. Για να ωριμάσουν τα αναπαραγωγικά τους όργανα, πρέπει να καταναλώσουν φύλλα. Βγαίνοντας από το χώμα το βράδυ, πετάνε στις κορυφές κοντινών θάμνων ή δέντρων, όπου με την βοήθεια των οσφρητικών δεξιοτήτων τους, συγκεντρώνονται μαζικά σε επιλεγμένα δέντρα. Αυτό, σε χρονιές πληθυσμιακής έκρηξης τα κάνει ιδιαίτερα επιζήμια. Μπορούν να καταστρέψουν ολόκληρο το φύλλωμα ενός δέντρου ή και ολόκληρες δασικές περιοχές, αφού μια ιδανική τροφή για τα ακμαία είναι τα φύλλα δρυός, ενώ τρέφονται ακόμα και με βελόνες κωνοφόρων.

Κατά τη σύζευξη παίρνουν μια εξαιρετική στάση, κατά την οποία η οπίσθια άκρη της κοιλίας του ενός είναι κολλημένη με την οπίσθια άκρη της κοιλίας του άλλου, τα κεφάλια σε αντίθετη κατεύθυνση και τον άξονα των σωμάτων περιστρεμμένο κατά 180 μοίρες. Η σύζευξη μπορεί να κρατάει μερικές ώρες. Μετά τη σύζευξή τα αρσενικά γρήγορα φθάνουν στο τέλος της ζωής τους.



**Εικόνα 1.4** Διαδικασία σύζευξης θηλυκού και αρσενικού

Δύο εβδομάδες μετά την εμφάνιση των ακμαίων, το θηλυκό ξεκινάει την ωοτοκία, και εναποθέτει τα ωά του σε βάθος 10-20 cm μέσα στο έδαφος. Μπορεί να το κάνει αρκετές φορές μέχρις ότου να εναποθέσει συνολικά 60-80 ωά. Η κοινή μηλολόνη (*M. melolontha*) τοποθετεί τα ωά της σε αγρούς, σε αντίθεση με τη δασική (*M. hippocastani*) που γειτνιάζει σε δένδρα.

Οι προνύμφες εκκολάπτονται μετά από τέσσερις έως έξι εβδομάδες. Οι νεαρές προνύμφες τρέφονται με τα γονικά περιττώματα προκειμένου να λάβουν μέσω αυτής της τροφής ορισμένα συμβιωτικά εντερικά βακτήρια, τα οποία διαβιούν στο έντερο τους και βοηθούν την πέψη των ινών της κυτταρίνης που προέρχονται από τις ρίζες. Αυτό τις βοηθάει να τρέφονται με ρίζες φυτών, όπως για παράδειγμα ρίζες πατάτας. Οι προνύμφες διαβιούν και αναπτύσσονται μέσα στο έδαφος για τρία έως τέσσερα χρόνια, σε πιο ψυχρά κλίματα μπορεί να χρειαστούν μέχρι και πέντε, ενώ αυξάνονται συνεχώς σε μέγεθος έως τα 4-5 cm.

Στη συνέχεια, στις αρχές του φθινοπώρου εισέρχονται στο στάδιο της πλαγγόνας και εξελίσσονται σε ακμαία έντομα μετά από έξι εβδομάδες.

Η μηλολόνη διαχειμάζει εντός του εδάφους σε βάθος 20-100 cm και δουλεύει την διαδρομή της προς την επιφάνεια μόνο την άνοιξη.

Λόγω του μεγάλου χρόνου ανάπτυξής τους ως προνύμφες, τα ακμαία εμφανίζονται περιοδικά σε έναν κύκλο τριών - τεσσάρων ετών που ποικίλει από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Ωστόσο έχει αναφερθεί και μεγαλύτερος κύκλος περίπου 30 ετών, ο οποίος συμβαίνει (ή μάλλον, συνέβαινε) σε ασυνήθιστα μεγάλους πληθυσμούς της τάξεως των 10.000 και άνω.

### 1.2.2 Ωά

Τα ωά του *M. melolontha* έχουν σχήμα ωοειδές, μέγεθος 2-3 mm και χρώμα λευκο-κίτρινο αλλά αυξάνονται σε μέγεθος μετέπειτα απορροφώντας νερό.



**Εικόνα 1.5** Ακμαίο κατά τη διαδικασία της ωοτοκίας (αριστερά) και εναπόθεση ωών (δεξιά)

### 1.2.3 Προνύμφη και πλαγγόνα

Οι προνύμφες είναι λευκού υποκίτρινου χρώματος και χαρακτηριστικού σχήματος C («σκαραβαιόμορφο»). Η καφέ κεφαλή φέρει τετραμερείς κεραίες και ισχυρές γνάθους. Υπάρχουν τρία καλά αναπτυγμένα ζεύγη ποδών, μακριά, τριχωτά και κίτρινου χρώματος. Η κοιλία αποτελείται από 10 ουρομερή, με τα δύο τελευταία να είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος. Δύο παράλληλες διαμήκειες σειρές 22-30 τριχιδίων είναι παρούσες στο τελευταίο ουρομερές. Το σώμα είναι μαλακό, εκτός από τα έξι πόδια, την κεφαλική κάψα με τα στοματικά μόρια και τις κοντές κεραίες, όπως και τα στίγματα του τραχειακού συστήματος που είναι σκληρά από την δομική πρωτεΐνη χιτίνη, που δίνει και χρώμα σαν το κεχριμπάρι στα όργανα αυτά.

Οι προνύμφες έχουν τρεις ηλικίες που διακρίνονται από το πλάτος της κεφαλικής κάψας (2,5 mm στην πρώτη, 4 mm στην δεύτερη και 6 mm στην τρίτη ηλικία). Χρειάζονται τρία ή τέσσερα χρόνια για να αναπτυχθούν πλήρως. Έχουν μήκος σώματος 10 έως 20 mm κατά το πρώτο φθινόπωρο, 30 έως 35 mm το επόμενο και 40 έως 45 mm την άνοιξη του τρίτου έτους.

Η πλαγγόνα είναι ελεύθερου τύπου (*Pupa libera*), μήκους 25 έως 35 mm και λευκόχρυσου χρώματος.



**Εικόνα 1.6** Πλαγγόνα (αριστερά) και προνύμφες (δεξιά) μηλολόπθης

### 1.2.4 Ακμαίο

Πρόκειται για σχετικά μεγάλο κολεόπτερο μήκους 22-32 mm με βαρύ διογκωμένο σώμα. Το κύριο χρώμα του είναι μαύρο, ενώ τα έλυτρα, οι πόδες, οι κεραίες, οι προσακτρίδες και το πυγίδιο

ανοιχτό έως σκούρο καφέ με αποτέλεσμα ισχυρό έγχρωμο πολυμορφισμό. Τα καφέ έλυτρα φέρουν τέσσερις ραβδώσεις. Η κεφαλή είναι σχετικά μικρή, τραβηγμένη προς τον προθώρακα, ο οποίος καλύπτεται με πυκνές ελαφριές τρίχες, ειδικά στα πλευρά. Οι κεραίες μοιάζουν με ελάσματα. Στα αρσενικά είναι κλαδωτές με επτά φυλλοειδή ελάσματα σαν βεντάλια, φαρδύτερες και διπλάσιες σε μέγεθος από των θηλυκών που διαθέτουν έξι ελάσματα.

Στο κάτω μέρος της κοιλίας διακρίνονται μόνο έξι στερνίτες. Η οπίσθια άκρη του κάθε κοιλιακού στέρνου συντήκεται στη μέση με την μπροστινή άκρη του ακόλουθου στερνίτη. Στην πλευρά του κάθε κοιλιακού δακτυλίου φαίνεται ένα άσπρο τρίγωνο, το οποίο είναι αποτέλεσμα πυκνού άσπρου τριχώματος. Στο σύνολο τους, τα τρίγωνα αυτά σχηματίζουν μια τεθλασμένη γραμμή. Η τελευταία κοιλιακή κοιλότητα επιμηκύνεται σε μια έξοδο αξινοειδούς σχήματος, το πυγίδιο, το οποίο είναι μακρύτερο, πιο επίπεδο και εκτείνεται προς τα πίσω στα αρσενικά. Στα θηλυκά, είναι μικρότερο, πιο σφικτό και πιο κολλημένο στο σώμα, σχεδόν κάθετο. Τα μπροστινά πόδια είναι σκαπτικού τύπου. Η μπροστινή κνήμη είναι διευρυμένη και έχει δυο φαρδιά δόντια στην άκρη της έξω πλευράς (στα θηλυκά, η κνήμη του πρώτου ποδιού είναι πλατιά, με εγκοπές στις πλευρές της). Οι οπίσθιες κνήμες έχουν αυλάκωση για τους ταρσούς. Δίπλα στο στόμιο αυτής της αυλάκωσης στην οπίσθια άκρη της κνήμης υπάρχουν δυο γεροί άκανθοι, ο ένας πολύ κοντά στον άλλο. Επιπλέον οι ταρσοί όλων των ποδιών είναι πενταμερείς.



**Εικόνα 1.7** Διαφορές στις κεραίες του αρσενικού (αριστερά) και του θηλυκού (δεξιά)

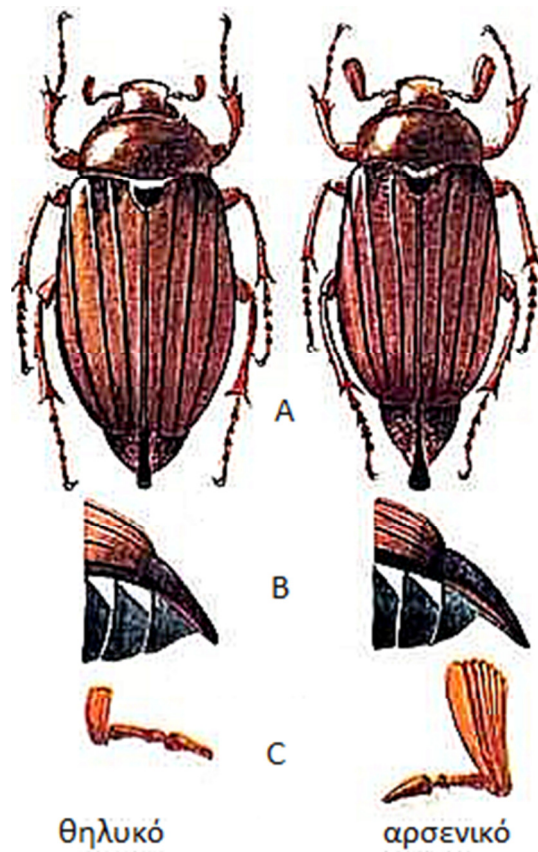




Εικόνα 1.8 Λευκά τριγωνικά διακριτικά του είδους *M. melolontha*



Εικόνα 1.9 Το πυγίδιο (pygidium) του *M. melolontha*  
Αρσενικό (αριστερά) και θηλυκό (δεξιά)



**Εικόνα 1.10** Διαφορές στη μορφολογία του θηλυκού με το αρσενικό ακμαίο  
 Α) πανοραμική όψη, Β) Πυγίδιο (pygidium), C) κεραίες



**Εικόνα 1.11** Θηλυκό ακμαίο του είδους *Melolontha melolontha*  
 σε δένδρο δρυός (*Quercus petraea*)

## 1.3 Ξενιστές

---

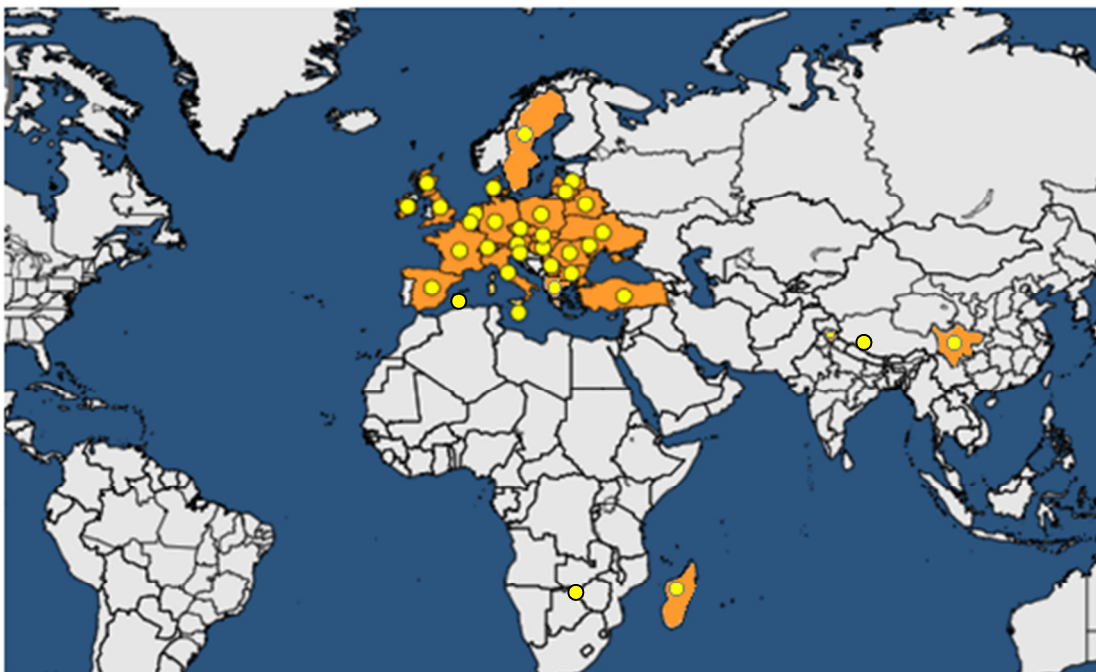
Οι κυριότεροι ξενιστές του είδους *M. melonantha* είναι κατά αλφαβητική σειρά οι εξής:

- Αγριοκαστανιά (*Aesculus hippocastanum*)
- Άμπελος (*Vitis vinifera*)
- Αραβόσιτος (*Zea mays*)
- Δασικό πεύκο (*Pinus sylvestris*)
- Δρύς (*Quercus* sp.)
- Εγγλενός (*Acer campestre*)
- Έλατο (*Abies* sp.)
- Ζαχαρότευτλο (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*)
- Ιτιά (*Salix* sp.)
- Καρπίνος ή γαύρος (*Carpinus betulus*)
- Καστανιά (*Castanea sativa*)
- Κοινή ή δασική οξιιά (*Fagus sylvatica*)
- Λάριξ ή αγριόπευκο (*Larix* sp.)
- Λεύκα (*Populus* sp.)
- Λυκίσκος ο κοινός (*Humulus lupulus*)
- Μελιά (*Fraxinus* sp.)
- Μηλιά (*Malus domestica*)
- Παντζάρι (*Beta vulgaris*)
- Πατάτα (*Solanum tuberosum*)
- Πικραλίδα (*Taraxacum officinale* complex)
- Σημύδα η χνοώδης (*Betula pubescens*)
- Σίτος (*Triticum* sp.)
- Σμέουρο (*Rubus idaeus*)
- Σφένδαμος (*Acer negundo*)
- Φουντουκιά (*Corylus* sp.)
- Φράουλα (*Fragaria* sp.)

- Χλοοτάπητες (φυσικοί)
- Ψευδοτσούγκα του Μένζιζ (*Pseudotsuga menziesii*)

## 1.4 Βιογεωγραφία

Το *M. melolontha* εμφανίζεται κυρίως στις χώρες της βόρειο-κεντρικής, της ανατολικής και της νότιας Ευρώπης. Στις περιοχές της Μεσογείου είναι εντονότερη η εμφάνισή του. Ωστόσο υπάρχουν και αναφορές παρουσίας του στη νησιωτική χώρα της Μαδαγασκάρης στην αφρικανική ήπειρο.



**Εικόνα 1.12** Περιοχές που ευδοκίμει το είδος *Melolontha melolontha*.

Πιο συγκεκριμένα οι χώρες κατανομής του είναι οι εξής:

**ΕΥΡΩΠΗ:** Αυστρία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ελβετία, Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο (Αγγλία, Σκωτία, Ουαλία, Β. Ιρλανδία), Ιρλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κροατία, Λετονία, Λευκορωσία, Λιθουανία, Μάλτα, Μολδαβία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Ουκρανία, Πολωνία, Ρουμανία, Ρωσία, Σερβία, Σλοβακία, Σλοβενία, Σουηδία, Τουρκία και Τσεχία.

**ΑΣΙΑ:** Ρωσία, Κίνα, Ινδία

**ΑΦΡΙΚΗ:** Μαδαγασκάρη.

**Πίνακας 1-2** Κατανομή του κολεοπτέρου *M. melolontha* με βάση τον Ευρωπαϊκό και Μεσογειακό Οργανισμό Φυτοπροστασίας

Ήπειρος	Χώρα	Κατάσταση	Κατανομή
Ευρώπη	Αυστρία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Βέλγιο	Παρόν	-
Ευρώπη	Βουλγαρία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Γαλλία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Γερμανία	Παρόν	Ευρεία
Ευρώπη	Δανία	Παρόν	-
Ευρώπη	Ελβετία	Παρόν	Ευρεία
Ευρώπη	Ελλάδα	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Ηνωμένο Βασίλειο	Παρόν	Ευρεία
Ευρώπη	Ιρλανδία	Παρόν	Ευρεία
Ευρώπη	Ισπανία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Ιταλία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Κροατία	Παρόν	-
Ευρώπη	Λετονία	Παρόν	-
Ευρώπη	Λευκορωσία	Παρόν	-
Ευρώπη	Λιθουανία	Παρόν	-
Ευρώπη	Μάλτα	Παρόν	-
Ευρώπη	Μολδαβία	Παρόν	-
Ευρώπη	Ολλανδία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Ουγγαρία	Παρόν	Ευρεία
Ευρώπη	Ουκρανία	Παρόν	-
Ευρώπη	Πολωνία	Παρόν	Ευρεία
Ευρώπη	Ρουμανία	Παρόν	-
Ευρώπη	Ρωσία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Σερβία	Παρόν	-
Ευρώπη	Σλοβακία	Παρόν	-
Ευρώπη	Σλοβενία	Παρόν	-
Ευρώπη	Σουηδία	Παρόν	-
Ευρώπη	Τουρκία	Παρόν	Περιορισμένη
Ευρώπη	Τσεχία	Παρόν	Περιορισμένη
Ασία	Ρωσία	Παρόν	Περιορισμένη
Ασία	Ινδία (Χιμαχάλ Πραντές)	Παρόν	-
Ασία	Κίνα (Σετσουάν)	Παρόν	-
Αφρική	Μαδαγασκάρη	Παρόν	-

## 1.5 Οικολογία

---

Ο χρωματικός διμορφισμός είναι χαρακτηριστικός για τα ακμαία. Παρόλο που μπορεί να παρατηρηθούν όλες οι αποχρώσεις από κόκκινο-καστανοκόκκινο έως μαύρο στην κεφαλή, τον προθώρακα, την ασπίδα του προθώρακα και των ποδών, δύο μορφές είναι οι επικρατέστερες: η κόκκινη, στην οποία τα σκαθάρια φέρουν κόκκινο προθώρακα και πόδες (αναφέρονται ως *Rex* δηλ. βασιλιάδες) και η μαύρη, με μαύρο προθώρακα και πόδες (αναφέρονται ως *Nigripes* δηλ. μαυροπόδαροι). Αυτές οι ιδιομορφίες θεωρούνται οικολογικές μορφές της κοινής Μηλολόνης. Τα κόκκινα σκαθάρια κυριαρχούν σε ανοιχτά και ελαφρώς σκιερά μέρη, ενώ τα μαύρα είναι πιο συνηθισμένα στα σκιερά κομμάτια της γης, συμπεριλαμβανομένων των απομονωμένων δασικών εκτάσεων. Τα κόκκινα σκαθάρια κυριαρχούν στα βόρεια, ενώ τα μαύρα στα νότια.

Η κοινή Μηλολόνη αρέσκεται περισσότερο στο φως και το νερό και προτιμά ανοικτούς αγρούς και καλλιέργειες, σε σύγκριση με την δασική Μηλολόνη, η οποία απαντάται συχνότερα σε δασικές εκτάσεις με νεαρά έλατα και πεύκα.

Σχεδόν κάθε πληθυσμός μηλολόνης αναπτύσσεται σε έναν πολυετή κύκλο με έτη επικρατούσας πτήσης, τα οποία ονομάζονται βαθμοί. Στις περιοχές με σχετικά ομοιογενείς πληθυσμούς, οι επικρατείς βαθμοί και τα έτη πτήσης που παραμένουν σταθερά για πολύ καιρό είναι εύκολο να προβλεφθούν. Τα κόκκινα σκαθάρια *Rex* αναπτύσσονται σε κύκλους των πέντε ετών σε αντίθεση με τα μαύρα *Nigripes* που χρειάζονται τέσσερα έτη. Διαφορετικά, οι μαζικές πτήσεις του πρώτου συμβαίνουν κάθε πέντε χρόνια και του δεύτερου κάθε τέσσερα. Γενικά, οι μαζικές πτήσεις συμβαίνουν σε έναν αυστηρά καθορισμένο κύκλο και υπάρχουν περίοδοι τριών ή τεσσάρων ετών, κατά τις οποίες δύσκολα απαντώνται ακμαία σκαθάρια.

Οι φυσικοί εχθροί, όπως οι τυφλοπόντικες, οι ασβοί, οι νυχτερίδες, οι κούκοι, οι δρυοκολάπτες, οι τσίχλες, οι καρακάξες, τα χαβαρόνια, οι καλιακούδες, τα σπουργίτια, τα κολεόπτερα εδάφους, οι μεγάλες σφήκες και οι μύγες της οικογένειας *Tachinidae* μειώνουν σημαντικά τον αριθμό των κολεοπτέρων του γένους *Melolontha*.

## 1.6 Οικονομική Σημασία

---

Στην παγκόσμια γεωργική πρακτική, οι προνύμφες του είδους *M. melolontha* είναι γνωστές ως σοβαροί εχθροί πολλών καλλιεργειών (δαμασκηνιές, μηλιές, κερασιές, βατόμουρα, κηπευτικά κ.α.). Οι προνύμφες τρίτης ηλικίας είναι οι πιο αδηφάγες, προκαλώντας μεγάλη ζημιά σε νεαρά δένδρα και ιδιαίτερα σε οπωρώνες παραγωγής φρούτων. Με πυκνότητα από 5 έως 40 κολεόπτερα του είδους ανά τετραγωνικό μέτρο αγρού, η ζημιά μπορεί να φτάσει και σε ποσοστά της τάξεως του 25%.

Η μεγάλη διάρκεια του βιολογικού της κύκλου, σε συνδυασμό με την απουσία ακμαίων επί σειρά ετών και τη διαβίωση των προνυμφών εντός του εδάφους, κάνει την αντιμετώπισή της πολύ δύσκολη και τις οικονομικές επιπτώσεις της παρουσίας της πολύ σοβαρές. Για τον έλεγχο των πληθυσμών της προτείνονται κάποιες βασικές καλλιεργητικές τεχνικές όπως η διέγερση του εδάφους με στόχο την ανάπτυξη υγιών και ανθεκτικών φυτών, ετήσια ή διετής αγρανάπαυση, χρήση υψηλής ποιότητας σπόρων και πολλαπλασιαστικού υλικού και καλή κατεργασία του εδάφους με γεωργικά μηχανήματα που βοηθά στη μείωση του πληθυσμού των προνυμφών λόγω μηχανικών τραυματισμών και προσέλκυσης πτηνών. Άλλα μέτρα που εφαρμόζονται είναι παγίδες φωτός όπου εγκλωβίζονται και ύστερα θανατώνονται με το κατάλληλο εντομοκτόνο, χρήση διαφυλλικών οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων μετά την άνθηση κατά την διάρκεια της περιόδου πτήσης των ακμαίων ή στο έδαφος για την καταπολέμηση των προνυμφών και την θεραπεία των ριζών πριν την φύτευση, ενώ αξιολογικά αποτελέσματα έχουν δώσει τα βιολογικά σκευάσματα με βάση μύκητες όπως ο *Beauveria bassiana*.

Είναι προφανές πως η οικονομική σημασία του *M. melolontha* είναι πολύ μεγάλη με σοβαρές συνέπειες στην αγροτική οικονομία και απαιτείται πολύ καλός σχεδιασμός και προσεκτική εφαρμογή διαφόρων μέτρων αντιμετώπισής του ώστε η συνέπεια της παρουσίας του να μην είναι καταστροφική.



## 2 ° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

### 2.1 Συμπτώματα

Η κοινή μηλολόνη, *M. melolontha*, είναι δυνατό να αποτελέσει σοβαρό εχθρό κήπων και καλλιεργειών, όταν βρίσκεται σε υψηλούς πληθυσμούς. Το μεγαλύτερο μέρος της ζημιάς προκαλείται κατά το προνυμφικό στάδιο, κατά το οποίο εστιάζει στο εσωτερικό του εδάφους τρεφόμενη σε ρίζες αγρωστωδών, ψυχανθών και άλλων βοτανικών ειδών όπως φυσικούς χλοοτάπητες, ενώ τα ακμαία τρέφονται κυρίως με τα φύλλα των φυτών ξενιστών της.

Πίνακας 2-1 Λίστα συμπτωμάτων / σημείων που προκαλεί το *M. melolontha*

Μέρος φυτού	Σύμπτωμα / Σημείο	Στάδιο Βιολ. κύκλου
Καρπός	Εξωτερικό φάγωμα	Ακμαίο
Ταξιανθία	Εξωτερικό φάγωμα	Ακμαίο
Φύλλα	Εξωτερικό φάγωμα	Ακμαίο
Φύλλα	Μαρασμός	Ακμαίο
Φύλλα	Κιτρίνισμα/Νέκρωση	Ακμαίο
Ρίζες	Εξωτερικό φάγωμα	Προνύμφη
Ρίζες	Εσωτερικό φάγωμα	Προνύμφη
Ολόκληρο φυτό	Νέκρωση	-



**Εικόνα 2.1** Ζημιά χλοοτάπητα σε γήπεδο γκολφ που προκλήθηκε από την εκσκαφή πτηνών και θηλαστικών για προνύμφες *M. melolontha*, Ηνωμένο Βασίλειο

## 2.2 Τρόποι αντιμετώπισης προνυμφών

---

Οι μέθοδοι αντιμετώπισης της μηλολόνης αποτελούσαν ανέκαθεν σημείο ενδιαφέροντος λόγω των σημαντικών ζημιών που προκαλεί, ιδίως κατά το προνυμφικό στάδιο. Οι προνύμφες της μηλολόνης που τρέφονται με ρίζες δενδρωδών, θαμνωδών και ποωδών φυτών, υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν σημαντική ζημιά μειώνοντας την ανάπτυξη, ακόμη και «θανατώνοντας» τα φυτά. Η μακροχρόνια προσβολή του εδάφους από προνύμφες *Melolontha* spp. που τρέφονται εντατικά με ρίζες νεαρών φυτών μπορούν επίσης να αναστείλουν δραστικά την αναγέννηση δασών σε προσβεβλημένες περιοχές. Η ζημιά που σχετίζεται με την προνύμφη συνδέεται με τη διάρκεια ανάπτυξης της, η οποία, υπό τις συνήθεις ευρωπαϊκές κλιματολογικές συνθήκες, μπορεί να διαρκέσει περίπου 3 χρόνια. Όσο μεγαλώνουν οι προνύμφες, τόσο αυξάνεται η όρεξή τους, με αποτέλεσμα να γίνονται αδηφάγες. Επίσης, οι ηλικιακά μεγαλύτερες προνύμφες είναι πιο ανθεκτικές στους περιβαλλοντικούς παράγοντες και πιο δύσκολο να ελεγχθούν. Σε

ορισμένες περιοχές, τα ακμαία της μηλολόνης δρουν σε σμήνη κάθε χρόνο και στο έδαφος εμφανίζονται όλες οι ηλικίες προνυμφών (L1, L2 και L3).

Οι μέθοδοι αντιμετώπισης της μηλολόνης, συμπεριλαμβανομένων προληπτικών, καλλιεργητικών και βιολογικών άρχισαν να εφαρμόζονται λίγο πριν τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο (Woreta 1997). Στην Πολωνία, αναφέρεται ότι μετά τον πόλεμο, χρειάστηκε να αναδασωθούν απέραντες περιοχές χερσότοπων και χαμηλά παραγωγικών γεωργικών εκτάσεων, οι οποίες ήταν προσβεβλημένες από τις καταστροφικές προνύμφες της μηλολόνης (Woreta and Skrzecz 1996). Στη δεκαετία του 1950, στις πρακτικές εντομολογικής προστασίας εισήχθησαν και τα χημικά εντομοκτόνα, αλλά διαπιστώθηκε ότι οι ουσίες που προτείνονταν για τον έλεγχο ριζοφάγων εντόμων ήταν αποτελεσματικές εναντίον της μηλολόνης μόνο για μικρά χρονικά διαστήματα. Αργότερα, την περίοδο 1980-1993, το «πρόβλημα της μηλολόνης» θεωρήθηκε ελάσσονος σημασίας και αφορούσε κυρίως φυτώρια και περιοχές με μικρές αναδασωμένες εκτάσεις (Woreta 1994). Στη συνέχεια, λόγω τη γενικευμένης ανησυχίας για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, η χρήση των χημικών μέσων καταπολέμησης εντόμων σταδιακά μειώθηκε ή τερματίστηκε, με συνέπεια την επανεμφάνιση του προβλήματος, την επανέναρξη της αύξησης των πληθυσμών της μηλολόνης και τον επαναπροσδιορισμό της ως σημαντική απειλή.

### ***2.2.1 Μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν***

Στην προ-βιομηχανική εποχή, ο έλεγχος των αυξημένων αριθμών προνυμφών μηλολόνης που επηρέαζε αρνητικά τις διάφορες καλλιέργειες ήταν μια δύσκολη και συχνά ανεπιτυχής διαδικασία. Κύρια μέθοδος ελέγχου ήταν η συλλογή και θανάτωση των προνυμφών κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων κατεργασίας του εδάφους που διεξάγονταν κατά την εγκατάσταση φυτωρίου ή φυτείας (BB. 1982). Μια άλλη μέθοδος βασίστηκε σε προσπάθειες προσέλκυσης των προνυμφών της μηλολόνης σε παγίδες, δηλαδή τρύπες που σκάβονταν στο έδαφος γύρω ή και εντός των γραμμών φύτευσης, οι οποίες γεμίζονταν με κοπριά και καλύπτονταν με χώμα (Badeni 1894). Οι παγίδες ελέγχονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα για τη συλλογή και απομάκρυνση των συλλαμβανόμενων προνυμφών.

Στα τέλη του 1800, μια ελκυστική μέθοδος χρησιμοποιήθηκε από τον Jan Wospiel, ένα γαιοκτήμονα που χρησιμοποίησε με επιτυχία οικόσιτους χοίρους για να καταβροχθίσουν τις προνύμφες που κατέστρεφαν τις καλλιέργειές του (Wospiel 1895).

Η δυνατότητα χρήσης του παθογόνου μύκητα *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. για την καταπολέμηση της μηλολόνης, περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Leopold le Moulit στις αρχές της δεκαετίας του 1880. Ο συγγραφέας σημείωσε ότι υπό φυσικές συνθήκες, αυτός ο μύκητας (τότε – *B. densa* Pic.) πρόσβαλε όλα τα αναπτυξιακά στάδια του εντόμου. Στη συνέχεια, διεξήχθησαν δοκιμές μεγάλης κλίμακας σε αγρούς, σε όλη τη Γαλλία, για τη μελέτη της επίδρασης του μύκητα (BB. 1892). Μερικά από τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν αρκετά υποσχόμενα ώστε το είδος *B. brongniartii* άρχισε να προτείνεται ως βιολογικό μέσο ελέγχου της μηλολόνης. Λίγα χρόνια αργότερα, σε μια περιοχή της σημερινής Πολωνίας, προσδιορίστηκε ο τρόπος προσβολής τόσο των ακμαίων όσο και των προνυμφών της μηλολόνης από το *B. brongniartii* (BB. 1892, Remiszewski 1899). Ωστόσο, αντίθετα αποτελέσματα έδωσαν μερικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν εκείνη την περίοδο από άλλους ερευνητές (Wospiel 1895, Janeczko 1906). Μια προσπάθεια ελέγχου προνυμφών *Melolontha* με τον *B. brongniartii* έγινε και από τον Καρπιήσκι στα έτη 1934-1935 (Καρπιήσκι 1950). Υπό εργαστηριακές συνθήκες, όλα τα αναπτυξιακά στάδια της μηλολόνης (*M. melolontha* και *M. hippocastani*) μολύνθηκαν με σπόρια *B. brongniartii*. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές, υπό συνθήκες αγρού, για την αποτελεσματικότητα του μύκητα σε καλλιέργειες στις οποίες είχε γίνει επίταση με *B. brongniartii*. Στις δοκιμές αυτές, ο μύκητας καλλιεργούνταν στο εργαστήριο σε υπόστρωμα πατάτας και στη συνέχεια αναμιγνύονταν με τάλκη. Ο βαθμός μυκητολογικής προσβολής που παρατηρήθηκε στις προνύμφες μηλολόνης δεν ήταν επαρκής και η μείωση του αριθμού των ακμαίων και έφτανε μόνο το 20%. Σε γενικές γραμμές, οι μελέτες που διεξήχθησαν εκείνη την εποχή, σχετικά με τη χρήση *B. brongniartii* για την καταπολέμηση της μηλολόνης έδωσαν διφορούμενα αποτελέσματα και δεν αποτέλεσαν βάση για τη σύσταση και χρήση του μύκητα στις πρακτικές φυτοπροστασίας.

Άλλες μέθοδοι που εφαρμόστηκαν στο παρελθόν για τη μείωση της ζημιάς από την παρουσία πληθυσμών μηλολόνης περιλάμβαναν τη χρήση ουσιών που προέρχονταν από φυτά. Όπως παρατηρήθηκε και από τον Ρόζγνίσκι (1926), διαφορετικά είδη φυτών παρουσίαζαν διαφοροποιούμενη ευαισθησία στις επιθέσεις μηλολόνης σε διαφορετικές περιοχές. Οι

προνύμφες φαίνεται ότι εμφάνιζαν υψηλή δραστηριότητα στις ρίζες ορισμένων φυτών, ενώ άλλες τις απέρριπταν. Τέτοιου τύπου παρατηρήσεις έγιναν για τις ρίζες του κοινού φαγόπυρου (*Fagopyrum sagittatum* Gilib.), του κολλώδους άλνου (*Alnus glutinosa* Gaertn.), του λευκού άλνου (*A. rhombifolia* Nutt.), του κύτισου (*Cytisus scorarius* L.), του πολύφυλλου λούπινου (*Lupinus polyphyllus* L.), και της ροβίνιας ψευδοακακίας (*Robinia pseudoacacia* L.). Ο Ρόζγνσκι χρησιμοποίησε αυτή τη γνώση σε περαιτέρω μελέτες, τα αποτελέσματα των οποίων έδειξαν ότι φαγόπυρο που είχε σπαρθεί στο έδαφος, ακόμη και σε περιπτώσεις μεγάλων πληθυσμών προνυμφών μηλολόνης, τις απωθούσε αποτελεσματικά. Οι συγκεκριμένες μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε μια πολύ απειλούμενη περιοχή, όπου δενδροστοιχία δασικών πεύκων ηλικίας 6-7 ετών, σε συνδυασμό με λωρίδες σημύδας ηλικίας 8-9 ετών, ήταν εντελώς κατεστραμμένη από προνύμφες μηλολόνης. Η δενδροστοιχία αφαιρέθηκε ολοκληρωτικά και στη συνέχεια έγινε σπορά φαγόπυρου στο ίδιο σημείο. Τον επόμενο χρόνο, η περιοχή αναδασώθηκε με δασικό πεύκο, και αυτή τη φορά τα δενδρύλλια δεν υπέστησαν ζημιές από τις προνύμφες. Επιπρόσθετα, ο Ρόζγνσκι (1926) συνέστησε τη φύτευση δένδρων κοινού άλνου σε δασικά φυτώρια, εγκατεστημένα σε εύφορα εδάφη και λευκού άλνου σε φυτώρια εγκατεστημένα σε πιο πτωχά εδάφη, καθώς πίστευε ότι ειδικά σε μεγάλους, ανοιχτούς χώρους δασικών φυτωρίων, θα πρέπει να γίνεται εγκατάσταση λωρίδων άλνου. Ο Satkowski (1899) παρατήρησε επίσης ευεργετικά αποτελέσματα του φαγόπυρου στη μείωση των ζημιών που οφείλονταν σε προνύμφες μηλολόνης σε περιοχές αναδάσωσης δασικών πεύκων. Αργότερα, αποδείχθηκε ότι ένα είδος άγριου φαγόπυρου, *F. tataricum* Goertn. επέδειξε επίσης απωθητικές ιδιότητες κατά των προνυμφών μηλολόνης (Ulatowicz 1932). Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα, επιβεβαίωσαν ότι οι προνύμφες μηλολόνης αποφεύγουν τις ρίζες του φαγόπυρου, κυρίως λόγω της μη ελκυστικής γεύσης τους που προκαλείται από την υψηλή περιεκτικότητά του σε τανίνες, οι οποίες τραυματίζουν το πεπτικό τους σύστημα. Η αίσθηση αυτή προφανώς επηρεάζει και τα θηλυκά ακμαία της μηλολόνης, τα οποία φαίνεται να μην θεωρούν ελκυστικές τις περιοχές που έχουν σπαρθεί με φαγόπυρο και τις αποφεύγουν για εναπόθεση των ωών τους (Hersy 1986· Harborne 1997).

## **2.2.2 Χημικά μέσα αντιμετώπισης μηλολόνης από τη δεκαετία του 1950 και μετά**

Τα χημικά εντομοκτόνα για την προστασία των καλλιεργειών εφαρμόστηκαν από τη δεκαετία του 1940 και μετά, ειδικά μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Ένα από τα πιο διαδεδομένα ήταν το DDT (διχλωρο-διφαινυλ τριχλωροαιθάνιο) που συντέθηκε το 1874. Η εντομοκτόνος δράση του ανακαλύφθηκε το 1939 από έναν Ελβετό χημικό, τον Paul Müller, ο οποίος αργότερα έλαβε και το βραβείο Νόμπελ του 1948 για αυτή του την ανακάλυψη και τη χρήση της ουσίας ως «δηλητήριο επαφής εναντίον πολλών αρthropόδων». Τότε, το DDT φάνηκε να είναι ιδανική λύση για όλα τα εντομολογικά προβλήματα παγκοσμίως. Στις πρακτικές εντομολογικής προστασίας, τα εντομοκτόνα «πρώτης γενιάς», όπως τα πολύ τοξικά οργανοχλωρίδια (lindane) και το εξαχλωροκυκλοεξάνιο ή χλωρδάνιο (HCH) χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς για τον έλεγχο των προνυμφών μηλολόνης. Το lindane εφαρμόστηκε σαν σκόνη και η αποτελεσματικότητά του εξαρτιόταν από τις χρησιμοποιούμενες ποσότητες, δεδομένου ότι πάρα πολλά φυτά που υφίσταντο κατεργασία με αυτό παρουσίαζαν συμπτώματα τοξικότητας και διαφορετικά είδη δένδρων έδειξαν διαφορετικά επίπεδα αντοχής στα εντομοκτόνα αυτά (Sierpiński 1975). Κατά τα έτη 1952–1955, πραγματοποιήθηκε μια μελέτη για την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών με lindane, με στόχο τον προσδιορισμό των πιο αποτελεσματικών αναλογιών και τρόπων εφαρμογής των εντομοκτόνων. Αποδείχθηκε ότι η εμβάπτιση ριζών σποροφύτων σε πάστα παρασκευασμένη από νερό, χούμο και lindane μπορούσε να περιορίσει σημαντικά τον μαρασμό τους λόγω των βρώσεων των προνυμφών. Το παρασκεύασμα HCH-Verindal που εφαρμόστηκε σε δοσολογία 1,8 g ανά σπορόφυτο έδωσε επίσης ικανοποιητικά αποτελέσματα, ενώ εξίσου αποτελεσματικές ήταν και οι εφαρμογές με γαλάκτωμα χλωρδανίου σε φυτεμένα δενδρύλλια. Η εφαρμογή HCH-Verindal σε δόση 200 Kg / εκτάριο στην επιφάνεια του εδάφους, την οποία ακολουθούσε ενδεδειγμένη ανάμιξη με τα ανώτερα στρώματα του εδάφους μέχρι βάθους 30 cm, περιόρισε ορατά τις ζημιές σε υβριδική φυτεία μαύρης λεύκας. Μια μελέτη σχετικά με την αποτελεσματικότητα του οργανοχλωριδικού παρασκευάσματος Intox 8 που διενεργήθηκε από τον Dominik (1958), έδειξε ότι οι μεταχειρίσεις του εδάφους με 200 Kg / εκτάριο που πραγματοποιούνται το καλοκαίρι και επαναλαμβάνονται το επόμενο έτος με 400 κιλά / εκτάριο, προστάτευαν επαρκώς τα δενδρύλλια από τις προνύμφες ηλικίας 2 ετών. Ο Sierpiński (1963) μελέτησε επίσης την επίδραση του χρόνου

επέμβασης με HCH (άνοιξη ή φθινόπωρο) ως προς τον έλεγχο των προνυμφών και διαπίστωσε ότι και οι δύο χρόνοι επέμβασης ήταν εξίσου αποτελεσματικοί. Με βάση τις παραπάνω μελέτες, αναπτύχθηκε το πρωτόκολλο χημικής αντιμετώπισης των προνυμφών και συστήθηκαν φυτοπροστατευτικά προϊόντα με βάση τη δραστική ουσία lindane, για χρήση σε αναδασωμένες περιοχές που πλήττονταν από μεγάλους πληθυσμούς προνυμφών. Τα εντομοκτόνα διατήρησαν τις εντομοκτόνες ιδιότητές τους στο έδαφος για 2-3 χρόνια. Όπως παρατηρήθηκε, οι εφαρμογές ήταν πιο αποτελεσματικές έναντι των προνυμφικών σταδίων L1 και L2 (Dominik 1953), ενώ η δοσολογία του εντομοκτόνου και ο τρόπος εφαρμογής του εξαρτιόταν από την περιοχή όπου εφαρμοζόταν. Οι περιοχές που προορίζονταν για δασικά φυτώρια, οι νέες φυτείες ή η αναδάσωση μεταγεωργικών εκμεταλλεύσεων (πρώην καλλιεργήσιμοι αγροί) αντιμετωπίστηκαν στο σύνολό τους με δοσολογίες 150-200 Kg / εκτάριο. Οι αναδασωμένες περιοχές αντιμετωπίστηκαν με τοπικές εφαρμογές στα σημεία φύτευσης των δέντρων. Σε εγκατεστημένες νεαρές δενδροστοιχίες, πραγματοποιήθηκαν προληπτικές εφαρμογές κατά των προνυμφών με υγρά εντομοκτόνα σκευάσματα.

Ωστόσο, σταδιακά αποκαλύφθηκε ότι τα οργανοχλωρίδια θανατώνουν όχι μόνο τα παράσιτα-στόχους αλλά και τους ωφέλιμους οργανισμούς. Τελικά, πριν από μερικές δεκαετίες, δημοσιεύτηκε ότι το DDT βιοσυσσωρεύεται στο έδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα και ότι η χρήση του είναι απειλή τόσο για την άγρια ζωή όσο και για τον άνθρωπο, και τη δεκαετία του 1970 ανακοινώθηκε η παγκόσμια απαγόρευση του για τη χρήση στη φυτοπροστασία.

Με την απόσυρση των οργανοχλωριδίων από την αγορά, έκαναν την εμφάνισή τους νέα, πιο φιλικά προς το περιβάλλον εντομοκτόνα για την προστασία των φυτών έναντι εντομολογικών εχθρών, τα οργανοφωσφορικά και τα καρβαμιδικά. Συστήθηκαν διάφορα εντομοκτόνα σκευάσματα που περιείχαν οργανοφωσφορικές δραστικές ουσίες, όπως το Diazinon και το Dursban, και προϊόντα με καρβαμιδικές δραστικές ουσίες, όπως το Furadan. Τα εντομοκτόνα νέας γενιάς εφαρμόστηκαν, αρχικά, αποτελεσματικά σε περιοχές απειλούμενες από τις προνύμφες μηλολόνης είτε σε συγκεκριμένα σημεία είτε στις γραμμές φύτευσης.

Όμως, από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, παρατηρήθηκε σταδιακά αυξανόμενη ζημιά από προσβολές *Melolontha* spp. (Woreta 1999). Στην Πολωνία, όπου πραγματοποιήθηκαν μελέτες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων νέας γενιάς

κατά των προνυμφών μηλολόνης τα έτη 2006-2008, δοκιμάστηκαν διάφορα φυτοπροστατευτικά προϊόντα όπως το Regent 200 SC (χημική οικογένεια φαινυλοπυραζόλης), Apacz 50 WG (neonicotinoid – clothianidin) και Mospilan 20 SP (acetamipryd). Σε αυτές τις δοκιμές, τα σπορόφυτα δασικών πεύκων, των οποίων οι ρίζες ήταν καλυμμένες με αυξητική ορμόνη, εμβαπτιζόνταν σε διάλυμα ενός δεδομένου προϊόντος για λίγα λεπτά και οι εφαρμογές φαίνεται ότι προστάτευαν τα σπορόφυτα ακόμη κι από τις πιο αδηφάγες προνύμφες του 3<sup>ου</sup> σταδίου.

Τα τελευταία χρόνια, λόγω των αυξανόμενων περιβαλλοντικών ανησυχιών, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε νέο Κανονισμό για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Καν. 1107 της 21.10.2009 σχετικά με τη διάθεση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά και την κατάργηση των οδηγιών 79/117/ΕΟΚ και 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου), ο οποίος είχε ως αποτέλεσμα την απόσυρση σχεδόν όλων των εντομοκτόνων εδάφους από την αγορά.

Σήμερα, στην Ελλάδα, οι μοναδικές εγκεκριμένες δραστικές ουσίες για την αντιμετώπιση της μηλολόνης είναι: acetamiprid (Profil Extra 5SL<sup>1</sup>), deltamethrin (Demetrina SC, Amcodel 2,5EC, Axithren 2,5EC, Colossos 2,5EC, Epos-CI EC, Ikarus 2,5EC, Phantom 2,5EC, Poleci 2,5EC, Seguro 2,5EC, Tour 2,5EC), lamda cyhalothrin (Lamdex 2,5WG, Premium 2,5WG) και tefluthrin (Force EVO GR, Lebron 0,5GR). Πάντως, τα κοκκώδη προϊόντα που παλαιότερα είχαν χρησιμοποιηθεί για την προστασία φυτωρίων και νεαρών δενδροστοιχιών από εντομολογικούς εχθρούς του ριζικού συστήματος, έχουν πλέον ενταχθεί στον κατάλογο των επικίνδυνων εντομοκτόνων, ενώ ταυτόχρονα, οι απώλειες που οφείλονται στις βρώσεις των προνυμφών έχουν αυξηθεί σημαντικά. Ο περιορισμός των χημικών μέσων καταπολέμησης εντόμων από την πρακτική εντομολογικής προστασίας έχει σε πολλές περιπτώσεις οδηγήσει σε προσπάθειες μείωσης του αριθμού μηλολονθών μηχανικά, μέσω συλλογής ακμαίων κολεοπτέρων από δονούμενα δέντρα με το χέρι, όπως γίνονταν πριν από 100 χρόνια (Woreta 2008).

---

<sup>1</sup> \*Λήξη έγκρισης 30/04/2019 (Σημ: Όσα σκευάσματα εμφανίζονται στους καταλόγους του ΥΠΑΑΤ, παρόλο που η ημερομηνία λήξης τους είναι προγενέστερη της σημερινής, για τα οποία δεν υπάρχει ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΝΑΚΛΗΣΗΣ ή δεν εμφανίζεται η λέξη ΑΠΟΣΥΡΘΗΚΕ, η έγκρισή τους είναι σε ισχύ και βρίσκονται σε διαδικασία ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.)



### **2.2.3 Μη χημικά μέσα αντιμετώπισης μηλολόνης από τη δεκαετία του 1950 και μετά**

Μηχανικές μέθοδοι αντιμετώπισης των προνυμφών της μηλολόνης, βασισμένες σε αυτές που είχαν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν έχουν δοκιμασθεί σε διάφορες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στη Γερμανία. Οι μέθοδοι αυτές, βασίζονται στην κατεργασία εδάφους και στην εξάλειψη των περιεχόμενων προνυμφών με έκθεσή τους στις εξωτερικές συνθήκες. Σε εδάφη σοβαρά προσβεβλημένα από μηλολόνη, συνιστάται επαναλαμβανόμενη άροση, αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της περιόδου βλάστησης. Οι περιστροφικοί καλλιεργητές είναι τα πιο αποτελεσματικά εργαλεία για τις διάφορες κατεργασίες του εδάφους που πραγματοποιούνται σε βάθος 15-20 cm την περίοδο του Ιουνίου - Αυγούστου, μετά την εμφάνιση των προνυμφών 1<sup>ης</sup> ηλικίας. Σε γενικές γραμμές, τα καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνονται όταν γίνεται άροση σε υγρά και θερμά εδάφη όπου διαβιούν προνύμφες L1 και L2. Η αποτελεσματικότητα του ελέγχου των προνυμφών με τη χρήση της παραπάνω μεθόδου εκτιμήθηκε ότι κυμαίνεται μεταξύ 60% και 90%.

Πάντως, λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες απαιτήσεις καλλιέργειας εδάφους, οι αναφερόμενοι προληπτικοί τρόποι αντιμετώπισης και τα μηχανικά μέσα που εφαρμόζονται κατά των προνυμφών μηλολόνης μπορεί να έχουν ανεπαρκή αποτελέσματα. Οι παράγοντες που περιορίζουν τις δυνατότητες εφαρμογής καλλιεργητικών φροντίδων είναι πολλοί και σχετίζονται κυρίως με τα χαρακτηριστικά του εδάφους, π.χ. περιοχές κατακράτησης νερού, περιοχές με αμμώδη εδάφη ή με πυκνή βλάστηση, φυτωριακές εγκαταστάσεις ή περιοχές πρόσφατα αναδασωμένες. Στην Πολωνία, το 1995–1999, σε μια εκτεταμένη δασική έκταση, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές για τη μηχανική εξάλειψη των προνυμφών μηλολόνης σε μεταγεωργικές εκτάσεις που προορίζονταν για αναδάσωση, κατά τις οποίες χρησιμοποιήθηκε ως επί το πλείστο ένα δισκάρτρο για την κατεργασία του εδάφους σε βάθος 15-20 cm. Όταν οι δοκιμές επαναλήφθηκαν 3-5 φορές, παρατηρήθηκε ικανοποιητική αποτελεσματικότητα ως προς τη μείωση του πληθυσμού μηλολόνης σε επίπεδο ασφαλές για τη μελλοντική εγκατάσταση δασικών δεντροστοιχιών.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι τα ευρήματα σχετικά με τις διατροφικές προτιμήσεις της μηλολόνης που δημοσιεύτηκαν από τον Rożgński (1926), τα οποία ενθάρρυναν περαιτέρω μελέτες σχετικά με τα εντομοαπωθητικά προνυμφών. Την χρονική περίοδο 1995-1999, διεξήχθη μια μελέτη πάνω

στην επίδραση των φυτών φαγόπυρου στη ζωτικότητα των προνυμφών μηλολόνης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν επιβεβαίωσαν σημαντική μείωση του πληθυσμού των προνυμφών κατά τη διάρκεια μιας και μόνο καλλιεργητικής περιόδου φαγόπυρου. Επιπρόσθετα, εξετάστηκε η ανάπτυξη προνυμφών στις ρίζες διαφορετικών ειδών δασικών δέντρων (Woreta και Sukowata 2014), και παρατηρήθηκε διαφοροποίηση του ποσοστού επιβίωσης προνυμφών L1, L2 και L3 που τράφηκαν με ρίζες δενδρυλλίων των ειδών κοινή βαλανιδιά (*Quercus robur* L.), βελανιδιά η άμισχος (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), ευρωπαϊκή οξιά (*Fagus sylvatica* L.), ασημένια σημόδα (*Betula pendula* Roth.), ευρωπαϊκή λάριξ (*Larix decidua* Mill.), δασική πεύκη (*Pinus sylvestris* L.) και μαύρος ή κολλώδης άλνος (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Το υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης (100%) παρατηρήθηκε στις προνύμφες L1 και L2 σε ρίζες *P. sylvestris* και *Q. robur* καθώς και στις προνύμφες L3 σε *Q. petraea*. Οι ρίζες του *A. glutinosa* αποτελούσαν τη λιγότερο ευεργετική διατροφή για όλες τις προνυμφικές ηλικίες. Η υψηλότερη θνησιμότητα προνυμφών παρατηρήθηκε κατά την μετάβασή τους σε επόμενη ηλικία, με τις προνύμφες L1 να επιδεικνύουν την υψηλότερη φυσική θνησιμότητα.

#### **2.2.4 Βιολογικά μέσα αντιμετώπισης μηλολόνης από τη δεκαετία του 1950 και μετά**

##### **Εντομοπαθογόνοι μύκητες**

Όπως ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως, ο μύκητας *B. brongniartii* προσβάλλει τις προνύμφες μηλολόνης υπό φυσικές συνθήκες. Τη δεκαετία του 1990, στην Ιταλία, την Ελβετία και τη Γερμανία, έγιναν αρκετές προσπάθειες για τον έλεγχο των πληθυσμών προνυμφών *Melolontha* με αυτόν τον μύκητα. Δοκιμές πραγματοποιήθηκαν στο έδαφος, υπό συνθήκες αγρού, με τη χρήση σπόρων σιτηρών τεχνητά μολυσμένων με *B. brongniartii*, όμως τα αποτελέσματα των περισσότερων εξ αυτών έδωσαν ανεπαρκή αποτελεσματικότητα. Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν υπό συνθήκες αγρού στην Ελβετία, με τη χρήση 25-100 Kg μολυσμένων σπόρων ανά εκτάριο έδωσαν μη ικανοποιητικά αποτελέσματα, ενώ στη Γερμανία παρατηρήθηκε αποτελεσματικότητα της τάξης του 4% έως 30%. Η ασυμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων, πιθανόν να οφείλεται στην ποιότητα των μεθόδων προετοιμασίας του μύκητα, στις δυσκολίες εισαγωγής και ανάμιξης των μολυσμένων σπόρων με το χώμα, ειδικά γύρω από νεαρά δέντρα -

όπου αναμενόταν πληθώρα προνυμφών. Στην Ιταλία, η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της διασποράς του *B. brongniartii* στο έδαφος και του ποσοστού μόλυνσης των προνυμφών μηλολόνης από τον μύκητα, δεν έδωσε αξιολογικά αποτελέσματα. Η μελέτη περιλάμβανε περίπου 200 παρατηρήσεις σχετικά με την παρουσία μυκήτων, την πυκνότητα του πληθυσμού των προνυμφών και το επίπεδο μόλυνσής τους. Οι αριθμοί προνυμφών που καταγράφηκαν, ήταν κατά μέσο όρο 9,7 άτομα / m<sup>2</sup> εδάφους, αλλά στο 78% των σημείων εξέτασης δεν παρατηρήθηκε παρουσία του *B. brongniartii*. Επίσης σε μια ομάδα 2000 περίπου προνυμφών που εξετάστηκαν μετά τις εφαρμογές, μόνο 2 δείγματα μολύνθηκαν με τον μύκητα και οι στατιστικές δοκιμές δεν έδειξαν καμία σχέση μεταξύ μόλυνσης των προνυμφών *M. melolontha* από *B. brongniartii* και της διασποράς στα εδάφη. Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Ελβετία (Keller κ.ά. 1996) έδειξε καλύτερο έλεγχο των προνυμφών μέσω τεχνητά μολυσμένου με *B. brongniartii* κριθαριού που είχε σπαρθεί σε λιβάδι, συγκρινόμενο με κριθάρι σπαρμένο σε οπωρώνες, πιθανόν λόγω των διαφορετικών ιδιοτήτων του εδάφους του οπωρώνα που ίσως να αποτέλεσαν ένα περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη του μύκητα. Υπό το πρίσμα αυτό, συλλέχθηκαν δείγματα εδάφους από τις δύο τοποθεσίες, στη συνέχεια 60 μολυσμένοι σπόροι εισήχθησαν σε κάθε ένα από αυτά, και στη συνέχεια τα δείγματα επώαστηκαν στους 20°C για 15-17 ημέρες. Ωστόσο, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο τύπων εδαφών δεν ανιχνεύτηκαν ως προς την ανάπτυξη του *B. brongniartii*. Εξάλλου, στη Γερμανία, 26 στελέχη *B. brongniartii* αναλύθηκαν υπό εργαστηριακές συνθήκες σε σχέση με την μολυσματικότητα τους έναντι των προνυμφικών σταδίων L2 και L3 του είδους *M. hippocastani*. Μετά από επώαση 48 ωρών στους 7°C, βλάστησε μόνο το 10% των σπόρων μύκητα, στους 15°C - έως 15%, και μετά από 36 ώρες επώασης στους 25°C, όλα τα σπόρια μύκητα βλάστησαν. Σε αυτή τη μελέτη, εξετάστηκαν επίσης διαφορετικά ποσοστά αντιμετώπισης με μύκητες: 10, 10<sup>6</sup> και 10<sup>7</sup> σπόρια / mL εφαρμόστηκαν τοπικά σε προνύμφες μηλολόνης (0,1 mL / προνύμφη). Σε επώαση 4 εβδομάδων στους 19°C, η συγκέντρωση 10<sup>6</sup> σπόρια / mL προκάλεσε μυκητολογική προσβολή στο 50% περίπου των εξεταζόμενων προνυμφών. Μετά από 90 ημέρες επώασης περισσότερο από το 90% των δοκιμαστικών μολύνσεων μολύνθηκαν με τον μύκητα. Η συγκέντρωση 10<sup>7</sup> σπορίων / mL είχε ως αποτέλεσμα 100% θνησιμότητα προνυμφών λόγω προσβολής από το μύκητα μόλις σε 4 εβδομάδες. Η μελέτη περιλάμβανε εξέταση της παθογονικής δραστηριότητας του *B. brongniartii* έναντι του *M. hippocastani* και των προνυμφικών σταδίων. Τα ακμαία και οι προνύμφες σταδίων L1, L2 και L3 αντιμετώπιστηκαν με συγκέντρωση 10<sup>6</sup> σπορίων /

mL και επώαστηκαν για 90 ημέρες στους 19°C. Προσβολή με *B. brongniartii* παρατηρήθηκε στο 97,4% των ενηλίκων που εξετάστηκαν και 96,6%, 88,7%, 85,6% των προνυμφών L1, L2 και L3, αντίστοιχα. Η επίδραση της αντίδρασης του εδάφους στη βλάστηση των κονιδίων του *B. brongniartii* μελετήθηκε από την Sierpińska (2013), η οποία δεν έδειξε διαφορές μεταξύ στελεχών του μύκητα όσον αφορά την ικανότητά τους να βλαστάνουν είτε σε όξινα (pH = 4), είτε σε ουδέτερα (pH = 7) εδάφη. Από την άλλη πλευρά, σε ορισμένα στελέχη παρατηρήθηκε διπλάσια μείωση της βλάστησης των κονιδίων σε όξινα εδάφη. Σε γενικές γραμμές, υπό συνθήκες αγρού, ο πληθυσμός των προνυμφών μπορεί να μειωθεί σε αβλαβές επίπεδο μέσω κατάλληλης σύνθεσης μύκητα, να αναμιχθεί καλά με το έδαφος και να εφαρμοστεί σε κατάλληλες καιρικές συνθήκες (όσον αφορά τη θερμοκρασία του αέρα και την υγρασία). Η εφάπαξ εφαρμογή κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της μηλολόνης συνήθως δεν επαρκεί για τη μείωση του αριθμού των πληθυσμών προνυμφών. Οι σπόροι σιτηρών που έχουν μολυνθεί με μυκήλιο *B. brongniartii* είναι ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τρόπος εφαρμογής του μύκητα με τη χρήση σπαρτικής μηχανής. Άλλοι τύποι περιλαμβάνουν αφυδατωμένο ή κοκκοποιημένο μυκήλιο *B. brongniartii*. Παρ' όλα αυτά, ο *B. brongniartii* δεν έχει εγκριθεί στην ΕΕ για χρήση σε εμπορικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα, επομένως δεν πρέπει να εφαρμόζεται ως μέσο καταπολέμησης μηλολόνης.

### **Εντομοπαθογόνα βακτήρια**

Στην αναζήτηση αποτελεσματικών μέσων για την προστασία των καλλιεργειών έναντι των προνυμφών μηλολόνης, έχουν επίσης δοκιμαστεί και εντομοπαθογόνα βακτήρια, όπως το είδος *Bacillus popilliae* var. *melolonthae*. Αν και γερμανικές μελέτες, που διεξήχθησαν υπό εργαστηριακές συνθήκες, σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μόλυνσης από *B. popilliae* σε προνύμφες μηλολόνης που τρέφονταν με μολυσμένη διατροφή, δεν έδειξαν ικανοποιητικά αποτελέσματα, αυξημένη θνησιμότητα παρατηρήθηκε όταν οι προνύμφες μολύνθηκαν ταυτόχρονα με το βακτήριο *B. popilliae* και τον μύκητα *B. brongniartii*, ο οποίος θα μπορούσε να αποδοθεί σε κάποιο συνεργιστικό μηχανισμό που εμπλέκεται στην παθογόνο δραστηριότητα του μικροοργανισμού που εξετάστηκε (Franken κ.ά. 1996).

Επιπροσθέτως, μελέτες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των βακτηρίων από του γένος *Serratia* έναντι των προνυμφικών σταδίων L2 και L3 του *M. hippocastani* έχουν πραγματοποιηθεί στη Γερμανία. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν έδειξαν ότι αρκετά στελέχη *Serratia* spp.,

απομονωμένα από διαφορετικά είδη εντόμων, τα οποία δίνονται στις προνύμφες ως τροφή με ρίζες καρότου, προκάλεσαν τη διακοπή της διατροφής των προνυμφών. Άλλα στελέχη *Serratia* spp., όπως το *Serratia entomophila* που προήλθε από προνύμφες *Costelytra zealandica* (Melolonthoidea) που προσβάλουν το γκαζόν, δεν έδειξαν τέτοια αποτελέσματα.

### Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

Η επιλογή της χρήσης των εντομοπαθογόνων νηματωδών για τον έλεγχο των πληθυσμών των προνυμφών μηλολόνης στο έδαφος έχει μελετηθεί υπό συνθήκες περιβάλλοντος. Εντομοπαθογόνος δραστηριότητα νηματωδών έχει καταγραφεί για είδη που ανήκουν στις οικογένειες Steinernematidae, τα οποία φέρουν συμβιωτικά βακτήρια του γένους *Xenorhabdus* (Morganellaceae) και Heterorhabditidae που φέρουν συμβιωτικά βακτήρια του γένους *Photorhabdus* (Morganellaceae) (Boemare κ.ά. 1993). Ο Deseö κ.ά. (1990) έδειξαν ότι η ευαισθησία των προνυμφών του *M. melolontha* σε εντομοπαθογόνους νηματώδεις εξαρτάται από τα παρασιτικά στάδια των προνυμφών. Οι προνύμφες σταδίων L1 και L2 έδειξαν την υψηλότερη ευπάθεια στους εντομοπαθογόνους νηματώδεις *Steinernema glaseri* και *Heterorhabditis* sp. Οι περιβαλλοντικές δοκιμές σχετικά με την αποτελεσματικότητα του παρασκευάσματος Biovector που περιέχει νηματώδη *Steinernema carrocapsae* που πραγματοποιήθηκαν στην Ιταλία, οδήγησαν σε θνησιμότητα 60% - 80% σε προνύμφες *M. melolontha* (Sierpińska 2013). Το 1994, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές για τον έλεγχο των κολεοπτέρων *Phyllophthera horticola* L. και *Aphodius* sp. εφαρμόζοντας τους εντομοπαθογόνους νηματώδεις *H. megidis* και *H. bacteriophora* σε γήπεδα γκολφ στη βόρεια Γερμανία σε αναλογία 0,5 και 1,5 εκατομμύριο νηματωδών / m<sup>2</sup> εδάφους. Η θνησιμότητα του *Aphodius* sp. 42 ημέρες μετά την εφαρμογή του *H. megidis*, ήταν 40 και 53% σε υψηλή και χαμηλή δόση νηματωδών αντίστοιχα, ενώ στην περίπτωση του *H. bacteriophora*, 29 ημέρες μετά την εφαρμογή του, η θνησιμότητα των προνυμφών ήταν 55% και 62%, αντίστοιχα. Ένα χρόνο μετά την εφαρμογή, στα γήπεδα που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με *H. bacteriophora*, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στους πληθυσμούς *Aphodius* sp., ενώ σε αυτά που εφαρμόστηκε το *H. megidis* δεν παρατηρήθηκε τέτοια επίδραση. Στην Πολωνία διερευνήθηκε επίσης η αποτελεσματικότητα των νηματωδών *Steinernema* και *Heterorhabditis* κατά των προνυμφών μηλολόνης. Τα αποτελέσματα της μελέτης του Kowalska (2001) έδειξαν μείωση του αριθμού των προνυμφών σταδίου L1 των *Melolontha* spp. σε αναδασωμένη περιοχή με δασική

πέυκη *P. sylvestris* (ηλικίας 5 ετών), μετά από εφαρμογές με *H. megidis* σε αναλογία 100 προνύμφες / cm<sup>2</sup>. Ο Kreft κ.ά. (2012) εφάρμοσαν τα είδη *Steinernema arenarium* και *Heterorhabditis megidis* σε αναλογία 0,5 και 1,5 εκατομμύρια νηματώδεις ανά εκτάριο και παρατηρήθηκε η μείωση των αριθμών προνυμφών μόνο για περίπου δύο μήνες μετά την εφαρμογή.

## 2.3 Τρόποι αντιμετώπισης - μείωσης πληθυσμού ακμαίων

---

Ο συνωστισμός των κολεοπτέρων σε σμήνη είναι η καλύτερη στιγμή για τον έλεγχο αυτών των έντομο-παρασίτων με τη χρήση τεχνικών εδάφους ή εναέριες εφαρμογές. Αν και οι λευκές προνύμφες τρέφονται με τις ρίζες των φυτών στο έδαφος αρχικά, σε διαφορετικές προνυμφικές ηλικίες καταπολεμούνται με τη χρήση συγκεκριμένων μεθόδων. Επί του παρόντος, ο αποτελεσματικός έλεγχος των προνυμφικών σταδίων δεν είναι εφικτός. Κατά συνέπεια, ο έλεγχος των ακμαίων έχει γίνει ο μόνος τρόπος να μειωθούν οι αριθμοί υπερβολικού πληθυσμού εντόμων - παρασίτων. Η διαδικασία καταπολέμησης της μηλολόνης και άλλων εντόμων - παρασίτων έχει επίσης υποβληθεί σε διάφορα στάδια ανθρώπινης επίγνωσης και αρμοδιότητας. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν μηχανικές μέθοδοι, έπειτα εφαρμόστηκαν καταστροφικές χημικές εφαρμογές, ακολουθούμενες από επιλεκτικές χημικές μεθόδους και τώρα τέθηκαν σε χρήση ξανά οι μηχανικές μέθοδοι ή αλλιώς χρησιμοποιούνται παράγοντες βιολογικού ελέγχου.

### 2.3.1 Μηχανικά & βιολογικά μέτρα

Η μηχανική καταστροφή των εντόμων του είδους *M. melolontha*, αλλά και πολλών άλλων ειδών, είναι η παλαιότερη μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί για τη μείωση των υψηλών πληθυσμών εντόμων – εχθρών των καλλιεργειών. Στην Κ. Ευρώπη της δεκαετίας του 1930, συνήθης μέθοδος ήταν η συλλογή των ακμαίων της μηλολόνης μετά από δόνηση των κλάδων των δένδρων και η εν συνεχεία θανάτωσή τους. Τα προηγούμενα χρόνια, πριν από τις περιόδους μαζικής πτήσης των ακμαίων, καταστρώνονταν ολοκληρωμένα σχέδια δράσης με τη βοήθεια λεπτομερών χαρτών των απειλούμενων περιοχών. Για την εκπόνηση αυτών των σχεδίων ήταν απαραίτητη η χρήση ειδικού εξοπλισμού και πολύ καλά εκπαιδευμένου, εξειδικευμένου προσωπικού.

Σε φυτώρια δασικών περιοχών, εφαρμόζονταν τοποθέτηση διχτυωτών καλυμμάτων ή μεταλλικών πλεγμάτων πάνω από τα σπορόφυτα, έτσι ώστε να παρέχεται ασφάλεια στην κορυφή των δένδρων και περιμετρικά, και ταυτόχρονα να αποτρέπονται και να αποθαρρύνονται τα θηλυκά ακμαία να εναποθέσουν τα ωά τους στο έδαφος. Η τοποθέτηση των πλεγμάτων εξυπηρετούσε και την προστασία των νεαρών δενδρυλλίων από τα πτηνά. Για την παρεμπόδιση ωοθεσίας, το έδαφος καλύπτονταν επιπλέον με στρώσεις κομμένων κλαδιών και ξηρά φύλλα. Αποτροπή και αποθάρρυνση των θηλυκών ακμαίων από την διαδικασία ωοτοκίας επιτυγχάνονταν και με τη βοήθεια της οξείας απωθητικής μυρωδιάς των φύλλων καρυδιάς, η οποία εκλύονταν όταν τα φύλλα θάβονταν στο έδαφος, ή κατά το πότισμα των δέντρων με εκχύλισμα αυτών.

Μια άλλη κοινή μέθοδος ήταν η χρήση ξύλινων κουτιών γεμάτων με χώμα που είχε υποστεί αναμόχλευση προκειμένου να προσελκύει τα θηλυκά ακμαία για εναπόθεση ωών. Στη συνέχεια, τα κουτιά ελέγχονταν ως προς την παρουσία προνυμφών, οι οποίες συλλέγονταν και στη συνέχεια καταστρέφονταν.

Σήμερα, για την προστασία του εδάφους από την εναπόθεση ωών, χρησιμοποιούνται λεπτά στρώματα πολυαιθυλενίου που παράγονται ειδικά για αυτόν τον σκοπό, και τοποθετούνται σε περιοχές στις οποίες παρατηρούνται πτήσεις ακμαίων θηλυκών, με σκοπό να παρεμποδίζουν την προσέγγισή τους στο έδαφος. Επίσης, τα ακμαία που αναδύονται από το έδαφος, μετά την εξέλιξη των πλαγγόνων, δεν μπορούν να περάσουν το πλαστικό στρώμα, αδυνατούν να ξεφύγουν πετώντας ή να λάβουν μέρος στην διαδικασία της σύζευξης. Η χρησιμότητα του πλέγματος δοκιμάστηκε μεταξύ άλλων, και στην Ιταλία, όπου πριν τις μαζικές πτήσεις των ακμαίων, το 1991, 150 εκτάρια οπωρώνων και αμπελώνων καλύφθηκαν με δίχτυα και το 1995, 250 εκτάρια. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι σε καλυμμένα εδάφη καταμετρήθηκαν κατά μέσο όρο 3 προνύμφες / m<sup>2</sup>, ενώ στις περιοχές μάρτυρες (ακάλυπτες), καταμετρήθηκαν 29 προνύμφες / m<sup>2</sup>. Ταυτόχρονα, οι ελάχιστοι αριθμοί προνυμφών στις περιοχές με κάλυψη και χωρίς, ήταν 0 και 5 προνύμφες / m<sup>2</sup> αντίστοιχα, και το μέγιστο 8 και 99 προνύμφες / m<sup>2</sup> αντίστοιχα. Σε χαμηλότερες πυκνότητες πληθυσμών, παρατηρήθηκαν κατά μέσο όρο 0,4 προνύμφες / m<sup>2</sup> στις καλυμμένες περιοχές και 7,5 προνύμφες / m<sup>2</sup> στις ακάλυπτες. Στους οπωρώνες, τα καλύτερα αποτελέσματα ήταν αυτά που λήφθηκαν στο έδαφος μεταξύ των γραμμών φύτευσης των δένδρων σε σύγκριση

με αυτά του εδάφους κάτω από την κόμη των δένδρων, όπου στερεώνονταν οι άκρες του πλέγματος.

Σε άλλες δοκιμές που έγιναν στο εργαστήριο, τα θηλυκά ακμαία που συλλέχθηκαν κάτω από τα δίχτυα, τρέφονταν για 10 μέρες με φύλλα από ποώδη φυτά. Τα ωά αυτών των θηλυκών ακμαίων έδειξαν σημαντικά καθυστερημένη ανάπτυξη, συγκριτικά με τα ωά των θηλυκών που συλλέχθηκαν από τα δένδρα και τρέφονταν με φύλλα βελανιδιάς και σημύδας. Εντός περιόδου 10 ημερών, το 90% των θηλυκών ακμαίων που τρέφονταν με φύλλα δένδρων ανέπτυξαν πλήρως τα ωά τους, και παρατηρήθηκε η έναρξη της ανάπτυξης των ωών σε ποσοστό 7% των θηλυκών σε αυτή την ομάδα. Στην ομάδα των θηλυκών που τρέφονταν με φύλλα ποωδών φυτών, το 50% δεν ανέπτυξε ωά και σε ποσοστό 50%, τα ωά υπέδειξαν την έναρξη της ανάπτυξης (Varner and Mattedi 1996).

Σε μια άλλη μελέτη που διεξήχθη το 1992 στη δασική περιοχή Unterland (Ούντερλαντ) του Μπολτσάνο της Ιταλίας, μια περιοχή στην οποία είχαν καταγραφεί μεγάλοι πληθυσμοί μηλολόνης, το 65% του εδάφους καλύφθηκε με δίχτυα. Αργότερα, το 1995, οι περιοχές καλύφθηκαν ξανά, λίγο πριν τις πλέον όχι και τόσο εντατικές μαζικές πτήσεις των ακμαίων μηλολόνης. Κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών, δεν παρατηρήθηκε καμία ζημιά στα δένδρα, και επιπλέον σημειώθηκε μείωση του πληθυσμού των προνυμφών σε ολόκληρη την περιοχή που είχε καλυφθεί με τα δίχτυα. Επίσης, την άνοιξη του 1994, στην Ελβετία, 150 εκτάρια οπωρώνων καλύφθηκαν με δίχτυα την περίοδο του συνωστισμού των ακμαίων. Στις καλυμμένες περιοχές παρατηρήθηκαν μειωμένοι πληθυσμοί προνυμφών, χαμηλότερων από τις κρίσιμες οριακές τιμές. Τα θηλυκά ακμαία που βρίσκονταν κάτω από το δίχτυ ήταν σε θέση να τοποθετήσουν έναν μικρό αριθμό γονιμοποιημένων ωών, αν και δεν συμμετείχαν στις μαζικές πτήσεις και δεν τράφηκαν στο φύλλωμα των δέντρων. Πάντως, η εφαρμογή δικτύων αποτελεί δαπανηρό εγχείρημα καθώς επίσης και αντικείμενο υπερβολικού μόχθου και μέχρι σήμερα, η αποτελεσματικότητα της μεθόδου δεν έχει δοκιμαστεί στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης.

Σε μια διαφορετική μελέτη, σε φάση έκρηξης του πληθυσμού των ακμαίων μηλολόνης, εξετάστηκε η δυνατότητα καταπολέμησης τους με το φυτικής προέλευσης εντομοκτόνο που προέρχεται από το φυτό *Azadirachta indica*. Το εκχύλισμα των σπόρων της αζαδιράχτης, το οποίο περιέχει ένα κύριο δραστικό συστατικό, την ουσία αζαδιραχτίνη και μερικές άλλες, λιγότερο



δραστικές ουσίες, έχει πολύ ισχυρή εντομοκτόνο δράση εναντίον διάφορων ομάδων εντόμων, αλλά και άλλων φυτοπαρασίτων, όπως ακάρεων, μυκήτων και νηματωδών. Τη δεκαετία του 90', οι επιστήμονες Kaethner (1991) και Schmutterer (1995) διερεύνησαν την επίδραση αυτού του μίγματος στη *M. hippocastani*, χρησιμοποιώντας υδατικό γαλάκτωμα του ελαίου του σπόρου της αζαδιράχτης, σε συγκέντρωση 500 ppm, εκχύλισμα αζαδιραχτίνης σε συγκέντρωση 500 ppm και 1000 ppm, καθώς και 3% έλαιο σπόρου. Τα αρχικά αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτές τις δοκιμές, έδειξαν αντιοξειδωτική δράση του υδατικού γαλακτώματος σπορέλαιου αζαδιράχτης στα 500 ppm, μείωση της κινητικότητας και μειωμένη μακροζωία των εντόμων τα οποία είχαν υποβληθεί σε μεταχείριση, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η αξιολόγηση των επιδράσεων τους εκχυλίσματος αζαδιραχτίνης (500 ppm και 1000 ppm) και του ελαίου 3% σε δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν με την κοινή και τη δασική μηλολόνη, επιβεβαίωσαν τα προηγούμενα αποτελέσματα, ενώ τα σκευάσματα του βιο-εντομοκτόνου έδειξαν επίσης επιδράσεις στέρωσης και στα δύο είδη μηλολόνης και μείωση του αριθμού εναποτιθέμενων ωών, τόσο υπό εργαστηριακές συνθήκες, όσο και σε δοκιμές στον αγρό. Μόνο ένας μικρός αριθμός θηλυκών μπορούσαν να αναπαραχθούν, και τα ωά που προέκυψαν από αυτά τα θηλυκά είχαν το μισό μέγεθος σε σύγκριση με τον πληθυσμό των μαρτύρων.

Σε μια δοκιμή που διεξήχθη το 1995 στη Γερμανία για την καταπολέμηση της *M. melolontha* με τη χρήση παρασκευάσματος από τους σπόρους αζαδιράχτης (ονόματι Neem Azal T/S, συγκέντρωση σε δ.ο. 1%), τα προηγούμενα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν και ταυτόχρονα η αζαδιραχτίνη θεωρήθηκε πιθανός αναστολέας διατροφής και παράγοντας ορμονικού ελέγχου που περιορίζει την ωοτοκία και την ανάπτυξη των ωών. Σε πρότυπες συνθήκες, το παρασκεύασμα αυτό μπόρεσε να αποτρέψει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ωοτοκία των θηλυκών, αφού διαπιστώθηκε ότι θηλυκά στα οποία είχε γίνει χειρισμός γέννησαν το 3% του συνολικού αριθμού ωών σε σχέση με τους μάρτυρες. Πάντως, υπό συνθήκες αγρού, το Neem Azal T/S δεν έδειξε εκπληκτικές επιπτώσεις στα θηλυκά ακμαία, όμως άλλαξε την συμπεριφορά τους και λίγες μέρες μετά την επέμβαση, παρατηρήθηκε παύση σίτισης, μείωση συνωστισμού και περιορισμός του αριθμού των ωών που εναποθέτονταν από τα θηλυκά ακμαία.

## 2.3.2 Χημικές μέθοδοι

### Αντιμετώπιση με DDT και HCH

Νέες προοπτικές για τον έλεγχο των επιβλαβών εντόμων, συμπεριλαμβανομένης της μηλολόνης, δημιουργήθηκαν μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, στα τέλη της δεκαετίας του 1940, με την πρόοδο που σημειώθηκε στην ανάπτυξη χημικών μεθόδων. Οι πρώτες δοκιμές για την καταπολέμηση ακμαίων μηλολόνης με χρήση εντομοκτόνων επαφής της ομάδας των χλωριωμένων υδρογονανθράκων, πραγματοποιήθηκαν στη Γερμανία και την Ελβετία, το 1948 και το 1949. Εφαρμόστηκαν υγρά εντομοκτόνα σκευάσματα με δραστική ουσία το λινδάνιο (lindane: gamma-hexachloro-cyclohexane) (Gemperli 1950, Gersdorf 1950, Müller 1950). Το εντομοκτόνο εφαρμόστηκε στις άκρες δασικών εκτάσεων που βρίσκονταν κατά μήκος δρόμων. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε επέτρεπε την εφαρμογή σε απόσταση 30-50 m από τις άκρες της έκτασης. Στην Ελβετία, το υγρό σκεύασμα εφαρμόστηκε το 1948, κατά μήκος της άκρης μιας δασικής έκτασης μήκους 5,3 Km και το 1949, σε μήκος περίπου 100 χλμ. (Gemperli 1950). Οι επεμβάσεις μείωσαν σημαντικά τους πληθυσμούς των προνυμφών μηλολόνης στην περιοχή. Επιπροσθέτως, το 1948, στην περιοχή της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, διεξήχθησαν οι πρώτες δοκιμές για τον έλεγχο των προνυμφών μηλολόνης με DDT και HCH (Lebiediewa 1950) και το 1951, πραγματοποιήθηκαν εναέριοι ψεκασμοί 473 εκταρίων φυλλοβόλων δασών που είχαν μολυνθεί από ακμαία (Lebiediewa 1952). Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν με εντομοκτόνα σε μορφή σκόνης, σε αναλογίες: HCH, 30 Kg / ha και 15 Kg / ha και DDT, 15 Kg / ha. Παρατηρήθηκε ότι τα υψηλότερα ποσοστά HCH και DDT προκάλεσαν σχεδόν στιγμιαία κατάρρευση των ακμαίων μηλολόνης στο έδαφος, έτσι θεωρήθηκε ότι τα δοκιμασμένα σκευάσματα θα ήταν επιτυχή στην καταπολέμηση της μηλολόνης στις δόσεις: 15 Kg / ha DDT 10% και 20 Kg / ha HCH 12%.

Κατά τη διάρκεια εκείνης της περιόδου, στην Πολωνία επικρατούσε η άποψη ότι οι εφαρμογές εντομοκτόνων στο έδαφος για την αντιμετώπιση της μηλολόνης, έπρεπε να προτιμώνται, λόγω της καλύτερης επιλεκτικότητας σε σύγκριση με τις εφαρμογές στα φύλλα (Schneider και Karlikowski 1954). Για την αντιμετώπιση των ακμαίων χρησιμοποιήθηκαν αρχικά σκευάσματα σε σκόνη και υγρά, ενώ αργότερα χρησιμοποιήθηκαν και αεροζόλ (Sierpiński 1975).

Στην Πολωνία, οι πρώτες απόπειρες καταπολέμησης ακμαίων μηλολόνης έγιναν στις δυτικές περιοχές της χώρας το 1968, σε έκταση περίπου 100 εκταρίων (Rawłowicz 1969). Η καταπολέμηση εφαρμόστηκε σε ακμαία δασικής μηλολόνης σε πευκοδάσος με μίξη σημύδας και ευρωπαϊκού αγριόπευκου, σε εκτάσεις βελανιδιάς (σε χαμηλότερη ανάπτυξη) και δασικής πεύκης, χρησιμοποιώντας χειροκίνητο μηχάνημα ψεκασμού πλάτης. Το σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα προϊόν ονόματι Mgławik, το οποίο έδειξε υψηλή αποτελεσματικότητα σε αναλογία 8 L / ha (Sierpiński 1975). Το σκεύασμα αυτό χρησιμοποιήθηκε κυρίως στη δεκαετία του 1960 και προτάθηκε ως καθολικός παράγοντας ελέγχου φυλλοφάγων εντόμων. Στην αρχή, περιείχε 10% DDT και περίπου 5% λινδάνιο, και αργότερα 8% DDT και 2% λινδάνιο (Malinowski 1997). Στη δεκαετία του 1970, το DDT απαγορεύτηκε σε πάρα πολλές χώρες λόγω της τοξικότητάς του σε διάφορα είδη ζωντανών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών εχθρών των επιβλαβών εντόμων και λόγω της διαπιστωμένης βιοσυσσώρευσης αυτού του είδους χημικών ουσιών (Malinowski 2003). Από την άλλη πλευρά, εντομοκτόνα με λινδάνιο που ήταν ευρέως χρησιμοποιούμενα στη δασοκομία, τη γεωργία και την κηπουρική (συμπεριλαμβανομένων και των οπωρώνων) κατά τη δεκαετία του 1960-1970, μείωσαν σημαντικά τους πληθυσμούς της μηλολόνης, και το 1980-1993, οι ζημιές που οφείλονταν σε αυτήν καταγράφονταν μόνο σε φυτώρια και σε μικρές περιοχές νέων φυτειών (Woreta 1994).

### **Αντιμετώπιση με πυρεθροειδή**

Το πύρεθρο θεωρείται το αρχαιότερο φυσικό εντομοκτόνο. Στη δεκαετία του 1820, ο Juntikoff ανακάλυψε ότι οι φυλές του Καυκάσου παρασκεύαζαν μια εντομοκτόνο σκόνη από τα άνθη ειδών του γένους *Chrysanthemum* (syn. *Pyrethrum*), και αργότερα ο γιος του (1828), άρχισε τη βιομηχανική της παρασκευή, μέχρι που το 1850 το προϊόν άρχισε να χρησιμοποιείται στη Γαλλία.

Τα φυσικά πυρεθροειδή είχαν ένα σημαντικό μειονέκτημα, ότι ήταν πολύ ασταθή στον αέρα και το φως, και κατά συνέπεια ασταθή σε συνθήκες αγρού, ενώ μεταβολίζονταν ταχύτατα από τα έντομα προς μη εντομοτοξικούς μεταβολίτες με τη βοήθεια οξειδωτικών μηχανισμών. Αποτέλεσαν ωστόσο εκμαγείο για την παρασκευή των συνθετικών πυρεθροειδών, τα οποία είχαν μεγαλύτερη εντομοτοξικότητα, μεγαλύτερη φωτοσταθερότητα και ικανή υπολειμματική διάρκεια, ενώ ήταν πρακτικά ακίνδυνα για τον άνθρωπο αφού διασπώνταν πολύ σύντομα προς μη-τοξικά παράγωγα. Το πρώτο συνθετικό πυρεθροειδές ήταν το allethrin (1949) και ακολούθησαν διάφορα άλλα που

εμφάνιζαν όμως τα ίδια προβλήματα με τα φυσικά πυρεθροειδή. Το 1973, στο Rhothamsted Experimental Station, ανακαλύφθηκε το permethrin, το οποίο ήταν το πρώτο συνθετικό πυρεθροειδές που συνδύαζε σταθερότητα στον αέρα και το φως, χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά και ικανοποιητική εντομοκτόνο δράση.

Τα τελευταία 20 χρόνια, σε πάρα πολλές ευρωπαϊκές χώρες παρατηρήθηκε το συνεχιζόμενο ξέσπασμα μηλολόνης. Για την αντιμετώπισή τους χρησιμοποιήθηκαν, μεταξύ άλλων, τα συνθετικά πυρεθροειδή alphamethrin, deltamethrin, esfenvalerate, lamda-cyhalothrin και zeta-cypermethrin. Σε δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες χώρες, παρατηρήθηκε υψηλή αποτελεσματικότητα του deltamethrin και του lamda-cyhalothrin. Παρόμοια υψηλή θνησιμότητα των ακμαίων μηλολόνης παρατηρήθηκε και μετά από αντιμετώπισή τους με τη δραστική phosalone. Το 1999, εξετάστηκε η ευαισθησία των ακμαίων μηλολόνης σε πυρεθροειδή κάτω από εργαστηριακές συνθήκες όπου αποδείχτηκε ότι οι alphamethrin, deltamethrin, lamda-cyhalothrin και zeta-cypermethrin που εφαρμόστηκαν σε χαμηλές αναλογίες προκαλούσαν υψηλή θνησιμότητα εντόμων. Το 2003, στη Τσεχία (νότια Μοραβία), χρησιμοποιήθηκε ξανά το deltamethrin εναντίον ακμαίων της δασικής μηλολόνης (*Melolontha hippocastani*) και παρατηρήθηκε θνησιμότητα των ακμαίων ακόμη και 3 ημέρες μετά την εφαρμογή του εντομοκτόνου.

Στην Πολωνία, μεγάλες περιοχές αντιμετωπίστηκαν χημικά κατά τη διάρκεια των ομαδικών πτήσεων των ακμαίων μηλολόνης που εμφανίζονται κάθε 4 χρόνια στη χώρα από το 1995 (Woreta 2013). Από το 1995, ακμαία μηλολόνης καταγράφονταν ανά τέσσερα έτη ως εξής: 1995 15 χιλιάδες εκτάρια, 1999 26 χιλιάδες εκτάρια, 2003 46 χιλιάδες εκτάρια, 2007 99 χιλιάδες εκτάρια και 2011 121 χιλιάδες εκτάρια. Το 1995, χρησιμοποιήθηκαν πυρεθροειδή και argyl-propyl ether, και παρατηρήθηκε υψηλή αποτελεσματικότητα (Woreta 1996). Το 2003, τα πυρεθροειδή εφαρμόστηκαν κατά της μηλολόνης σε 17,9 χιλιάδες εκτάρια και παρατηρήθηκε υψηλή θνησιμότητα αμέσως μετά τις εφαρμογές, ωστόσο η δραστικότητα του χρησιμοποιούμενου σκευάσματος δεν κράτησε αρκετά και μια εβδομάδα αργότερα τα ακμαία της μηλολόνης ξαναπέταξαν στα ψεκασμένα δέντρα και ξανάρχισαν να τρέφονται.

Υπό καλές καιρικές συνθήκες, τα ακμαία μηλολόνηθης δρουν σε σμήνη για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του ενός μήνα, επομένως οι χρήσεις πυρεθροειδών πρέπει να επαναλαμβάνονται (Głowacka και Olczyk 2009).

# 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

## 3.1 Έρευνα για νέες μεθόδους

---

Η όλο και πιο περιορισμένη διαθεσιμότητα χημικών εντομοκτόνων για την προστασία των φυτών από εντομολογικούς εχθρούς έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον εύρεσης εναλλακτικών μέσων γενικότερα, αλλά και ειδικότερα για τον έλεγχο των πληθυσμών μηλολόνης.

Η αναζήτηση αυτή έδωσε το έναυσμα για επιστροφή στην περίοδο πριν την εποχή εφαρμογής χημικών εντομοκτόνων, που η βλαπτικότητα της μηλολόνης περιοριζόταν με τη φύτευση συγκεκριμένων φυτικών ειδών, γνωστών ως μη ελκυστικά για τα συγκεκριμένα έντομα (Rózyński 1926). Το 2010, το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών της Πολωνίας διεξήγαγε μια μελέτη με στόχο τον προσδιορισμό της επίδρασης διαφόρων φυτών ξενιστών στην ωριμότητα και τη μακροζωία των ακμαίων της μηλολόνης (Woreta και Sukovata 2010, Woreta κ.ά., 2016). Ερευνήθηκαν οι επιδράσεις των φύλλων της έμμισχης βελανιδιάς *Quercus robur* L., του κοινού καρπίνου *Carpinus betulus* L., της ασημένιας σημύδας *Betula pendula* Roth. και του μαύρου σκλήθρου *Alnus glutinosa* L. στην ωριμότητα των ακμαίων, υπό εργαστηριακές συνθήκες. Η έρευνα αυτή έδειξε ότι η διάρκεια ζωής των ατόμων που τράφηκαν με φύλλα έμμισχης βελανιδιάς ήταν κατά μέσο όρο 23,57 μέρες, με φύλλα ασημένιας σημύδας 20 μέρες, με φύλλα κοινού καρπίνου 19,3 μέρες, και με φύλλα μαύρου σκλήθρου 11,1 μέρες. Μελετώντας τις διαφορές μεταξύ αρσενικών και θηλυκών, η μέση διάρκεια ζωής των αρσενικών ήταν γενικά μικρότερη από αυτή των θηλυκών, με εξαίρεση αυτά που τρέφονταν με φύλλα βελανιδιάς. Το ποσοστό επιβίωσης τόσο των θηλυκών όσο και των αρσενικών ήταν το μέγιστο όταν τρέφονταν με φύλλα έμμισχης βελανιδιάς, ενώ στο μαύρο σκλήθρο παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα των αρσενικών και των θηλυκών μετά από 10 και 15 μέρες σίτισης, αντίστοιχα. Η πλειονότητα (90%) των θηλυκών που τρέφονταν με φύλλα βελανιδιάς ωτόκησε (από 15 έως 68 ωά, με μ.ο. 37,4 ωά / θηλυκό), ενώ τα θηλυκά που τρέφονταν με φύλλα κοινού καρπίνου ωτόκησαν σε ποσοστό μόλις 1% και εκείνα που τρέφονταν με φύλλα ασημένιας σημύδας και μαύρου σκλήθρου δεν ωτόκησαν καθόλου (Woreta και Sukovata 2010).

Σε μεταγενέστερη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από το 2011 – 2013 (Woreta κ.ά., 2016), τα ακμαία της κοινής και δασικής μηλολόνης τράφηκαν με φύλλα διαφόρων φυτικών ειδών, όπως έμμισχης βελανιδιάς (*Q. robur*), άμισχης βελανιδιάς *Quercus petraea* L., δασικής οξιάς *Fagus sylvatica* L., ασημένιας σημύδας, μαύρου σκλήθρου, Ευρωπαϊκής λάρικος *Larix decidua* Mill., κοινού καρπίνου, ψευδοακακίας *Robinia pseudoacacia* L., μαύρης κερασιάς *Prunus serotina* (Ehr.) Borkh., αγριοσορβιάς *Sorbus aucuparia* L. και σαμπούκου *Sambucus nigra* L. Τα φύλλα των δύο ειδών βελανιδιάς αποτέλεσαν το πιο ευεργετικό είδος τροφής και για τα δύο είδη ακμαίων όσον αφορά στην επιβίωση, το σωματικό βάρος και τη γονιμότητά τους. Τα φύλλα του κοινού καρπίνου και οι πευκοβελόνες της Ευρωπαϊκής λάρικος αντιπροσώπευσαν καλύτερη διατροφή για την κοινή μηλολόνη (*M. melolontha*) παρά για την δασική μηλολόνη (*M. hippocastani*), ενώ το αντίθετο παρατηρήθηκε για τα φύλλα της κοινής οξιάς και της σουρβιάς. Τα φύλλα της σημύδας βοήθησαν σε ένα βαθμό την ωρίμανση της δασικής μηλολόνης, αλλά είχαν αρνητικές επιπτώσεις στην κοινή. Τα φύλλα ψευδοακακίας και μαύρης κερασιάς αποτέλεσαν κακή διατροφή για τα θηλυκά και των δύο ειδών, ενώ θηλυκά που τράφηκαν με φύλλα άλνου και σαμπούκου δεν γέννησαν καθόλου ωά.

Στο πλαίσιο του ίδιου έργου που υλοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών της Πολωνίας, πραγματοποιήθηκε επίσης μια μελέτη με σκοπό την αξιολόγηση των προοπτικών των βοτανικών εντομοκτόνων ως παραγόντων ελέγχου κατά των ακμαίων μηλολόνης. Η αντιτροφική δράση των флаβονοειδών ρουτίνη και κουερσετίνη που προέρχονται από το φαγόπυρο (*Fagopyrum esculentum* Moench) και από εκχυλίσματα του κοινού κολλώδους άλνου (*Alnus glutinosa*) ελέγχθηκε με δοκιμές που έγιναν στην κοινή μηλολόνη. Ακμαία που τρέφονταν με φύλλα βελανιδιάς ψεκάστηκαν με τις προαναφερθείσες ουσίες και αξιολογήθηκαν. Τα άτομα που τρέφονταν με φύλλα, τα οποία είχαν υποστεί μεταχείριση με ρουτίνη παρουσίασαν μεγαλύτερη θνησιμότητα, μειωμένη ένταση σίτισης και μειωμένη γονιμότητα. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν επιδράσεις από τις μεταχειρίσεις φύλλων με κουερσετίνη και εκχύλισμα κολλώδους άλνου. Δοκιμές επιλογής που διεξήχθησαν σε συνθήκες ημι-πεδίου, έδειξαν ότι τα ακμαία απέφευγαν να τρέφονται με φύλλα που ψεκάζονταν με εναιώρημα ρουτίνης (Skrzecz κ.ά. 2014).



**Εικόνα 3.1** Κολλώδης άλνος *Alnus glutinosa* (αριστερά) & φαγόπυρον *Fagopyrum esculentum* Moench (δεξιά)



## 4 ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Μηλολόνηθ είναι ένας πολύ δύσκολα αντιμετωπίσιμος εχθρός ο οποίος αποτελεί σοβαρή απειλή για τα οικοσυστήματα, τις καλλιέργειες, το ζωικό κεφάλαιο, την τοπική οικολογική ισορροπία ή και την ανθρώπινη υγεία, με σοβαρές πολλές φορές οικονομικές συνέπειες.

Υπάρχουν δύο στόχοι αντιμετώπισης του εντόμου, στο στάδιο της προνύμφης και στο στάδιο του ακμαίου. Οι προνύμφες προκαλούν την μεγαλύτερη ζημιά καθώς είναι αδηφάγες και αποτελούσαν ανέκαθεν το σημαντικότερο στόχο αντιμετώπισης. Από την άλλη όμως είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθούν καθώς είναι πολύ ανθεκτικές στους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Οι μέθοδοι του παρελθόντος, όπως η συλλογή και θανάτωση, η προσέλκυση σε χωμάτινες εδαφικές παγίδες (τρύπες), η έκθεση σε οικόσιτους χοίρους και η χρήση του παθογόνου μύκητα *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. ήταν λιγότερο αποτελεσματικές σε σχέση με νεότερες μεθόδους, με εξαίρεση την φύτευση μη ελκυστικών φυτικών ειδών. Τα χημικά μέσα από τη δεκαετία του 50' κι έπειτα, παρόλο που ήταν αποτελεσματικά, αποδείχθηκαν τρομερά επιβαρυντικά για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία με αποτέλεσμα να καταργηθούν πολλά από αυτά. Μη χημικά μέσα, βασισμένα σε αυτά του παρελθόντος, έλαβαν τη θέση τους όπως η μηχανική δόνηση δένδρων για συλλογή και θανάτωση των ακμαίων. Η κατεργασία του εδάφους για θανάτωση των προνυμφών αποδείχθηκε επίσης ένας από τους πιο αποτελεσματικούς μη χημικούς τρόπους αντιμετώπισης καθώς κυμαινόταν σε ποσοστά επιτυχίας από 60 - 90%, όμως λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες απαιτήσεις καλλιέργειας εδάφους, οι αναφερόμενοι προληπτικοί τρόποι αντιμετώπισης και τα μηχανικά μέσα που εφαρμόζονται μπορεί να έχουν ανεπαρκή αποτελέσματα. Βιολογικά μέσα όπως η αντιμετώπιση των προνυμφών μηλολόνης με χρήση εντομοπαθογόνων μυκήτων και εντομοπαθογόνων βακτηρίων δεν έδειξαν επαρκή αποτελέσματα με εξαίρεση την χρήση των εντομοπαθογόνων νηματωδών που παρόλο που έδειξαν μεγάλη αποτελεσματικότητα, είχαν μικρή διάρκεια δράσης.

Για την αντιμετώπιση των ακμαίων χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται μηχανικά μέσα όπως η συλλογή και θανάτωση με δόνηση των δένδρων και η τοποθέτηση διχτύων, πλεγμάτων και πλαστικών καλυμμάτων, τα οποία παρόλο που έχουν επιτυχία, είναι σχετικά δαπανηρά και πολλές

φορές αποτελούν αντικείμενα υπερβολικού μόχθου. Άλλα μέσα που δοκιμάστηκαν ήταν τα βιολογικά, με κυριότερο το φυτικής προέλευσης εντομοκτόνο που προέρχεται από το φυτό Αζαδιράχτης, το οποίο είναι αρκετά αποτελεσματικό αφού προκαλεί μείωση κινητικότητας, αντιτροφική δράση και μείωση αναπαραγωγικής διάθεσης καθώς είναι πιθανός αναστολέας διατροφής και ορμονικού ελέγχου. Ένα ακόμη σύνολο μεθόδων αποτέλεσαν και οι χημικές μέθοδοι. Αρχικά, η χρήση DDT και HCH προκαλούσαν άμεση κατάρρευση των εντόμων αλλά αποδείχθηκαν ως υπερβολικά τοξικά. Η αμέσως επόμενη λύση ήταν η χρήση, φυσικών και μη, πυρεθροειδών τα οποία αποδείχθηκε ότι είχαν και έχουν μικρό χρόνο δράσης και χρειάζεται η επανάληψη της διαδικασίας ψεκασμού τους.

Μετά από όλες αυτές τις προσπάθειες, επόμενο ήταν να ακολουθήσει διεξαγωγή ερευνών για νέες μεθόδους. Η φύτευση μη ελκυστικών ειδών και οι επιδράσεις τους στην ωριμότητα και μακροζωία των ακμαίων μηλολόνης ήταν μία από αυτές τις μεθόδους. Στο ίδιο πλαίσιο εξετάστηκε η χρήση αντιτροφικών ουσιών προερχόμενων από το φαγόπυρο και τον κοινό άλνο, σημειώνοντας αξιολογικά αποτελέσματα.

Καταλήγοντας, συμπεραίνεται πώς η αντιμετώπιση αυτού του είδους αποτελεί ένα πολύ δύσκολο και πολλές φορές δαπανηρό εγχείρημα. Τα προβλήματα που παρουσιάζει έχουν σοβαρό αντίκτυπο στην οικολογία και κατά συνέπεια στην οικονομία κυρίως σε περιόδους υψηλών πληθυσμών. Παρόλο που υπάρχουν πολλοί και διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης της μηλολόνης, στην χώρα μας χρησιμοποιούνται λίγοι από αυτούς και πολλές φορές με μικρή αποτελεσματικότητα. Έτσι αποτελεί έναν πολύ σοβαρό εχθρό που είναι δύσκολα και με μικρή επιτυχία αντιμετωπίσιμος. Αν και αποτελεί μια δύσκολη αποστολή προς το παρόν, τουλάχιστον για την Ελλάδα ακόμη, το μέλλον αποδεικνύεται πιο φιλόδοξο πάνω σε αυτό το θέμα καθώς υπάρχουν ήδη οι βάσεις για τα αποτελεσματικότερα μέσα αντιμετώπισης του εντόμου.

# 5 ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## 5.1 Επιστημονικά άρθρα:

---

Ester, A., Griepink, F.C., Huiting, H.F. & Moraal, L.G. 2007. Control of grubs and monitoring of the cockchafer, *Melolontha melolontha*. Laboratory and greenhouse experiments concerning control and field experiments concerning luring of *Melolontha melolontha*. Research Report Alterra-PPO-PRI. Wageningen University.

Głowacka, B. & Sierpińska, A. 2012. Control of adult cockchafers *Melolontha spp.* with Mospilan 20 SP. Folia Forestalia Polonica, Series A. 54. 109-115. 10.5281/zenodo.30728.

Keller, S., Schweizer, C., Keller, E. & Brenner, H. 1997. Control of White Grubs (*Melolontha melolontha* L.) by Treating Adults with the Fungus *Beauveria brongniartii*. Biocontrol Science and Technology 7(1), 105-116, DOI: 10.1080/09583159731090

Lakatos, T. and Tóth, T. 2006. Biological Control of European Cockchafer larvae (*Melolontha melolontha* L.) – Preliminary results. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 14 (Suppl. 3).

Woreta, D. 2015. Control of cockchafer *Melolontha spp.* Grubs - A review of methods. Folia Forestalia Polonica, Series A. 57. 33-41. 10.1515/ffp-2015-0005.

Woreta, D. 2016. Reduction of population numbers of *Melolontha spp.* adults - A review of methods. Folia Forestalia Polonica. 58. 10.1515/ffp-2016-0010.

Badeni, 1894. Główna rójka chrabąszcza majowego w 1894 roku. Sylwan. Czasopismo miesięczne dla leśników i właścicieli ziemskich. Organ Galicyjskiego Towarzystwa Leśnego, 12, 132–134.

BB, 1892. Pasożyt chrabąszcza majowego. Sylwan. Czasopismo miesięczne dla leśników i właścicieli ziemskich. Organ Galicyjskiego Towarzystwa Leśnego, 10, 362–364.

Brenner, H., Keller, S., 1996. Protection of orchards from white grubs (*Melolontha melolontha* L.) by placements of nets. Integrated control of soil pests. *IOBC/WPRS Bulletin*, 19 (2), 79–82.

- Deseö, K.V., Bartocci, R., Tartaglia, A., Rovesti, L., 1990. Entomopathogeneous nematodes for control of scarab larvae. *IOBC/WPRS Bulletin*, 14, 57-58.
- Dominik, J., 1954. Próba zwalczania trzyletniego pędraka chrabąszcza *Melolontha melolontha* L preparatem "Intox 8". *Sylwan*, 3, 204-209.
- Głowacka, B., 1996. Plant protection products recommended in forest protection in 1996. Forest Research Institute, Poland (in Polish).
- Głowacka, B., 2010. Plant protection products recommended in forest protection in 2011. Forest Research Institute, Poland (in Polish).
- Głowacka, B., 2011. Plant protection products recommended in forest protection in 2012. Forest Research Institute, Poland (in Polish).
- Głowacka, B., 2012. Plant protection products recommended in forest protection in 2013. Forest Research Institute, Poland (in Polish).
- Głowacka, B., 2013. Środki ochrony roślin oraz produkty do rozkładu pni drzew leśnych zalecane do stosowania w leśnictwie w roku 2014. Instytut Badawczy Leśnictwa, Analizy i Raporty, 21.
- Hersy, J., 1986. Detailed crop production. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, Polska (in Polish).
- Jackson, T.A., Zimmermann, G., 1996. In there a role for *Serratia* spp. in the biocontrol of *Melolontha* spp. *IOBC/WPRS Bulletin*, 19 (2), 47-54.
- Malinowski, H., 2003. Odporność owadów na insektycydy. Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa, Polska.
- Malinowski, H., 2007. Aktualne problemy ochrony lasu związane ze zwalczaniem chrabąszczy (*Melolontha* spp.). *Progress in Plant Protection*, 47 (1), 314-322.
- Malinowski, H., 2009. Badania nad nowymi insektycydami do ochrony szkótek i upraw leśnych przed szkodnikami korzeni. *Notatnik Naukowy IBL*, 17 (3), 1-2.

- Malinowski, H., 2010. Niechemiczne metody ochrony szkótek i upraw leśnych przed owadami uszkadzającymi systemy korzeniowe drzew i krzewów. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, Polska.
- Remiszewski, K., 1899. Quo usque tandem *Melolontha spp.* Sylwan. Czasopismo miesięczne dla leśników i właścicieli ziemskich. Organ Galicyjskiego Towarzystwa Leśnego, 17, 136-141 (in Polish).
- Różyński, F., 1926. W sprawie walki z chrabąszczem majowym. Przegląd Leśniczy, I, 32-38.
- Satkowski, K., 1899. Przyczynek do środków tępienia pędraków. Sylwan. Czasopismo miesięczne dla leśników i właścicieli ziemskich. Organ Galicyjskiego Towarzystwa Leśnego, 17, 52-54.
- Ułatowicz, W., 1932. Przykład walki z pędrakami. Echa Leśne, 132, 5-6.
- Badeni, A., 1894. The main swarming of common cockchafer in 1894 (in Polish). *Sylwan*, 132-134.
- Benker, U., Leuprecht B. 2007. The swarming flight of common cockchafer *Melolontha melolontha* L. (Coleoptera, Scarabaeidae) in two different areas and an approach to control the egg deposition. *IOBC/WPRS Bulletin*, 30 (7), 91-94.
- Brenner, H., Keller, S., 1996. Protection of orchards from white grubs (*Melolontha melolontha* L.) by placements of nets. Integrated control of soil pests. *IOBC/WPRS Bulletin*, 19 (2), 79-82.
- Gemperli, L., 1950. Neuer Verfahren im Kampf gegen den Mäikäfer. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 4, 166-167.
- Głowacka, B., 1997. Insecticides recommended in forest protection in 1997 (in Polish). IBL, Warszawa.
- Głowacka, B., Olczyk, M., 2009. The effectiveness of treatments to combat agricultural aviation imagines cockchafer *Melolontha sp.* (in Polish). *Notatnik Naukowy IBL*, 6 (86).
- Głowacka, B., 2007. Plant protection products recommended for use in forestry in 2008 (in Polish). *Analizy i Raporty*, 9, 3-60.

- Olczyk, M., 2011. Limiting the population of beetles *Melolontha* spp. on RDSF Łódź. History, present and thoughts for the future (in Polish). *Postępy Techniki w Leśnictwie*, 116, 14–23.
- Głowacka, B., 2012. Plant protection products and products for the distribution of forest tree trunks recommended for use in forestry in 2013 (in Polish). IBL, Sękocin Stary.
- Sierpiński, Z., 1975. Important insects – pests roots of forest trees and shrubs (in Polish). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Skrzecz, I., Sowińska, A., Janiszewski W. 2014. Impact of botanical antifeedants on the development of *Melolontha melolontha* L. (in Polish). *Sylwan*, 158 (10), 779–786.
- Strasser, H., Schinner, F., 1996. Current Status of *Melolontha melolontha* control by the fungus *Beauveria brongniartii* in Austria. *IOBC/WPRS Bulletin*, 19 (2), 69–73.
- Varner, M., Mattedi, L., 1996. Experiences about the control of the common cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) in Trentino by means of plastic nets. *IOBC/WPRS Bulletin*, 19 (2), 83–88.
- Woreta, D., 1994. Changes in the occurrence of pests of forest trees and bushes roots in 1961–1993 (in Polish). *Sylwan*, 5, 37–41.
- Woreta, D., 1995. The alarming increase in the importance cockchafer including amphimallon solstitiale (in Polish). *Głos Lasu*, 8, 13–15.

## 5.2 Διαδικτυακές πηγές:

---

- [https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Invasive%20Alien%20Species/Invasive\\_Alien\\_EL.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Invasive%20Alien%20Species/Invasive_Alien_EL.pdf)
- [https://animaldiversity.org/accounts/Melolontha\\_melolontha/](https://animaldiversity.org/accounts/Melolontha_melolontha/)
- <https://www.monaconatureencyclopedia.com/melolontha-melolontha/?lang=en>
- <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/datasheet/33326>
- <https://www.cleankill.co.uk/blog/may-bug-or-common-cockchafer>
- <http://www.cropscience.gr/el/articles/milolonthi>

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Cockchafer>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CE%BB%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%BD%CE%B8%CE%B7>
- <https://www.britannica.com/animal/cockchafer>
- <https://www.nationalinsectweek.co.uk/discover-insects/beetles/cockchafer-may-bug>
- <https://www.rspb.org.uk/birds-and-wildlife/wildlife-guides/other-garden-wildlife/insects-and-other-invertebrates/beetles-and-bugs/cockchafer/>
- <https://www.cabi.org/isc/datasheet/33326>

### 5.3 Φωτογραφικό υλικό:

---

Η λήψη των φωτογραφιών έγινε από το διαδίκτυο

Εικόνα 1.1 (Πηγή: <https://images.app.goo.gl/hcLEQzhxiCc5AFLLA>)

Εικόνα 1.2 (Πηγή: <https://images.app.goo.gl/bnzyvF7RZv3XHAHe9>)

Εικόνα 1.3 (Πηγή: <https://images.app.goo.gl/RAaKy5saNJJ6oYex6>)

Εικόνα 1.4

(Πηγή: [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CE%BB%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%BD%CE%B8%CE%B7#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Scara\\_fg06.jpg](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CE%BB%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%BD%CE%B8%CE%B7#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Scara_fg06.jpg))

Εικόνα 1.5 (Πηγή: <https://images.app.goo.gl/iLpZonWqtmyRRct97>)

Εικόνα 1.6 (Πηγή: <https://images.app.goo.gl/kPpyipUNJwNDX5ec9>)

Εικόνα 1.7

(Πηγή: <https://render.fineartamerica.com/images/rendered/search/print/images/artworkimages/medium/1/1-head-of-cockchafer-libor-vrska.jpg>)

Εικόνα 1.8 (Πηγή: [http://www.wildlifeinsight.com/wp-content/gallery/gb\\_beetles/cockchafer-may-bug-5391.jpg](http://www.wildlifeinsight.com/wp-content/gallery/gb_beetles/cockchafer-may-bug-5391.jpg))

Εικόνα 1.9 (Πηγές: <https://images.app.goo.gl/2EESy4YrPyU5NEn96> & <https://www.ukbeetles.co.uk/melolontha-melolontha?lightbox=datattem-jdra5ng5>)

Εικόνα 1.10

(Πηγή: [http://www.agroatlas.ru/content/pests/Melolontha\\_hippocastani/Melolontha\\_hippocastani.jpg](http://www.agroatlas.ru/content/pests/Melolontha_hippocastani/Melolontha_hippocastani.jpg))

Εικόνα 1.11 (Πηγή: <https://images.app.goo.gl/4pz9VKJtiu96YXti6>)

Εικόνα 1.12 (Πηγή: <https://images.app.goo.gl/CtWE17k9zkKQg8dAA>)

Εικόνα 2.1 (Πηγή: <https://www.cabi.org/isc/portfolio/compendia/normal/7126.img>)

Εικόνα 3.1 (Πηγές: <https://images.app.goo.gl/fAUgpYynikCYDxPn6>,  
<https://images.app.goo.gl/aQsuWDNbeUjfs7Em8>, <https://images.app.goo.gl/VezimycffN7kpciG7> &  
<https://images.app.goo.gl/Qs8JaWivSggSye4u5>)