

1 Ο κόσμος των εντόμων

1.1 Η ποικιλότητα στα έντομα

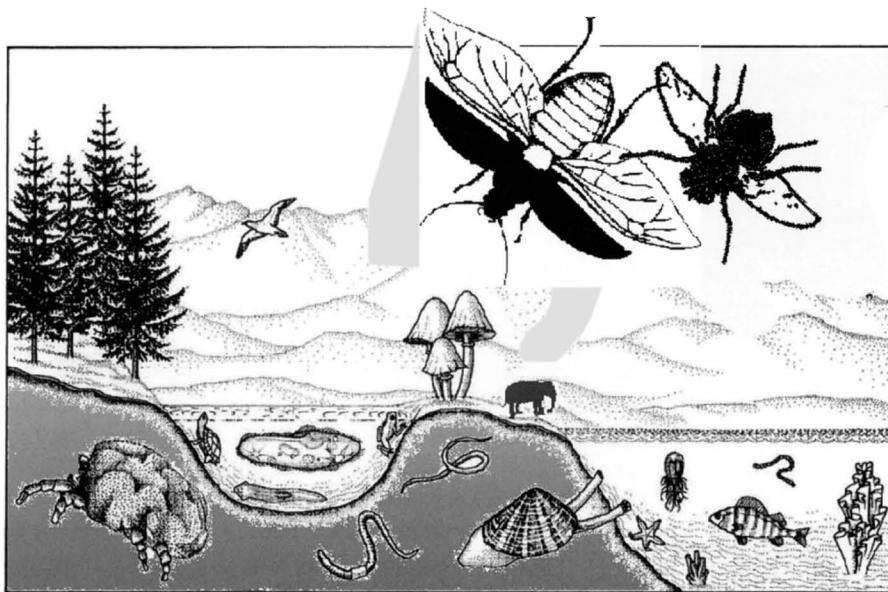
Ο εκλιπών διάσημος γενετιστής του 20ού αιώνα Καθηγητής G. B. S. Haldane βρισκόταν σε μία περιοδεία διαλέξεων στις Η.Π.Α. όταν μία ευαγγελίστρια τον πρόλαβε ξαφνικά με την ερώτηση «Καθηγητή Haldane, στα τόσα πολλά χρόνια σπουδών σου για τον φυσικό κόσμο, σίγουρα πρέπει να έχεις σχηματίσει μία άποψη για τη φύση του Δημιουργού». «Ναι κυρία μου» απάντησε ο Haldane περιεκτικά, «Άυτός αγαπά υπερβολικά τα σκαθάρια». Το Σχήμα 1.1 αποτελεί μία ασυνήθιστη οπτική αναπαράσταση του έμβιου κόσμου, στην οποία το μέγεθος των οργανισμών βρίσκεται κατά αναλογία με τον αριθμό των ειδών που αυτοί περιλαμβάνουν. Μπορεί κανείς αμέσως να δει ότι ο Καθηγητής Haldane είχε δίκιο! Συγκρίνετε το μέγεθος του σκαθαρίου με εκείνο όλων των θηλαστικών του κόσμου που συμβολίζονται με ένα ελέφαντα και με εκείνο για όλο το βασίλειο των φυτών που συμβολίζονται με τα δένδρα. Επιπλέον, τα Coleoptera (σκαθάρια) είναι μόνο μία ομάδα εντόμων. Πολλές από τις άλλες ομάδες εντόμων, που όλες μαζί αντιπροσωπεύονται από το άλλο έντομο στο σχήμα, επισκιάζουν επίσης τον αριθμό των ειδών θηλαστικών και φυτών.

Πόσα είδη εντόμων υπάρχουν; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι αδύνατον να δοθεί, γιατί υπάρχουν πολλά είδη που δεν έχουν ακόμα ανακαλυφθεί και για τον αριθμό των οποίων μόνο υποθέσεις μπορούμε να κάνουμε. Μία από τις πολλές εκτιμήσεις είναι ότι ο αριθμός των ειδών έμβιων οργανισμών που έχουν περιγραφεί είναι 1,75 εκατομμύρια από τους οποίους το 1,5 εκατομμύριο είναι έντομα, με άλλα τόσα ακόμα είδη που δεν έχουν ακόμα ανακαλυφθεί. Για να αντιληφθείτε το πόσα πολλά είδη εντόμων υπάρχουν, σκεφτείτε εμένα να διαβάζω τα λατινικά τους ονόματα με ένα ρυθμό (που θεωρείται κανονικός) 33 ειδών το λεπτό. Στη διδασκαλία της εντομολογίας στο Reading είχα σε κάθε πρόγραμμα 25 ομιλίες που κάθε μία ήταν 52 min, το ίδιο πρόγραμμα το δίδαξα για 20 έτη. Εάν δεν έκανα τίποτα άλλο σε αυτές τις ομιλίες μου στα 20 αυτά χρόνια παρά μόνο να διαβάζω τα ονόματα των εντόμων (υποθέτω ότι οι φοιτητές σύντομα θα σταματούσαν να έρχονται!), δεν θα μπορούσα να διαβάσω παραπάνω από τα μισά από τα γνωστά είδη.

Το μόνο ενδιαίτημα που τα έντομα δεν έχουν καταλάβει είναι η θάλασσα, αν και ορισμένα βρίσκονται στην παραλιακή ζώνη. Άλλού τα έντομα βρίσκονται παντού, στα βουνά, στις σπηλιές, μέσα και επάνω σε ζωντανά ή/και νεκρά ζώα και φυτά, στον αέρα σε μεγάλα ύψη και σε ποτάμια και λίμνες σε μεγάλο βάθος. Μερικά Hymenoptera παρασιτειδή ωάνη είναι τόσο μικροσκοπικά (με μήκος λιγότερο από 0,2 mm και βάρος μόνο 0,004 mg), που λέγεται ότι μπορούν να περάσουν μέσα από την οπή βελόνας ραψίματος. Το μεγαλύτερο έντομο που ζει σήμερα είναι το σκαθάρι Goliath, το οποίο έχει περίπου 12 cm μήκος και ανάλογο πλάτος. Ζυγίζει περίπου 50 g. Όσο μικρά όμως και να είναι τα έντομα, είναι πλήρως λειτουργικά ζώα με εγκέφαλο και αρκετά πολύπλοκη συμπεριφορά – είναι θαύματα της σμίκρυνσης.

1.2 Η επίπτωση των εντόμων στον άνθρωπο

Πρέπει να θυμόμαστε ότι όταν πρωτοεμφανίστηκε ο άνθρωπος, η ποικιλότητα των εντόμων ως προϊόν της εξέλιξής τους δεν ήταν πάρα πολύ διαφορετική από αυτή που υπάρχει σήμερα. Χρονολογούμε την εμφάνιση του ανθρώπου περίπου 200.000 χρόνια πριν, όμως τότε για τα έντομα είχαν προηγηθεί αρκετά πάνω από 400.000.000 χρόνια



Σχήμα 1.1 Η ποικιλότητα στον έμβιο κόσμο με απεικόνιση σε μεγέθη ανάλογα με τον αριθμό των γνωστών έως σήμερα ειδών. Ως παράδειγμα, ο ελέφαντας αντιπροσωπεύει όλα τα θηλαστικά, τα πεύκα όλο το βασίλειο των φυτών, το οστρακοειδές όλα τα μαλάκια κ.ο.κ. Το σκαθάρι και η μύγα (η οποία αντιπροσωπεύει όλες τις ομάδες εκτός από τα σκαθάρια) αντιπροσωπεύει όλα τα είδη των εντόμων. (Τροποποιημένο από ένα σκίτσο των F.C. Fawcett και Q.D. Wheeler. www.coo.fieldofscience.com, κατόπιν αδείας.)

εξέλιξης. Έτσι τα έντομα εκμεταλλεύτηκαν τα νέα δεδομένα που δημιουργήθηκαν από την είσοδο του ανθρώπου στο προσκήνιο πολύ περισσότερο από την ήδη υπάρχουσα τότε ποικιλότητα και δεν χρειάστηκε να κάνουν ιδιαίτερα μεγάλες εξελικτικές διαφοροποιήσεις.

Η πρώτη αντίδραση πολλών ανθρώπων για τα έντομα είναι ότι αυτά τρέφονται με τις καλλιέργειές μας και είναι έτσι πιθανό το βιβλίο αυτό που αναφέρεται στη γεωργική εντομολογία να ενισχύσει την εντύπωση αυτή. Η φυτοφαγία, δύναται, στα έντομα είναι στην πραγματικότητα μία μάλλον μη συνηθισμένη εξέλιξη. Αναγνωρίζουμε πάνω από 30 διαφορετικές εξελικτικές πορείες (τις ονομάζουμε «Τάξεις») στα έντομα και μόνο 9 από αυτές περιλαμβάνουν κάποια φυτοφάγα είδη. Η φυτοφαγία προκαλεί στα έντομα μεγάλα προβλήματα. Τα έντομα δυσκολεύονται να διατηρήσουν τις υψηλές ποσότητες αζώτου που χρειάζονται από την πτωχή αναλογία αζώτου: άνθρακα που τους παρέχουν τα φυτά, και τα περισσότερα μπορούν να επωφεληθούν από την κυτταρίνη μόνο εάν συμβιωτικοί μύκητες ή βακτήρια μπορούν να κάνουν την αποδόμηση της. Η κηρώδης επιφάνεια των φύλλων και τα όρθια στελέχη των φυτών δυσκολεύουν τα έντομα να μείνουν στα φυτά, ιδιαίτερα όταν επικρατούν δυνατοί άνεμοι και ισχυρή βροχή. Η παρουσία των εντόμων επάνω στα φυτά και μακριά από την επιφάνεια του εδάφους δημιουργεί κινδύνους αφυδάτωσης των εντόμων και μεγαλύτερης έκθεσής τους στα αρπακτικά.

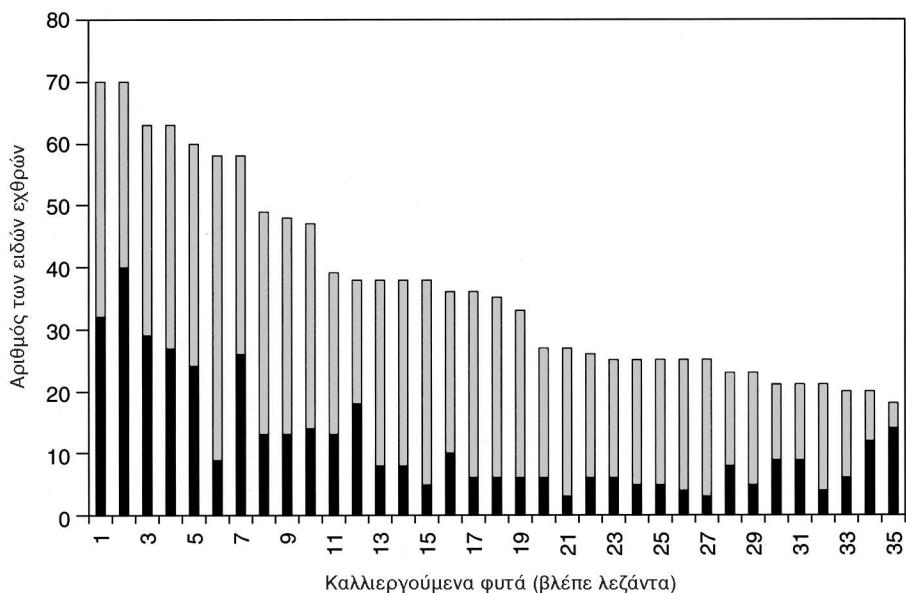
Όμως, παρά τη χαμηλή ποικιλότητα των φυτοφάγων εντόμων (τα περισσότερα είναι είτε ακρίδες, μυζητικά Hemiptera, νυχτοπεταλούδες, Diptera ή σκαθάρια), η επίδραση τους στους ανθρώπους είναι τεράστια. Σύμφωνα με ένα, συχνά αναφερόμενο, υπολογισμό, εάν δεν υπήρχε αυτή η επίδραση των εντόμων στα φυτά και στις τροφές μας, παρότι λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπισή τους, θα μπορούσαμε να καλλιεργούμε μόνο τα δύο-τρίτα της έκτασης που τώρα καλλιεργείται. Ένα σμήνος ακρίδων μπορεί να

ζυγίζει πάνω από 100 τόνους και ζαχαρότευτλα που υπάρχουν σε 10 στρέμματα μπορεί να έχουν πάνω τους ίσως και 200 εκατομμύρια αφίδες.

Αναπαραστάσεις σπηλαίων στην Κίνα ηλικίας πάνω από 6.000 χρόνια δείχνουν έντομα εχθρούς να καταστρέφουν καλλιέργειες, και το βιβλίο της Εξόδου στην Παλαιά Διαθήκη περιγράφει τον Θεό να προκαλεί συμφορά από ακρίδες στους Αιγυπτίους. Οι περιγραφές ότι οι ακρίδες «σκίασαν τη γη» (με το να κρύψει το σμήνος τον ήλιο), έφαγαν «κάθε φυτό επί της γης» και «δεν έμεινε καθόλου πράσινο στα δένδρα ή στα βότανα της γης» είναι γνωστές στους καλλιεργητές που υποφέρουν από σμήνη ακρίδων ακόμα και σήμερα. Οι καταστροφές από έντομα σίγουρα δεν είναι γνωστές μόνο από την αρχαιότητα· στο Καμερούν έλαβαν χώρα δύο λιμοί τα τελευταία 30 χρόνια ως αποτέλεσμα προσβολής από κάμπης. Επιπλέον, εκτός από την ποσότητα των φυτών που κατατρώγεται από τα έντομα, ζημιές στα φυτά μπορεί να γίνουν και με άλλους τρόπους όπως με τη μετάδοση ασθενειών σε αυτά με την έγχυση τοξικού σιέλου που προκαλεί στα φυτά άσχημες αντιδράσεις και με την ποιοτική ζημιά από τα εκκρίματά τους. Στο Σχήμα 1.2 εμφανίζονται οι 35 καλλιέργειες παγκοσμίως οι οποίες έχουν τους περισσότερους εχθρούς (κύριους και δευτερεύοντες).

Υπάρχουν πολύ περισσότερες Τάξεις εντόμων που περιλαμβάνουν σαρκοφάγα είδη, αν και σε αριθμούς ατόμων τα αρπακτικά τείνουν να είναι λιγότερα (συχνά πολύ λιγότερα) από ό,τι τα φυτοφάγα. Τα σαρκοφάγα έντομα μπορεί να διακριθούν σε αρπακτικά, παράσιτα και παρασιτοειδή.

Τα αρπακτικά συλλαμβάνουν, σκοτώνουν και τρώνε μερικά (συνήθως πολλά) θηράματα κατά τη διάρκεια της ζωής τους, αν και δεν είναι απαραίτητο όλα τα στάδια



Σχήμα 1.2 Ιεραρχική κατάταξη των 35 καλλιεργούμενων στον κόσμο ειδών φυτών με τους περισσότερους εχθρούς σε σχέση με τον αριθμό των κύριων (μαύρο) και δευτερεύοντων (γκρι) εχθρών. Ένδειξη καλλιεργειών: 1, καφές· 2, ρύζι· 3, εσπεριδοειδή· 4, βαμβάκι· 5, ψυχανθή· 6, σίτος· 7, αραβόσιτος· 8, μηλιά· 9, ζαχαροκάλαμο· 10, αραχίδα· 11, λάχανο· 12, σόργο· 13, γλυκοπατάτα· 14, τσάι· 15, πατάτα· 16, κοκοφοίνικας· 17, άνθη· 18, κακάο· 19, καπνός· 20, τομάτα· 21, μάγκο· 22, σόγια· 23, μπανάνα· 24, ρετσινόλαδο· 25, γυανά· 26, αχλάδια· 27, σύκα· 28, ροδάκινα· 29, φράουλα· 30, μακαντάμια· 31, ελαιοφοίνικας· 32, ζαχαρότευτλα· 33, μικροί καρποί (currants)· 34, πυπεριές· 35, κεχρί. (Πληροφορίες από Hill 1974.)

της ζωής τους να έχουν τις ίδιες τροφικές συνήθειες. Έτσι πολλά είδη Coccinellidae και Syrphidae είναι σημαντικά αρπακτικά αφίδων, αλλά τα τέλεια Syrphidae είναι φυτοφάγα και τρέφονται από γύρη και νέκταρ στα άνθη.

Τα παράσιτα μπορεί να χρησιμοποιούν ένα ή παραπάνω άτομα ως ξενιστές. Αν και η διατροφή τους μπορεί να αδυνατίσει τον ξενιστή ή να του μεταδώσει μία ασθένεια η οποία μπορεί να είναι ακόμα και θανατηφόρος, το παράσιτο σπάνια σκοτώνει τον ξενιστή του. Τα ενδοπαράσιτα τρέφονται εσωτερικά στον ξενιστή, ενώ τα εκτοπαράσιτα εξωτερικά. Ο ψύλλος είναι ένα παράδειγμα παρασιτικού εντόμου.

Τα παρασιτοειδή μοιάζουν με τα αρπακτικά στο ότι σκοτώνουν το θήραμά τους πριν αυτά εξέλθουν ως τέλεια, αλλά διαφέρουν στο ότι χρησιμοποιούν μόνο ένα άτομο ως θήραμα κατά τη διάρκεια όλης της ανάπτυξής τους, αν και ένα τέτοιο άτομο μπορεί να συντηρήσει αρκετά παρασιτοειδή άτομα μέχρι την ωρίμασή τους. Όπως και με τα παράσιτα τα παρασιτοειδή μπορεί να είναι ενδοπαρασιτοειδή ή εκτοπαρασιτοειδή. Η πλειονότητα των ενδοπαρασιτοειδών βρίσκεται σε μία ομάδα της Τάξης Hymenoptera.

Μερικά σαρκοφάγα είναι πολύτιμα αρπακτικά και παρασιτοειδή των εχθρών των καλλιεργειών, αλλά τα πρώτα έντομα που οι άνθρωποι θα τα είχαν συναντήσει ως προβλήματα, πολύ πριν τη σχετικά καθυστερημένη ανάπτυξη της γεωργίας στην ανθρώπινη ιστορία, θα ήταν τα αιμομυζητικά Diptera και οι κοριοί. Το βιβλίο της Εξόδου στη Παλαιά Διαθήκη καταγράφει την πληγή από Diptera που έπεσε στους Αιγυπτίους από τον Θεό που τους τιμωρούσε.

Οι πρώτοι κυνηγοί-τροφοσυλλέκτες πρέπει να γνώριζαν καλά τον πόνο και τα οιδήματα που προκαλούσαν τέτοια έντομα, αλλά έπρεπε να περάσουν αιώνες (έως τα τέλη του 19ου αιώνα) για να ανακαλύψουμε ότι το «τσίμπημα» ενός κουνουπιού μπορεί να μεταδώσει την ελονοσία και τυχαία ανακαλύφθηκε επίσης ότι τα έντομα μπορούν να μεταδώσουν ασθένειες στα φυτά. Η ελονοσία πιθανόν να σκοτώνει ακόμα 2.000.000 ανθρώπους κάθε χρόνο, και αυτός ήταν ο λόγος για τον οποίο οι εξερευνητές της Βικτωριανής εποχής αναφέρονταν στη δυτική Αφρική σαν τον «τάφο του λευκού ανθρώπου». Τα αιμομυζητικά Diptera και οι ασθένειες που μεταδίδουν είχαν τεράστια επίπτωση στην ανθρώπινη ιστορία, με το να συντελέσουν στην πτώση αρχαίων αυτοκρατοριών, και στη δυνατότητα των ανθρώπων να ζουν, να εκτρέφουν ζώα, ακόμα και να διεξάγουν πολέμους σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Τα πρώτα έντομα, όμως, ήταν κατά πάσα πιθανότητα σαπροφάγα σε νεκρή ζωική και φυτική ύλη αρκετά πριν εμφανιστεί το πιο παλιό έντομο που βρέθηκε ως απολίθωμα. Το έντομο αυτό είναι το *Rhyiniognatha hirsti*, το οποίο βρέθηκε σε πέτρωμα ηλικίας άνω των 400 εκατομμυρίων χρόνων στη Σκωτία το 1926. Το έντομο αυτό είχε πτέρυγες και ίσως τρεφόταν από φύλλα που παρήγαγαν σπόρια ενός αρχέγονου φυτού συγγενούς με τις φτέρες.

Η σαπροφαγία παραμένει ένας πολύ διαδεδομένος τρόπος επιβίωσης πολλών Τάξεων των εντόμων και σήμερα. Τα έντομα αυτά είναι πολύ σημαντικά γιατί βοηθούν στην αποδόμηση τεράστιων ποσοτήτων πεσμένων φύλλων στους τροπικούς, στην αποδόμηση των αποχωρημάτων των αγροτικών ζώων και στο θάψιμο πτωμάτων, πτηνών και άλλων μικρών ζώων. Τα σαπροφάγα έντομα δεν είναι απλώς χρήσιμα, είναι ουσιώδη για τον κύκλο της ζωής. Στον βαθύτατο όμως που ο άνθρωπος δίνει αξία στα νεκρά φυτικά και ζωικά υλικά τα έντομα αυτά μπορεί να γίνουν εχθροί. Έτσι, σαπροφάγα έντομα όπως η νυχτοπεταλούδα των ρούχων (σκόρος) και μερικά σκαθάρια ζημιώνουν τα ρούχα και τα χαλιά, ενώ άλλα σκαθάρια ορύσσουν στοές στην ξυλεία των επίπλων και των κτηρίων. Ορισμένα τρέφονται ακόμα και από νεκρά έντομα σε μουσειακές συλλογές.

Τι θα γινόμασταν χωρίς τις μέλισσες και τα άλλα έντομα που επικονιάζουν πολλά καλλιεργούμενα φυτά τα οποία δεν θα μπορούσαν να παράγουν καρπούς και σπόρους; Αν και η γύρη σε μερικά φυτά μπορεί να διαδοθεί με τον αέρα ή το νερό, πολλά φυτά βασίζονται απολύτως στα έντομα για τη γονιμοποίησή τους. Μερικά φυτά (όπως το *Antirrhinum*) έχουν άνθη ειδικά σχεδιασμένα ώστε μόνο βαριά έντομα όπως οι μέλισσες να μπορούν

να τα «ανοίξουν» προκειμένου να πάρουν το νέκταρ και τη γύρη. Το κακάο γονιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά από μικρά Diptera. Τα φυτά τα οποία απαιτούν γονιμοποίηση από έντομα παρέχουν περίπου το 15% της διατροφής του ανθρώπου στις Η.Π.Α.

Μπορεί κανείς να υποθέσει ότι τα περισσότερα έντομα είναι οικονομικώς αδιάφορα. Το πρόβλημα είναι ότι για να διαπιστώσουμε αν πράγματι ένα έντομο έχει ή δεν έχει σημασία, πρέπει αυτό πρώτα να εξαφανιστεί. Για πολλά χρόνια, μία αφανής νυχτοπεταλούδα που ονομάζεται *Swammerdamia*, η οποία ζει στον κράταιγο, θεωρούνταν ως οικονομικά ασήμαντη. Όμως, κατά τύχη, το 1961 ανακαλύφθηκε ότι η προνύμφη της αποτελεί σημαντικό ξενιστή ενός φυσικού εχθρού του *Plutella xylostella*, που αποτελεί έναν δυνητικά σοβαρό εχθρό των λάχανων στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τα τροφικά πλέγματα μπορεί να είναι εξαιρετικά πολύπλοκα. Η σταθερότητα ενός οικοσυστήματος εξαρτάται από τα φυτοφάγα, σαρκοφάγα (συμπεριλαμβανομένων και των σφηκών!) και τα σαπροφάγα. Συνεπώς, ποιος μπορεί να είναι σίγουρος ότι οποιοδήποτε έντομο πληροί όλες τις απαιτήσεις σε ένα περιβάλλον;

1.3 Η επίδραση του ανθρώπου στα έντομα

1.3.1 Παγκόσμια εξάπλωση

Ο άνθρωπος συνεχίζει να διασπείρει τα έντομα σε νέες περιοχές μέσω των ταξιδιών και του εμπορίου. Οι χώρες συνεχίζουν κανονικά να αποκτούν με τον τρόπο αυτό νέους εχθρούς αν και οι περισσότερες από αυτές τις χώρες προσπαθούν να εμποδίσουν, ή τουλάχιστον να καθυστερήσουν την εισβολή αυτή με επιθεωρήσεις και μέτρα φυτούγειονομικού ελέγχου στα φυτά ή άλλα υλικά στα σημεία εισαγωγής όπως είναι τα λιμάνια και τα αεροδρόμια. Ο δορυφόρος της πατάτας (*Leptinotarsa decemlineata*) έγινε εχθρός της πατάτας όταν οι άποικοι άρχισαν να καλλιεργούν πατάτες κοντά στο φυτό ξενιστή αυτού του εντόμου στους πρόποδες των Βραχωδών Ορέων κατά τον 19ο αιώνα. Το σκαθάρι τότε επεκτάθηκε προς τα δυτικά προκαλώντας τεράστια ζημιά στις Η.Π.Α. και κατά τη διάρκεια του Α' Παγκοσμίου Πολέμου εισήχθη τυχαία στη Γαλλία (μια προηγούμενη εισαγωγή στη Γερμανία το 1877 είχε εξαλειφθεί). Επεκτάθηκε σε όλη την Ευρώπη, αλλά παρ' όλα αυτά στο Ηνωμένο Βασίλειο έχει εξαλειφθεί ή ενδεχομένως δεν μπόρεσε να επιβιώσει. Τα τελευταία 25 χρόνια η ρωσική αφίδα του σίτου (*Diuraphis noxia*) έχει γίνει ένας επίφοβος προς εξάπλωση εχθρός. Πλησίασε τις Η.Π.Α. το 1986. Υπάρχει σε πολλές ανατολικές περιοχές της Ευρώπης, και χώρες όπως η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο προσπαθούν να προβλέψουν εάν η αφίδα αυτή μπορεί να επιβιώσει στην επικράτεια τους και ποια οικονομική συνέπεια μπορεί να επέλθει. Ακόμα μακρύτερα, η Αυστραλία αντιμετωπίζει έναν παρόμοιο κίνδυνο.

1.3.2 Κλιματική αλλαγή

Στον βαθμό που ο άνθρωπος συντελεί σε αυτό το φαινόμενο, θα υπάρξει επίπτωση σε όλα τα θέματα που σχετίζονται με τη βιολογία των εντόμων (ειδικά στη γονιμότητα και στον αριθμό των γενιών ανά έτος) τα οποία εξαρτώνται από το κλίμα. Η εξάπλωση επίσης των εντόμων θα αλλάξει, είτε λόγω της επίπτωσης που θα υπάρξει στην επιβίωσή τους είτε λόγω της διασποράς των ενδιαιτημάτων και της τροφής που εξαρτώνται από την αλλαγή αυτή. Μπορεί η ελονοσία να είναι μία απειλή για το Ηνωμένο Βασίλειο; Εχθροί που αναφέρθηκαν προηγουμένως, όπως ο δορυφόρος της πατάτας και η ρωσική αφίδα του σίτου, ενδεχομένως πολύ εύκολα να βρουν παρόμοιο περιβάλλον στο Ηνωμένο Βασίλειο!

1.3.3 Πρακτικές διαχείρισης του εδάφους

Οι δραματικές αλλαγές που δημιουργούμε στα φυσικά ενδιαιτήματα με το να κόβουμε δένδρα, να εκτρέφουμε ζώα σε φυσικούς λειμώνες, να καλλιεργούμε φυτά και να χτίζουμε