

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΕΧΘΡΩΝ

Νέες τάσεις και προκλήσεις σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον

Όλο και περισσότερο ακούμε το τελευταίο διάστημα για τη φυτοπροστασία με βιολογική καταπολέμηση ιδίως ενόψει της Πράσινης Συμφωνίας. Στο συγκεκριμένο άρθρο θα σας παρουσιάσουμε τις νέες τάσεις που υπάρχουν, τις προκλήσεις και τις δυσκολίες.

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΚΑΠΡΑΝΑΣ

Επίκουρος Καθηγητής
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Ζωολογίας
και Παρασιτολογίας, Τμήμα Γεωπονίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ)

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΥΛΩΝΑΣ

Ερευνητής Α΄ (Διευθυντής Ερευνών),
Επιστημονική Διεύθυνση Εντομολογίας & Γεωργικής
Ζωολογίας, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο

Η φυτοπροστασία σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον έχει να αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις. Η κλιματική αλλαγή μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας ευνοεί την ανάπτυξη πληθυσμών εντόμων εχθρών και επιδρά, επίσης, στη γεωγραφική κατανομή τους οδηγώντας σε συχνότερες και σοβαρότερες προσβολές και ζημιές σε καλλιέργειες. Επίσης η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με τη μείωση της βιοποικιλότητας τόσο στο υπέργειο μέρος όσο και στο έδαφος με επακόλουθες συνέπειες για τις υπηρεσίες οικοσυστήματος όπως η βιολογική καταπολέμηση (ωφέλιμα έντομα και μικρο βιοτικοί οργανισμοί) και η επικονίαση (έντομα επικονιαστές). Ακόμη περισσότερο, νέα χωροκατακτητικά είδη εχθρών εμφανίζονται και προκαλούν ζημιές σε διάφορες καλλιέργειες. Τα διαθέσιμα χημικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα περιορίζονται λόγω της ανάπτυξης ανθεκτικότητας αλλά κυρίως λόγω της υφιστάμενης πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε θέματα ασφάλειας για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Ταυτόχρονα είναι αυξημένες οι απαιτήσεις για την παραγωγή ασφαλών τροφίμων με μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Βιολογική καταπολέμηση και Πράσινη συμφωνία

Η νέα πολιτική της Πράσινης Συμφωνίας εντός της στρατηγικής από το «Αγρόκτημα στο πιάτο» αλλάζουν το τοπίο στον αγροδιατροφικό τομέα στην ΕΕ (European Commission, 2020). Μεταξύ άλλων, η ΕΕ θέτει ως στόχους τη μείωση στη χρήση κατά 50% των γεωργικών φαρμάκων και αύξηση στο 25% των καλλιεργούμενων εκτάσεων ως βιολογικές έως το 2030. Η **βιολογική καταπολέμηση εχθρών (ΒΚ)** θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε αυτή τη στρατηγική. Η πράσινη συμφωνία επι-



Εικ. 1 : Καλλιέργεια φαγόπυρου *Fagopyrum esculentum* στα όρια καλλιέργειας τομάτας στα πλαίσια του προγράμματος PRIMA-ASTER. ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΑΠΘ Μάιος 2023.

τρέπεται να αναδειχθούν τα δυνητικά οφέλη της ΒΚ ώστε να αναγνωριστούν οι φιλικές ως προς το περιβάλλον και τον καταναλωτή πτυχές της και διευκολύνει να εκφραστούν οι δυνατότητες της ΒΚ (αποτελεσματικότητα) μέσω εφαρμογής πεδίου μεγάλης κλίμακας.

Επίσης η οραματιζόμενη αγρο-οικολογική μετάβαση στην ΕΕ (Lampkin, Schwarz and Bellon, 2020) που περιλαμβάνει τη διαφοροποίηση των συστημάτων παραγωγής γεωργικών προϊόντων, την ενίσχυση της αειφορίας σε επίπεδο αγροκλήματος και την ενσωμάτωση της βιοποικιλότητας και τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων εντός των συστημάτων, ευνοεί την ΒΚ. Στον αντίποδα υπάρχουν αρκετές αμφιβολίες κατά πόσο η βιολογική γεωργία μπορεί να διασφαλίσει επάρκεια σε τρόφιμα αλλά για το σκοπό αυτού του άρθρου τονίζουμε ότι η ΒΚ δεν σχετίζεται μόνο με τη βιολογική γεωργία αλλά θεωρείται ένα σημαντικό μέρος στην Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση εντόμων-εχθρών.

Διατήρηση φυσικών εχθρών

Η διατήρηση ωφέλιμων εντόμων, λοιπών αρθροπόδων (παρασιτοειδή έντομα και αρπακτικά έντομα και άλλα αρθρόποδα) και μικρο-οργανισμών (**Φυσικοί Εχθροί = ΦΕ**) περιλαμβάνει ένα σύνολο πρακτικών που στοχεύουν στη διατήρηση και ενίσχυση της δραστηριότητάς τους για τη βελτίωση των υφιστάμενων επιπέδων ΒΚ (Eilenberg et al. 2002). Αυτές οι πρακτικές περιλαμβάνουν

- 1) Την τροποποίηση του γεωργικού περιβάλλοντος/βλάστησης
- 2) Καλλιεργητικά μέτρα
- 3) Την παροχή τροφής και ενδιατημάτων για φυσικούς εχθρούς και
- 4) Την ορθολογική χρήση γεωργικών φαρμάκων.

Η τροποποίηση του γεωργικού περιβάλλοντος μέσω της διαφοροποίησης της βλάστησης έχει σαν στόχο την παροχή των απαιτούμενων πόρων στους **ΦΕ** που δεν παρέχονται από την καλλιέργεια, είτε καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είτε σε συγκεκριμένες εποχές (Gurr et al. 2017). Αυτοί οι πόροι περιλαμβάνουν καταφύγια από διαταραχές, ειδικές μικροκλιματικές συνθήκες, εναλλακτικούς ξενιστές ή λεία ή ακόμη πρόσθετη τροφή (π.χ. γύρη και νέκταρ). Η διαφοροποίηση της βλάστησης περιλαμβάνει τη χρήση συνοδευτικών φυτών στα περιθώρια της καλλιέργειας ή την συγκαλλιέργεια με άλλα φυτά. Η χρήση συνοδευτικών φυτών διατηρεί μια ποικίλη κοινότητα πολυφάγων αρπακτικών και ανταγωνιστών φυτικών παθογόνων που μπορεί να διατηρεί τους πληθυσμούς εχθρών

και ασθενειών σε χαμηλά επίπεδα. Ωστόσο, η διαφοροποίηση της βλάστησης μπορεί να έχει και θετικό αντίκτυπο σε πληθυσμούς πιο εξειδικευμένων ωφέλιμων εντόμων όπως παρασιτοειδή υμενόπτερα με πολύ ιδιαίτερες απαιτήσεις σε σάκχαρα ή εναλλακτικούς ξενιστές που δεν παρέχονται από τις εντατικές μονοκαλλιέργειες (Heimpel and Jervis 2005).

Άλλα καλλιεργητικά μέτρα περιλαμβάνουν τις πρακτικές διαχείρισης του εδάφους που αποσκοπούν στη διατήρηση εντομοπαθογόνων οργανισμών και ανταγωνιστών φυτικών παθογόνων εδάφους. Σε αυτές περιλαμβάνονται η διατήρηση της σχετικής υγρασίας μέσω της άρδευσης (ωφέλιμοι μύκητες) και η άροση η οποία επηρεάζει τη βιοποικιλότητα στο έδαφος (πχ. αφθονία ξενιστών). Η καύση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών πιστεύεται ότι επηρεάζει αρνητικά τους μικροοργανισμούς στο έδαφος, ενώ η κάλυψη του εδάφους (mulching) μπορεί να τους ευνοήσει αυξάνοντας την οργανική ύλη και την υγρασία και επίσης ωφελεί ορισμένα αρπακτικά του εδάφους (Timber 2014). Η κάλυψη εδάφους εφαρμόζεται σε οπωρώνες και σε πολυετή καλλιέργειες όπως σε εσπεριδοειδή, ελιά και αμπελώνες.

Η παροχή ζάχαρης για παρασιτοειδή και η παροχή πηγών πρωτεΐνης ή γύρης για αρπακτικά αρθρόποδα, η προσθήκη οργανικής λίπανσης στο έδαφος για ενίσχυση ωφέλιμων μικροοργανισμών και η παροχή καταφυγίων για αρπακτικά είναι επίσης πρακτικές ενίσχυσης **ΦΕ** ωστόσο η εμπορική τυποποίηση και εφαρμογή τους είναι ακόμη περιορισμένη (Wade et al. 2008).

Τα γεωργικά φάρμακα μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα ωφέλιμα αρθρόποδα και η ορθολογική τους χρήση είναι απαραίτητη ώστε να περιοριστούν οι αρνητικές (θανατηφόρες ή/και υποθανατηφόρες) επιπτώσεις σε αυτά (Torres and Bueno, 2018). Ενδείκνυται η χρήση πιο εξειδικευμένων/εκλεκτικών προϊόντων/δραστικών ουσιών, η μείωση της συχνότητας και περιοχών εφαρμογής τους, και η χρήση γεωργικών φαρμάκων με χαμηλή υπολειμματικότητα. Ο Διεθνής Οργανισμός Βιολογικής Καταπολέμησης (IOBC) έχει αναπτύξει μια βάση δεδομένων εκλεκτικότητας για τις επιπτώσεις περισσότερων από 200 δραστικών ουσιών (εντομοκτόνα, ακαρεοκτόνα, μυκητοκτόνα, εντομοπαθογόνα και άλλα) σε περισσότερα από 110 είδη ωφέλιμων αρθρόποδων και εντομοπαθογόνων με βάση μελέτες που έγιναν από το 1983 και έπειτα (Candolfi et al. 2000).

Προκλήσεις και δυσκολίες

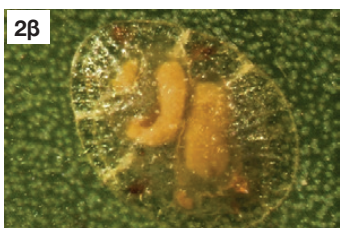
- ♦ Οι επιπτώσεις της παρακείμενης βλάστησης αλλά και της ετερογένειας του τοπίου όχι μόνο στην ποικιλότητα και αφθονία ΦΕ αλλά και στην ουσιαστική Βιολογική Καταπολέμηση είναι δύσκολο να τεκμηριωθούν.
- ♦ Η χρήση συνοδευτικών φυτών, η μειωμένη χρήση γεωργικών φαρμάκων και η παροχή τροφής και καταφυγίων θα μπορούσε επίσης να επηρεάσει θετικά και ορισμένους δευτερεύοντες εχθρούς των καλλιεργειών (στόχους και μη-στόχους) και να παρουσιάσουν νέα προβλήματα φυτοπροστασίας.
- ♦ Υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με την οικολογία μικρο-οργανισμών τόσο πάνω όσο και κάτω στο έδαφος.
- ♦ Οι επιδράσεις των συμπληρωμάτων διατροφής (λειτουργούν ως τρόφιμο, ή ελκυστικό) και τρόποι χορήγησής τους (πίοτε, πού, πώς;).
- ♦ Υπάρχουν επίσης οικονομικές προκλήσεις (Shields et al., 2019), που σχετίζονται με το κόστος της δημιουργίας και τη διατήρηση βλάστησης που δεν αποτελεί προϊόν, την παροχή συμπληρωματικών πόρων ή τη χρήση εκλεκτικών γεωργικών φαρμάκων. Τα οφέλη όσον αφορά την απόδοση, την ποιότητα των προϊόντων ή το εισόδημα πρέπει να αποδεικνύονται και οι πληροφορίες να μεταφέρονται στους παραγωγούς.
- ♦ Οι τακτικές διατήρησης ΦΕ είναι περίπλοκες και απαιτούν εξειδικευμένη γνώση. Αν αυτές οι τακτικές εφαρμόζονται σε μεγάλη έκταση, απαιτούν τη συνεργασία πολλών αγροτών. Ένα άλλο ζήτημα είναι η ανάγκη βελτίωσης της επικοινωνίας μεταξύ επιστημόνων και αγροτών και ακόμη και μεταξύ των ίδιων των αγροτών (Shields et al., 2019).

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν πολλά πιθανά πρόσθετα οφέλη όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένων των άγριων επικονιαστών (Wratten et al., 2012; Garibaldi et al., 2018) και της αισθητικής αξίας για αγροτουρισμό. Ορισμένα επιτυχημένα παραδείγματα διατήρησης **ΦΕ** στην Ευρώπη, μέσω τροποποίησης της βλάστησης στα περιθώρια των καλλιεργειών αφορούν τη χρήση ζωνών βλάστησης για αναπαραγωγή αρπακτικών εδαφόβιων σκαθαρίων σε καλλιέργειες δημητριακών στην Ευρώπη, ζώνες βλάστησης ανθοφόρων φυτών σε ελαιοκράμβη και πατάτα (Buitenhuis et al. 2023). Ιδιαίτερα η διατήρηση **ΦΕ** σε μη-

2α



2β

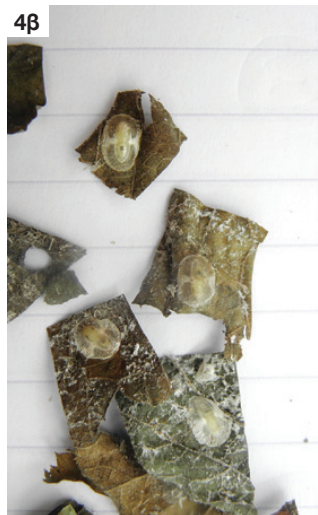


Εικ.2α: Παρασιτισμός του *Coccus hesperidum* από το *Metaphycus flavus* ένα παρασιτοειδές που παρασιτεί πολλά κοκκοειδή στη οικογενεία *Coccidae*. **Εικ.2β:** Παρασιτισμένο κοκκοειδές με ορατές προνύμφες του παρασιτοειδούς. **Εικ. 3:** *Cales noacki* παρασιτούν πουπάρια εριώδη αλευρώδη (Γ. Σταθάς). **Εικ. 4α, 4β:** Νύμφες του *Metcalfa pruinosa* παρασιτισμένες από το *Neodryinus typhlocybae*.

4α



4β



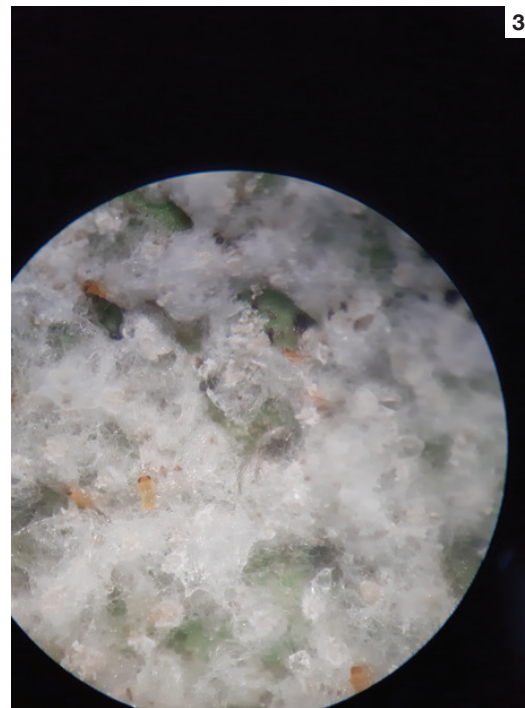
λοειδή έχει αποδειχθεί μία πολύ σημαντική στρατηγική σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Harpe et al. 2019). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες χώρες της Μεσογείου παρόμοιες πρακτικές εξετάζονται ερευνητικά για την καλλιέργεια της τομάτας (PRIMA-ASTER (<http://www.asterproject.cnr.it/>, Φ1 & PRIMA-ECOBOOST (<https://mel.cgiar.org/projects/1703>) αλλά και συγκαλλιέργειας αρωματικών σε εσπεριδοειδή (PRIMA- Plant B https://www.plant-b.net/about-plant-b_1).

Κλασική βιολογική καταπολέμηση

Η Κλασική Βιολογική Καταπολέμηση (ΚΒΚ) αφορά την σκόπιμη εισαγωγή Εξωτικών Φυσικών Εχθρών (ΕΦΕ) για μόνιμη εγκατάσταση και μακροπρόθε-

σημ καταπολέμηση επιβλαβών εχθρών μέσω μιας νέας ισορροπίας μεταξύ πληθυσμών ωφελίμων και εχθρών και όχι εκρίζωσης του εχθρού (Sheppard et al. 2019). Στη Ελλάδα η πρώτη εισαγωγή ωφέλιμου εντόμου αφορά την εισαγωγή του αρπακτικού *Rodolia cardinalis* από την Αίγυπτο στη Χίο για τη βιολογική καταπολέμηση της βαμβακάδας των εσπεριδοειδών *Icerya purchasi* μόλις το 1910. Από την δεκαετία του 1960 μια πληθώρα παρασιτοειδών έχουν εισαχθεί για την καταπολέμηση πολλών κοκκοειδών (Εικ. 2), μεταξύ άλλων εντόμων εχθρών όπως το λεκάνιο της ελιάς *Saissetia oleae* με εξαιρετική επιτυχία μέχρι και σήμερα (Katsoyannos 1996). Άλλα παραδείγματα ΚΒΚ με εισαγωγή παρασιτοειδών εντόμων στο πρόσφατο παρελθόν αφορούν ενδεικτικά τον

3



εριώδη αλευρώδη των εσπεριδοειδών *Aleurothrixus floccosus* με το παρασιτοειδές *Cales noacki* (Εικ.3), το *Metcalfa pruinosa* σε ακτινίδια με το παρασιτοειδές *Neodryinus typhlocybae* (Εικ.4α,β) και τη σφήκα της καστανιάς με το παρασιτοειδές *Torymus sinensis* (Εικ.5α,β) (Katsoyannos 1996; Πετρόπουλος κα 2015; Ανώνυμος 2021). Η δυσκολία στην εφαρμογή ΚΒΚ έγκειται στην ανεύρεση πολύ αποτελεσματικών ΕΦΕ και η τυχόν διατάραξη οικολογικής ισορροπίας λόγω αλληλεπιδράσεων μεταξύ εισαγόμενων ΕΦΕ και οργανισμών μη-στόχων. Αν και ελάχιστες εισαγωγές ΕΦΕ κατέληξαν σε ανεπιθύμητες οικολογικές επιπτώσεις, οι οικολογικοί κίνδυνοι της ΚΒΚ έχουν λάβει δυσανάλογη προσοχή από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, τις ρυθμιστικές αρχές και το ευρύ κοινό (Heimpel και Cock, 2018). Ωστόσο εφαρμόζοντας τα σωστά πρωτόκολλα κατά την εισαγωγή φυσικών εχθρών συμπεριλαμβανομένων δοκιμών ασφαλείας κατά εντόμων μη-στόχων, αυτοί οι κίνδυνοι είναι δυνατό να περιοριστούν. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα έχει γίνει εισαγωγή και εγκατάσταση παρασιτοειδών που πρώτα δοκιμάστηκαν και αποδείχθηκαν αποτελεσματικά κατά του εντόμου στόχου σε τρίτες χώρες της Μεσογείου με παρόμοια βιοκλιματικά χαρακτηριστικά χωρίς καμία αρνητική συνέπεια. Δηλαδή, ακολουθήθηκε μία επιτυχημένη συνταγή άλλων χωρών με παραπλήσια θετικά αποτελέσματα. Δεδομένου ότι νέοι εχθροί εισβάλλουν, εγκαθίστανται και απειλούν καλλιέργει-



5α

Εικ. 5α, 5β: Εξαπόλυση του παρασιτοειδούς *Torymus sinensis* για βιολογική καταπολέμηση της σφήκας της καστανιάς *Dryocosmus kuriphilus* στο νομό Φθιώτιδος Μάιος 2021.

ες στην Ελλάδα (**Εικ.6α,β**), η **ΚΒΚ** με εισαγωγή ωφέλιμων εντόμων είναι η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος για ορισμένους νεόφερτους εχθρούς, ακόμη περισσότερο εφόσον υπάρχει ένα θετικό ιστορικό για την εφαρμογή της σε ευρωπαϊκές ή τρίτες χώρες. Μάλιστα η Ελλάδα θεωρείται μία από τις πρωτοπόρες χώρες σε προγράμματα ΚΒΚ στην Ευρώπη μαζί με την Ισπανία, Γαλλία, και Ιταλία (Schaffner, Knapp και Seier, 2021). Προγράμματα **ΚΒΚ** συνήθως υλοποιούνται από εξειδικευμένο ερευνητικό προσωπικό (Δημόσια ερευνητικά ιδρύματα/ πανεπιστήμια). Μόλις εισαχθεί ένας **ΕΦΕ** και αναπτυχθούν οι πληθυσμοί του, κάτι που σε μερικές περιπτώσεις απαιτεί μερικά χρόνια, τα οφέλη από τη δράση του είναι χωρίς κόστος για τους παραγωγούς.

Με βάση τα πιο επίκαιρα βιβλιογραφικά δεδομένα, 33% των **ΕΦΕ** εγκαταστάθηκαν επιτυχώς μετά την εισαγωγή και από αυτά 10% έδωσε ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Τα ποσοστά επιτυχίας έτειναν να είναι υψηλότερα σε οπωρώνες και σε δασικά οικοσυστήματα πιθανώς λόγω της μακροπρόθεσμης σταθερότητας αυτών των συστημάτων (Kenis 2017). Αναλυτική μελέτη, η οποία επικεντρώθηκε στη Βόρεια Αμερική μεταξύ 2005 και 2018, έδειξε ότι το 54% των 208 παρασιτοειδών ειδών που απελευθερώθηκαν τελικά εγκαταστάθηκαν και είχαν πλήρη ή μερική επιτυχία στο 28% των περιπτώσεων που εξετάστηκαν (Van Driesche et al., 2020).



5β

Ενισχυτική Βιολογική καταπολέμηση

Όταν οι φυσικοί πληθυσμοί ωφέλιμων οργανισμών δεν επαρκούν για τη μείωση των εχθρών, μπορούν να ενισχυθούν με απελευθέρωση φυσικών εχθρών που έχουν εκτραφεί μαζικά σε εμπορική κλίμακα (**Ενισχυτική Βιολογική Καταπολέμηση ΕΒΚ**). Αν και οι απελευθερωμένοι **ΦΕ** μπορεί να αναπαραχθούν, η **ΕΒΚ** επιτελείται κατά το μέγιστο βαθμό από τα ωφέλιμα που έχουν απελευθερωθεί βραχυπρόθεσμα (Heimpel and Mills 2017). Σε αντίθεση με την ΚΒΚ, πολλά είδη **ΦΕ** που χρησιμοποιούνται στη ΕΒΚ είναι γηγενείς οργανισμοί και ο οικολογικός αντίκτυπος της απελευθέρωσης αυτών των οργανισμών έχει αποδειχθεί μη-σημαντικός, βραχυπρόθεσμος και συγκρίσιμος με τις συνθήκες διακυμάνσεις του φυσικού πληθυσμού τους. Η ΕΒΚ θεωρείται ως ένα θεραπευτικό μέτρο όταν χρειάζεται να περιοριστούν εχθροί, ανάλογο με τη χρήση ενός γεωργικού φαρμάκου.

Η **ΕΒΚ** με αρπακτικά και παρασιτοειδή έντομα και εντομοπαθογόνους νηματώδεις (μακρο-οργανισμοί) χρησιμοποιείται ευρέως σε προσατευμένες καλλιέργειες. Μία γκάμα από εμπορικά διαθέσιμους μακρο-οργανισμούς περιλαμβάνει πολυφάγα αρπακτικά ακάρεα (*Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii*), αρπακτικά έντομα (*Macrolophus* spp., *Orius* spp., χρύσωπες, πασχαλίτσες)(**Εικ. 7**) και παρασιτοειδή (πχ *Encarsia formosa* και *Trichogramma* spp.) και εντομοπαθογόνους νηματώδεις (**Εικ. 8α,β**) για έντομα-εχθρούς του εδάφους. Στην Ελλάδα η λίστα μακρο-οργανισμών του ΥΠΑΑΤ περιλαμβάνει 53 είδη και 177 σκευάσματα (ΥΠΑ-



6α



6β

Εικ.6α,6β: Ο Μαύρος Ακανθώδης Αλευρώδης *Aleurocanthus spiniferus*. Ένας νέος εχθρός σε εσπεριδοειδή για τον οποίο εξετάζεται η λύση της ΚΒΚ με εισαγωγή.



Εικ. 7: Το Αρπακτικό *Cryptolaemus montrouzieri* χρησιμοποιείται για τη ενισχυτική βιολογική καταπολέμηση των ψευδοκόκκων σε εσπεριδοειδή, αμπέλια και σε κήπους.
Εικ. 8α,8β : Πειραματική εφαρμογή εντομοπαθογόνων νηματοδών κατά της Μύγας της μεσογείου *Ceratitis capitata*. Οι νηματώδεις εφαρμόζονται με ριζοπότισμα στο έδαφος κάτω από την κόμη των δέντρων και η αποτελεσματικότητά τους αξιολογείται με συλλήψεις των ενήλικων στους κλωβούς. Κόρινθος, Απρίλιος 2021.

ΑΤ, στοιχεία 2018-2019). Η τάση στην **ΕΒΚ** παγκοσμίως εστιάζει σε πολυφάγους παρά εξειδικευμένους **ΦΕ** (περισσότερες χρήσεις-μεγαλύτερη αγορά).

Επίσης, αρκετοί εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί έχουν πιστοποιηθεί ως βιο-εντομοκτόνα. Η λίστα βιο-εντομοκτόνων περιλαμβάνει εξειδικευμένους ιούς που χρησιμοποιούνται κυρίως για τον έλεγχο των λεπιδόπτερων, διάφορα είδη βακτηρίων με χαρακτηριστικό παράδειγμα το *Bacillus thuringiensis*, με στελέχη που δρουν για Λεπιδόπτερα, Δίπτερα και Κολεόπτερα, και μύκητες όπως τα *Lecanicillium muscarium*, *Metarhizium anisopliae* s.l. και *Beauveria bassiana* που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση εντόμων, όπως αλευρώδεις, θρίπες, αφίδες, τερμίτες και ακρίδες.

Η **ΕΒΚ** έχει αυξητική τάση παγκοσμίως αλλά και στην Ελλάδα ιδίως ενόψει της Πράσινης Συμφωνίας. Η **ΕΒΚ** πέρα από την εφαρμογή σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε οπωρώνες και αμπελώνες, αλλά και σε δημόσιους χώρους πρασί-νου (αστικό-περιαστικό) και εσωτερικούς χώρους, συχνά σε συνδυασμό με πρακτικές διατήρησης φυσικών εχθρών. Για αυτό το λόγο υπάρχει μια αυξανόμενη ανάγκη για γηγενείς φυσικούς εχθρούς που είναι καλά προσαρμοσμένοι στις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Ωστόσο, για την καταπολέμηση εισαγόμενων ξενικών εχθρών, μπορεί να χρειαστούν και εξωτικοί φυσικοί εχθροί (**ΕΦΕ**), ειδικά σε προστατευμένες καλλιέργειες.

Η εισαγωγή ωφέλιμων εξωτικών εντόμων συναντά ορισμένους περιορισμούς λόγω των ελέγχων που απαιτούνται σε ορισμένες περιπτώσεις. Επειδή υπήρξαν έστω και λίγες περιπτώσεις που εισαγωγή ωφέλιμων εντόμων είχε αρνητικές επιπτώσεις σε πληθυσμούς εντόμων μη-στόχων (άλλα ωφέλιμα έντομα) είναι απαραίτητη μια εκτίμηση περιβαλλοντικού κινδύνου πριν ληφθούν αποφάσεις για την απελευθέρωση εισαγόμενων ειδών φυσικών εχθρών σε ένα νέο περιβάλλον. Η ρύθμιση αυτών των ει-

σαγωγών ακολουθεί Διεθνή Πρότυπα Φυτοϋγειονομικών Μέτρων, από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Φυτοπροστασίας (FAO, 2017). Παρομοίως, ο Ευρωπαϊκός και Μεσογειακός Οργανισμός Προστασίας Φυτών (EPPO), σε συνεργασία με τον Διεθνή Οργανισμό Βιολογικής Καταπολέμησης (IOBC), έχει δημοσιεύσει διάφορα πρότυπα για την ασφαλή χρήση ωφέλιμων μακρο-οργανισμών (EPPO 2014). Η λίστα του EPPO αυτή την στιγμή περιλαμβάνει >110 μακρο-οργανισμούς (EPPO 2023). Στην Ελλάδα υπάρχει ένα ολοκληρωμένο ρυθμιστικό σύστημα για μακρο-οργανισμούς που περιλαμβάνει στοιχεία σχετικά με την αποτελεσματικότητα, και τον αντίκτυπο στο περιβάλλον και την υγεία, όπως και την ανάλυση κινδύνων για γηγενείς οργανισμούς μη-στόχους (European Commission 2022). Τα Διεθνή Πρότυπα Φυτοϋγειονομικών Μέτρων (ISPM 3- FAO, 2017) προορίζονται να παρέχουν το πλαίσιο για περαιτέρω ρύθμιση σε εθνικό επίπεδο. Ωστόσο, τα διάφορα κράτη-ακόμη και μέσα στην ΕΕ-ακολουθούν δικούς τους κανονισμούς, ορισμένοι από τους οποίους δεν είναι κατάλληλοι για ωφέλιμους οργανισμούς επειδή αγνοούν στοιχεία βιολογίας, οικολογίας τους όπως και τη δυνατότητά τους να μετακινούνται πέρα από τα φυσικά σύνορα των χωρών και μέσα στα φυσικά οικολογικά περιβάλλοντά τους. Αυτοί οι αυστηροί, και μερικές φορές δυσανάλογοι, εθνικοί ή περιφερειακοί κανονισμοί καθυστερούν ή εμποδίζουν την μεταφορά και χρήση φυσικών εχθρών.

Στο μέλλον η **ΕΒΚ** θα ενσωματωθεί όλο

και περισσότερο στη φυτοπροστασία μαζί με μέτρα όπως η διατήρηση **ΦΕ** μέσω της τροποποίησης της βλάστησης, τα καλλιεργητικά μέτρα και η διαχείριση του εδάφους για την ανάπτυξη εύρωστων φυτών (συμπεριλαμβανομένης χρήσης των βιοδιεγερτών). Ακόμη περισσότερο η βελτίωση φυτών μπορεί να στοχεύσει πέρα από την ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών σε εχθρούς των φυτών, σε χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν τη δράση ωφέλιμων εντόμων (π.χ., παρέχοντας εξωανθικό νέκταρ ως τροφή). Επίσης υπάρχει κάποια σχετική δυσκολία στο να λαμβάνονται υπόψη οι πληθυσμοί ωφέλιμων φυσικών εχθρών κατά την ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης εντόμων-εχθρών και προσδιορισμού ορίων ανεκτής πυκνότητας και επέμβασης, αλλά το κέρδος από την αποφυγή περιπτώσεων επεμβάσεων λόγω προσαρμογής αυτών των ορίων είναι σημαντικό (Buitenhuis et al. 2023). Η σχετική βιβλιογραφία βρίσκεται στη διεύθυνση : bibliography.agrotypos.gr, έτος 2023, τεύχος 05/2023 . ■