

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 28^{ΗΣ} ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2003

ΥΠΟΔΟΧΗ
ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΚΡΙΜΠΙΑ

ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΓΠΟ ΤΟΥ ΠΡΟΕΔΡΟΥ κ. ΓΡΗΓΟΡΙΟΥ ΣΚΑΛΚΕΑ

Ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν ὑποδέχεται σήμερα μὲ ἰδιαίτερη χαρὰ τὸ νέο τακτικὸ μέλος της, τὸν καθηγητὴ κὸν Κωνσταντῖνο Κριμπᾶ, ὁ ὁποῖος διαδέχεται εἰς τὴν ἔδρα τῶν Γεωργικῶν Ἐπιστημῶν τὸν διαπρεπῆ ἀείμνηστο συνάδελφο Ἰωάννη Παπαδάκη. Ἀλλὰ καὶ τὸν πρόωρα ἐκδημήσαντα πατέρα του, ὁ ὁποῖος κατεῖχε τὴν αὐτὴν ἔδρα. Ὁ κ. Κριμπᾶς ἀπὸ νεαρᾶς ἡλικίας ἐξελέγη καθηγητῆς τῆς νεοσύστατης ἔδρας Γενετικῆς στὴν τότε Γεωπονικὴ Σχολή, ὅπου καὶ παρέμεινε ἐπὶ 33 ἔτη ὡς τακτικὸς καθηγητῆς.

Μὲ ζήλο καὶ ἐργατικότητα συνέβαλε στὴν ἐξέλιξη τῆς πρωτοποριακῆς αὐτῆς εἰδικότητος καὶ δημιούργησε Σχολή, μαθητὲς τῆς ὁποίας ἐξελίχθησαν σὲ Καθηγητὲς ἀλλὰ καὶ δύο σὲ Πρυτάνεις. Τὸ Γεωπονικὸ Πανεπιστήμιον, εἰς ἔνδειξιν θαδεῖας ἐκτιμῆσεως γιὰ τὴν προσφορά του, τοῦ ἀπένευμε τὸν ἐπίζηλον τίτλον τοῦ ἐπιτίμου καθηγητοῦ τὸ 2001.

Οἱ πνευματικὲς ἀνησυχίαι τοῦ τὸν ὀδήγησαν στὸ νεοῖδρυθὲν τμήμα Μεθοδολογίας Ἱστορίας καὶ Θεωρίας τῆς Ἐπιστήμης στὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν ὡς καθηγητὴ τῆς Ἱστορίας καὶ Φιλοσοφίας τῆς Βιολογίας, κατόπιν μετακλήσεως τὸ 1993.

Ὁ κ. Κριμπᾶς τὸ 2001 ἀπεχώρησε ὡς ὁμότιμος καθηγητῆς τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.

Ὁ συνάδελφος κ. Ν. Μатσανιώτης, κατ' ἐντολὴν τῆς Συγκλήτου θὰ ἔχει τὴν χαρὰ νὰ παρουσιάσει τὸ σημαντικὸ ἔργον του.

Ἐγὼ τοῦ εὐχομαι ἀπὸ καρδιάς νὰ συνεχίσει ἐπὶ πολλὰ ἔτη τὴν ἐπιστημο-

νική του δράση και τὸν καλῶ νὰ προσέλθει γιὰ νὰ τὸν περιβάλω μὲ τὸ μεγάλο διάσημο τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν.

Παρακαλῶ τὸν Γενικὸ Γραμματέα, συνάδελφο κ. Νικόλαο Ματσανιώτη, νὰ ἀνέλθει εἰς τὸ βῆμα.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΠΟ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΤΣΑΝΙΩΤΗ

Ὁ κ. Κωνσταντῖνος Κριμπᾶς γεννήθηκε στὴν Ἀθήνα τὸ 1932 ὅπου περάτωσε τὶς ἐγκύκλιες σπουδές του τὸ 1950 μὲ βαθμὸ ἀπολυτηρίου 20 ἀκριβῶς.

Σπούδασε βιολογία (συγκριτικὴ ζωολογία καὶ ἀνατομία καὶ βοτανικὴ) στὸ Πανεπιστήμιο τῆς Λωζάνης (1950-1954) καὶ συγχρόνως χημεία μέχρι τὸ τρίτο ἔτος.

Μὲ ὑποτροφία τῆς Γαλλικῆς Κυβερνήσεως σπούδασε Γενετικὴ στὴ Σορβόνη (1954-1955). Στις ἐξετάσεις περατώσεως τοῦ Certificat des Études Supérieures de Génétique ἦρθε πρῶτος μεταξὺ τῶν 20 συμφοιτητῶν του.

Τὸ 1956 ἀναγορεύθηκε διδάκτωρ, μὲ τὴ διατριβή του “Τὰ χρωματοσώματα τῶν Ἑτεροπτέρων”, ἀπὸ τὴ Φυσικομαθηματικὴ Σχολὴ τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.

Ἵπηρετήσε τὴ στρατιωτικὴ του θητεία ἐπὶ 28 μῆνες [στὸ Β. Ναυτικὸ] (1956-1958) καὶ ἀπελύθη ὡς ἑφεδρὸς σημαιοφόρος.

Τὸ 1958-1960 ἐργάσθηκε ἐρευνητικὰ ὡς μεταδιδακτορικὸς ὑπότροφος τῆς Ἀμερικανικῆς Κυβερνήσεως (International Cooperation Administration) στὸ Πανεπιστήμιο Columbia τῆς Νέας Ὑόρκης στὴν ὁμάδα τοῦ διάσημου καθηγητοῦ τῆς γενετικῆς Theodosius Dobzhansky.

Ἀπὸ τὸν Ἰανουάριο τοῦ 1961 ὡς τὸ Δεκέμβριο τοῦ 1993 ἦτοι ἐπὶ 33 συναπτά ἔτη διετέλεσε τακτικὸς καθηγητὴς τῆς Γενετικῆς στὴν Ἀνωτάτη Γεωπονικὴ Σχολὴ Ἀθηνῶν (τώρα Γεωπονικὸ Πανεπιστήμιο) καὶ πρῶτος Διευθυντὴς τοῦ νεοϊδρυθέντος Ἐργαστηρίου Γενετικῆς.

Κατὰ τὰ μακρὰ ἔτη τῆς καθηγεσίας του εἶχε καὶ ἄλλες τιμητικὲς διακρίσεις, ἀπότοκες τοῦ ἐρευνητικοῦ του ἔργου.

Ἐπὶ τρίμηνο (Ὀκτώβριος - Δεκέμβριος 1979) διετέλεσε προσκεκλημένος καθηγητὴς καὶ ἀκολούθως ἀπὸ τὸ 1980 Professeur Associé de Biologie Evolutive des Espèces στὸ Πανεπιστήμιο Pierre et Marie Curie, Paris VI, ἐκλεγείς ὁμοφώνως ὑπὸ τῆς Σχολῆς. (Ὁ τίτλος Associé ἐδίδετο τότε μόνο σὲ

μὴ Γάλλους ὑπηκόους. Τὰ Πανεπιστήμια Paris VI καὶ Paris VII ἀποτελοῦν τὴν πρὸ τοῦ 1968 Faculté des Sciences τῆς Σορβόνης). Τὸ θέρους τοῦ 1970 ἐδίδαξε Πληθυσμιακὴ Βιολογία στὸ Πανεπιστήμιο Harvard τῶν Η.Π.Α. ὡς ἐπισκέπτης καθηγητής.

Ἵπῃρξε γιὰ βραχύτερα χρονικὰ διαστήματα ἐπισκέπτης καθηγητὴς στὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Chicago (1971), σύμβουλος στὸ Μουσεῖο Συγκριτικῆς Ζωολογίας στὸ Πανεπιστήμιο Harvard (1978), ἐπισκέπτης ἐρευνητὴς στὸ Πανεπιστήμιο Harvard (1982 καὶ 1989) καὶ στὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Cambridge (1988).

Γιὰ τὸ ἐρευνητικὸ του ἔργο θὰ περιορισθῶ νὰ ἀναφέρω ὅτι ἡ ὁμάδα τοῦ κ. Κριμπὰ εἶναι ἀπὸ τὶς πρῶτες παγκοσμίως ποὺ χρησιμοποίησε ἠλεκτροφορητικές τεχνικές γιὰ τὴν ἐκτίμηση τῆς γενετικῆς ποικιλοτήτας καὶ τὴ μελέτη τῆς γενετικῆς τῶν ἐντόμων. Μὲ αὐτὲς μελετήθηκε καὶ ἡ ἀνδεκτικότητα τοῦ δάκου τῆς ἐλιάς σὲ ἐντομοκτόνα, καὶ ἐπιχειρήθηκε ἐπιτυχῶς ἡ ἐκτίμηση τοῦ δραστηικοῦ μεγέθους τοῦ πληθυσμοῦ του, μελέτες ποὺ ἀνελήφθησαν στὸ πλαίσιο ἐρευνητικοῦ προγράμματος καταπολεμήσεώς του. Ἡ μέθοδος αὕτῃ προσδιορισμοῦ τοῦ φυσικοῦ πληθυσμοῦ ἀναγνωρίζεται καὶ σήμερα ὡς ἡ πλέον πρόσφορος. Ἀλλὰ καὶ δένδρα ἢ φυτὰ ἰδιαίτερου γεωργικοῦ ἐνδιαφέροντος γιὰ τὴ χώρα μας, ὅπως ἡ ἄμπελος, ἡ ἐλιά καὶ τὸ πεῦκο, μελετήθηκαν ἐπισταμένως. Σημαντικὸ τμῆμα τῶν ἐρευνητικῶν του δραστηριοτήτων ἐστιάσθηκε καὶ στὴ δροσόφιλα, ποὺ ἀποτελεῖ ὑποδειγματικὸ ἐντομο, γιὰ τὴ μελέτη καὶ κατανόηση μηχανισμῶν καὶ ἐφαρμογὴ μεθόδων δράσεως ἐναντίον βλαπτικῶν ἐντόμων.

Εἰδικότερα ὡς μελετητὴς χρωμοσωμάτων, ὁ κ. Κριμπὰς ἀνεῦρε ἓναν ἐλλείποντα ἐξελικτικὸ κρίκο, μίαν χρωμοσωμικὴ δομὴ τῆς ὁποίας ἡ ἀκριβὴς ὑπαρξὴ εἶχε προβλεφθεῖ ἀπὸ τὴν ἐξελικτικὴ θεωρίαν ἀλλὰ δὲν εἶχε μέχρι τότε ἐντοπισθεῖ.

Τέλος, μὲ δύο δοκίμιά του ὁ κ. Κριμπὰς ἔδειξε ὅτι δύο βασικὲς ἐννοιες τῆς νεώτερης ἐξελικτικῆς θεωρίας, εἴτε δὲν ἔχουν αὐτοτελὴ ὑπόσταση καὶ συνιστοῦν ταυτολογία μὲ ἄλλες διαδικασίες, ὅπως εἶναι ἡ “προσαρμογὴ”, εἴτε ἀποτελοῦν νοητικὲς ἐπινοήσεις ἄνευ ἰδίας ὄντολογικῆς ὑποστάσεως ἀλλὰ κατάλληλες γιὰ τὴ χρῆση τους σὲ ἀλγορίθμους, ὅπως εἶναι ἡ ἀρμοστικότητα ἢ fitness. Οἱ ἀποδείξεις αὐτὲς στηρίζονται σὲ μεθόδους τῆς ἀναλυτικῆς (φιλοσοφικῆς) σχολῆς.

Ἀπὸ τοὺς μαθητὲς τῆς ἐρευνητικῆς του ὁμάδας δύο εἶναι καθηγητὲς πρώτης βαθμίδας καὶ ἓνας ἀναπληρωτὴς στὸ Γεωπονικὸ Πανεπιστήμιο, ἐνῶ ἄλλος ἓνας εἶναι καθηγητὴς πρώτης βαθμίδας στὸ Πανεπιστήμιο Κρήτης καὶ ἄλλοι δύο καθηγητὲς στὸ Πανεπιστήμιο τῆς Μαδέρας Πορτογαλίας.

Δύο νέα γιὰ τὴν ἐπιστὴμὴ εἶδη ζώων φέρονται στὴ βιβλιογραφία μὲ τὸ ἐπί-

θετό του, ένα είδος δροσόφιλας στην ομάδα του οποίου ανήκει και το κατ' ἐξοχήν πειραματικό υλικό των μελετών του, ή *Drosophila Krimbasi* καθώς και ένα ακάρι, το *Typhlodromus Krimbasi*.

Έργασία του τιμήθηκε με το βραβείο Φωτεινού της Ακαδημίας Αθηνών το 1977.

Ο Κωνσταντίνος Κριμπάς, όπως αναφέρθηκε, διετέλεσε επί 33 έτη καθηγητής Γενετικής στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο και εκλέχτηκε Πρύτανης αυτού το ακαδημαϊκό έτος 1974-1975.

Το 1993 μετακλήθηκε στο Πανεπιστήμιο Αθηνών από το Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Έπιστήμης ως καθηγητής της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Βιολογίας. Έτσι του δόθηκε η ευκαιρία να καλλιεργήσει άπερίσπαστος τη στοχαστική βιολογική του σκέψη.

Το 2000 συνταξιοδοτήθηκε ως όμοτιμος καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Το 2001 το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο τον εξέλεξε Επίτιμο Καθηγητή. Κατά τα τελευταία 40 έτη η τιμητική αυτή διάκριση είχε προηγουμένως απονεμηθεί μόνο μία φορά, στον αείμνηστο συνάδελφό μας Ιωάννη Παπαδάκη, ακαδημαϊκό στην έδρα των Γεωργικών Έπιστημών, την οποία σήμερα αναλαμβάνει επισήμως ο νέος ακαδημαϊκός.

Ο κ. Κριμπάς διετέλεσε Μέλος του Ινστιτούτου Γεωπονικών Έπιστημών και έλαβε το μετάλλιο γεωργικής αξίας (1963), Αντιπρόεδρος της Έλληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (1975-1978), Μέλος και Πρόεδρος της Επιτροπής Βιολογικών Έπιστημών του Έθνικού Γνωμοδοτικού Συμβουλίου Έρευνας, Πρόεδρος του Έθνικού Κέντρου Θαλασσίων Έρευνών, Μέλος του Δ.Σ. του Ιδρύματος Κρατικών Ίποτροφιών και πρόσφατα Μέλος της Έθνικής Επιτροπής Βιοηθικής.

Η δικαιολογημένη χαρά και συγκίνηση του κ. Κριμπά για την εκλογή του ως ακαδημαϊκού ενισχύεται και από έναν πρόσθετο λόγο. Από ένα προνόμιο το οποίο δεν είχε κανένας από τους υπάργξαντες ούτε και από τους σήμερα υπάρχοντες ακαδημαϊκούς. Είναι ο πρώτος ακαδημαϊκός του οποίου ο πατέρας —όπως ήδη ακούσατε— υπήρξε μέλος της Ακαδημίας Αθηνών από το 1960 έως το 1965, ο αείμνηστος Βασίλειος Κριμπάς.

Στην ευρύτερη πνευματική και κοινωνική ζωή του τόπου ή παρουσία του κ. Κριμπά είναι ουσιαστική. Είναι αντιπρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου

του Μορφωτικού Ιδρύματος της Εθνικής Τραπέζης, του οποίου προηγουμένως υπήρξε Γραμματέας και Ταμίας.

Διετέλεσε πρόεδρος των φίλων της Γενναδείου Βιβλιοθήκης, μέλος του Δ.Σ. του Ελληνικού Λογοτεχνικού και Ιστορικού Αρχείου, ιδρυτικό μέλος της Ελληνικής Εταιρείας Προστασίας Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς μας.

Συνέγραψε 4 βιβλία δοκιμίων, τα Δαρβινικά τὸ 1986, σελ. 257, τὰ Θραύσματα Κατόπτρου τὸ 1993, σελ. 295, τὸ Ἐκτείνοντας τὸν Δαρβινισμό τὸ 1998, σελ. 277 καὶ τὸ βιβλίο γιὰ τὸν πρωτοπόρο φυτοπαθολόγο Γιάννη Σαρεγιάννη καὶ τὴν ἔννοια τῆς Ἀσθένειας τὸ 2000, σελ. 226.

Εἶναι ἐπίσης συνεκδότης δύο σημαντικῶν τόμων ἱστορικῶν καὶ φιλοσοφικῶν δοκιμίων ποὺ ἐκδόθηκαν ἀπὸ τὸν οἶκο Cambridge University Press τὸ 2000 τὸ πρῶτο μὲ τίτλο Evolutionary Genetics From Molecules to Man, σελ. 702 καὶ τὸ 2001 τὸ δεύτερο μὲ τίτλο Thinking about Evolution: Historical, Philosophical and Political aspects, σελ. 606.

Εἶναι προφανὲς ἀπὸ ὅσα σὲ συντομία ἀνέφερα, πόσο δικαιολογημένη εἶναι ἡ ἐκλογή του, ὡς τακτικοῦ μέλους τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, ἡ ὁποία προσδίδει στὴν περαιτέρω ἀξιοποίηση τῶν μεγάλων πνευματικῶν του δυνατοτήτων.

Ἀγαπητὲ συνάδελφε,

Σὰς καλωσορίζω καὶ σὰς εὐχομαι ὑγεία, μακροημέρευση καὶ κάθε ἐπιτυχία ἀπὸ τὴν ἐπάλξεις τοῦ Ἰδρύματός μας.

ΕΝΤΟΜΑ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΕΙΣΙΤΗΡΙΟΣ ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΚΡΙΜΠΙΑ

Κύριε Πρόεδρε, Κυρίες και Κύριοι Ἀκαδημαϊκοί, Κύριε πρώην Πρωθυπουργέ, Κύριε Διοικητὰ τῆς Ἑθνικῆς Τραπεζῆς, Κύριοι Πρυτάνεις, Κύριοι Πρέσβεις, Κυρίες και Κύριοι, ἀγαπητοὶ φίλοι ὁμότεχνοι καὶ συνεργάτες, σὰς εὐχαριστῶ διὰ τὴν παρουσία σας.

Θέλω, κύριε Πρόεδρε τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, νὰ σὰς εὐχαριστήσω θερμὰ γιὰ τοὺς εὐπροσῆγορους λόγους σας. Θέλω ἐπίσης νὰ ἐκφράσω τὶς θερμὰς εὐχαριστίες μου στὸν Γενικὸ Γραμματέα κύριο Μαρσιανῶτη γιὰ τὴν ἀμέριστη ὑποστήριξή του καὶ ὅσα ἐπαινετικὰ εἶπε κατὰ τὴν παρουσίᾳ μου καὶ τοῦ ἔργου μου. Εἶμαι ἰδιαιτέρως εὐαίσθητος στὴν ὑψίστη τιμὴ ποὺ μοῦ προσεγένετο μὲ τὴν ἐκλογή μου, εὐχαριστῶ θερμὰ τὸν κύριο Στεφάνη ποὺ ἐπρότεινε τὴν ὑποψηφιότητά μου καὶ τὴν Ὀλομέλεια τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν γιὰ τὴν τιμὴ καὶ τὴν ἐμπιστοσύνη ποὺ μοῦ ἐπέδειξε. Κατὰ τὴν φορτισμένη συναισθηματικὰ γιὰ μένα αὐτὴ στιγμή, νοερὰ ἀναπολῶ ἐκείνους στοὺς ὁποίους ὀφείλω τὴν σημερινὴ πνευματικὴ μου ὑπόστασι με νοσταλγία καὶ μὲ εὐγνωμοσύνη. Πρῶτα τοὺς γονεῖς μου, τὸν πατέρα μου στὸν ὁποῖον ὀφείλω τὴν ἀγάπη γιὰ τὴν ἐπιστήμη καὶ τὴν ἔρευνα, ὁ ὁποῖος ἐπιπλέον μοῦ ἐνεφύσησε τὴν ἔννοια τοῦ καθήκοντος καὶ τῆς συνεχοῦς προσπάθειας ἀκόμη καὶ ὑπὸ ἀντίξοες συνθῆκες. Τὴν μητέρα μου γιὰ τὴν ἀγάπη της καὶ τὴν προσπάθειά της νὰ μοῦ ἐντυπώσει ἓνα οὐσιαστικὸ ἂν καὶ ἀνελαστικὸ σύστημα ἀξιῶν. Ἀλλὰ ἡ ἐκφράσις τῆς εὐγνωμοσύνης μου ἀπευδύνηται σὲ ὅσους ἐξακολουθοῦν νὰ μὲ στηρίζουν. Δὲν παραλείπω νὰ ἀναφέρω τὴ βοήθεια, κατανόησι καὶ ἀγάπῃ μὲ τὴν ὁποία μὲ περιβάλλει ἡ σύζυγός μου Ἑλένη, ἡ ὁποία ἀπετέλεσε κάτι πολὺ περισσότερο ἀπὸ ἓνα συνήθη σύντροφο τοῦ βίου. Οἱ δάσκαλοί μου, ὁμότεχνοι, συνεργάτες καὶ μαθητές μου συνέβαλαν ἐπίσης στὴ διαμόρφωσή μου, ἀκόμη χωρὶς νὰ ἔχουν ἐπίγνωσι τοῦτου. Εὐτύχησα νὰ ἔχω ἐξαιρετικοὺς διδασκάλους, σημαντικὰς προσωπικότητες στὴν ἐπιστήμη καὶ στὴν ἀνθρώπινη διάστασή τους. Δὲν θὰ τοὺς ἀναφέρω ὀνομαστικὰ μὲ μία ὁμῶς ἐξαίρεσι, τοῦ Theodosius Dobzhansky. Ὑπῆρξεν μέντοράς μου καὶ πνευματικὸς μου πατέρας, ἄφησε τὴν σφραγίδα του στὴν προσωπικότητά μου. Δανεῖζομαι τὰ

λόγια που ἀπηύθυνε ὁ Δάντης πρὸς τὸν Βιργίλιο, γιὰ νὰ ἐκφράσω τὰ πρὸς αὐτὸν αἰσθήματά μου:

O degli altri poeti onore e lume,...

Tu se' lo mio maestro e' l mio autore; [Inferno, Canto I, 82,85]

τὸ ὁποῖον διὰ τὴν περίπτωσιν παραφράζω ὡς ἑξῆς:

Τῶν ἄλλων δημιουργῶν φῶς καὶ καμάρι,

Ἐσὺ ἦσουν ὁ ὁδηγὸς καὶ δάσκαλός μου.

Μιλώντας γιὰ τὴν γεωργία, γίνεται συνήθως ἐπὶ κλησις τοῦ ἀποσπάσματος τοῦ Ξενοφώντος, ὁ ὁποῖος ἀποκαλεῖ τὴν γεωργία μητέρα καὶ τροφὸν πάσης ἐπιστήμης καὶ παντὸς πολιτισμοῦ. Προϋπόθεσις τῆς εὐημερίας αὐτῶν εἶναι ἡ εὐημερία τῆς γεωργίας. Μετὰ δύο χιλιάδες καὶ πλέον ἔτη, τὸ 1757, στὴν γαλλικὴ Ἑγκυκλοπαίδεια τῶν d'Alembert καὶ Diderot, στὸ λῆμμα Grain [δηλαδὴ “σπόρος”] ὁ F. Quesnay ἐπαναλαμβάνει τὰ ἴδια. “Τὰ πλούτη τῆς γεωργίας, διαρκῶς ἀνανεούμενα, στηρίζουν ὅλες τὶς ἄλλες συνθήκες στὸ κράτος [στὸ βασίλειο], δραστηριοποιοῦν τὰ ἐπαγγέλματα, ἐμψυχώνουν τὴν βιομηχανία καὶ συντηροῦν τὴν εὐημερία τοῦ ἔθνους”. [Les richesses de l'agriculture, toujours renouvelées, soutiennent tous les autres états du royaume, donnent de l'activité à toutes les autres professions, animent l'industrie et entretiennent la prospérité de la nation]. Ὅντως μετὰ τὴν γεωργικὴ ἐπανάσταση, ἐδῶ καὶ δέκα περίπου χιλιάδες χρόνια, ἡ ὁποία συνετελέσθη στὴν περιοχὴ μας στὴν γόνιμη ἡμισέληνο [Παλαιστίνη-Ἰσραήλ, Β. Συρία-Νότιος Μ. Ἀσία, καὶ Μεσοποταμία], λίγο-πολύ συγχρόνως καὶ μᾶλλον ἀνεξαρτήτως σὲ ἄλλες πέντε περιοχὲς τῆς ὑφ'ἡλίου, ὁ ἄνθρωπος γιὰ πρώτη φορὰ κατέστη παραγωγὸς τροφῆς καὶ ὀρισμένων πρώτων ὑλῶν. Ἡ μεταλλαγή ἀπὸ τὸ στάδιο τοῦ κυνηγοῦ-τροφολέκτου καὶ ἀλιέως, σὲ ἐκεῖνο τοῦ γεωργοῦ καὶ κτηνοτρόφου, ἐσήμανε τὴν ἀπαρχὴν τοῦ πολιτισμοῦ. Κατὰ τὸν Colin Renfrew πολιτισμὸς ὀρίζεται ὅταν συνυπάρχουν δύο τουλάχιστον ἀπὸ τρία χαρακτηριστικά, δηλαδὴ πόλεις ἄνω τῶν 5.000 κατοίκων, γραπτὴ γλῶσσα καὶ μνημειακὰ λατρευτικὰ κέντρα. [Colin Renfrew 1972 *The Emergence of Civilisation-The Cyclades and the Aegean in the Third Millenium B.C.* Methuen & Co, στή σελίδα 7]. Ἡ πρωτογενὴς παραγωγή ἀποτελεῖ προϋπόθεσις καὶ τῶν τριῶν χαρακτηριστικῶν καὶ βάσις τῆς εὐημερίας κάθε πολιτισμένης κοινωνίας. Αὐτὸς ὁ κανὼν μπορεῖ νὰ ἀμφισβητηθεῖ. Ὅντως χώρες οἰκονομικὰ

ισχυρές, όπως ή Ιαπωνία και ή Έλβετία, εισάγουν τὰ ἀναγκαῖα τρόφιμα ἐνῶ ή οἰκονομική των ισχύς στηρίζεται στην δευτερογενή παραγωγή ή στις υπηρεσίες. Όμως, σέ καιρούς κρίσεως ή πολέμου, ὅταν τὸ ἐμπόριον, οἱ μεταφορές και ή ἐπικοινωνία ἀτονοῦν ή παύουν, σέ ἐποχές ἀποκλεισμοῦ, χώρες ὅπως ή Έλβετία εὔρεθησαν σέ δύσκολη θέση νὰ διαδρέψουν τὸν πληθυσμό τους. Η γεωργία ἀποτελεῖ τὸ ἐχέγγυο ὅτι θὰ ἀποτραπεί και σέ δύσκολους καιρούς ή σιτοδεία και ή πείνα.

Η γεωργία ἀπὸ τὴν ἀρχή στηρίχθηκε σέ μεγάλο βαθμὸ στην μονοκαλλιέργεια, καλλιέργεια σέ ἱκανή ἔκταση τοῦ ἴδιου εἶδους φυτοῦ. Στην ἀγρία φύση ή ὁμοιόμορφος φυτεία ἀποτελεῖ οἰκολογικὸ παράδοξο μὲ τὴν ἐξαίρεση ὀρισμένων δασῶν. Ο τροφосуλλέκτης συλλέγει τὸν καρπὸ φυτῶν διεσκορπισμένων. Η μονοκαλλιέργεια εὐνοεῖ τὴν δημιουργία και ἐξάπλωση ἀσθενειῶν και ἐχθρῶν, παραγόντων ποὺ οἱ οἰκολόγοι τοὺς ὀνομάζουν πυκνοεξαρτώμενους, δηλαδή ποὺ εὐδοκίμοῦν σέ πυκνές πληθυσμιακές συγκεντρώσεις. Η καλλιέργεια ὀδήγησε στην ἐξειδίκευση τῶν ἐχθρῶν τῶν καλλιεργουμένων φυτῶν, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ φυτοφάγα ἔντομα ἀποτελοῦν μέλη τῆς ὁμάδος τῶν πλέον βλαπτικῶν. Πλὴν τούτων ὑπάρχουν βέβαια και ὠφέλιμα ἔντομα. Η μέλισσα και ὁ μεταξοσκώληξ εἶναι τὰ πιὸ γνωστὰ παραδείγματα. Τὸ μεγάλο πλῆθος εἰδῶν ὕμενοπτέρων παρασίτων τῶν βλαπτικῶν ἐντόμων ἀποτελεῖ ἄλλη περίπτωση ὠφελίμων ἐντόμων. Οἱ ψῆνες, χωρὶς τὴν παρουσία τῶν ὁποίων δὲν γίνεται ή γονιμοποίηση στὴ συκὴ και παραγωγή καρπῶν (στὰ δένδρα ποὺ δὲν παράγουν παραθενογενετικούς καρπούς), ἀποτελοῦν ἕνα ἄλλο ἀκραῖο παράδειγμα τῆς εὐνοϊκῆς ἐπίδρασης ἐντόμων στὰ φυτά. Ἄλλωστε τὰ ἔντομα διαδραματίζουν σημαντικὸ ρόλο στην σταυρογονιμοποίηση πλήθους φυτῶν. Η πιὸ παράδοξη τέτοια περίπτωση εἶναι τῶν ὀρχεοειδῶν, ἀπὸ τὸ ἄνθος τῶν ὁποίων ἔλκεται τὸ ἄρρεν ὕμενόπτερο, ἐκλαμβάνοντας, ὡς ἐκ τῆς μορφῆς του και τῆς ὀσμῆς του, ὅτι ἀποτελεῖ θῆλυ ἄτομο τοῦ εἶδους του. Μὲ τὴν ψευδοσυνουσία ἐπικολλῶνται στην κεφαλὴ του οἱ φέροντες τὴν γύρη ἀνθῆρες, τοὺς ὁποίους μεταφέρει σέ ἄλλο ἄνθος ποὺ ἐπισκέπτεται.

Ἀναφερόμενοι στὰ ἔντομα πρέπει νὰ σημειώσουμε τὸ ἐξαιρετικὸ πλῆθος τῶν εἰδῶν τους. Τὰ μέχρι σήμερον περιγραφέντα εἶδη ὑπερβαίνουν τὸ ἑκατομμύριο. Ἀποτελοῦν τὰ δύο τρίτα περίπου τοῦ συνολικοῦ ἀριθμοῦ τῶν γνωστῶν ζώων και ὑπερβαίνουν τὸ 50% τοῦ συνολικοῦ ἀριθμοῦ περιγραφέντων εἰδῶν ζώντων ὀργα-

νισμῶν, συμπεριλαμβανομένων τῶν φυτῶν, ζώων, μυκήτων, πρωτοζώων, βακτηρίων, ἀρχαίων καὶ ἰῶν. Μία ἐκ τῶν τριάκοντα τάξεων, οἱ ὁποῖες συναποτελοῦν τὰ ἔντομα, ἡ τάξις τῶν Κολεοπτέρων (τὰ σκαθάρια), παρουσιάζει τὸν μεγαλύτερο ἀριθμὸ εἰδῶν: 370.000 διαφορετικὰ εἶδη. Τὸ πλῆθος τῶν εἰδῶν δικαιολογεῖ τὴν ἐξειδίκευση ὅσων ἀσχολοῦνται μὲ τὴν ταξινόμηση τῶν ἐντόμων, περιορίζονται σὲ μία τάξη ἢ λίγες οἰκογένειες ἐντόμων, στίς ὁποῖες ὑποδιαιροῦνται οἱ τάξεις. Σήμερα οἱ ταξινομοὶ ἀναγνωρίζουν τὴν ὑπαρξὴ 950 περίπου οἰκογενειῶν ἐντόμων. Πρέπει νὰ σημειωθεῖ πὼς τὰ γνωστὰ εἶδη ἀρτιγόνων, τῶν σήμερα ζώντων ὀργανισμῶν, ἀποτελοῦν μικρὴ μειοψηφία τοῦ συνόλου των. Ὅντως πολλὰ εἶδη παραμένουν ἀκόμη ἄγνωστα, κυρίως ὅσα διαβιοῦν στὰ ὑγρὰ τροπικὰ δάση. Οἱ ἐκτιμήσεις τοῦ συνολικοῦ ἀριθμοῦ ἀρτιγόνων εἰδῶν διαφέρουν, συχνὰ καὶ σὲ τάξιν μεγέθους. Τὸ πιθανότερον εἶναι ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς εἰδῶν ἐντόμων νὰ ἀνέρχεται μετὰξὺ 3 καὶ 30 ἑκατομμυρίων. Ἐκτιμᾶται ὅτι μόνον τὸ ἐν τρίτον τῶν εἰδῶν τῶν ἀρδροπόδων εἶναι σήμερον γνωστὸν [M.Blaxter 2003 Counting angels with DNA, *Nature* 421: 122-124]. Τὸ ὅτι πολλὰ μέλλει νὰ ἀνακαλυφθοῦν ἐπιβεβαιώνεται μὲ τὴν ἀνακάλυψιν καὶ περιγραφὴ τὸ παρελθὸν ἔτος μιᾶς νέας τάξεως ἐντόμων, μέχρι τότε ἀγνώστου, τῶν Mantophasmatodea τῆς ὑποσαχάριας Ἀφρικῆς [K-D. Klass, O. Zompro, N.P. Kristensen 2002, Mantophasmatodea: A new insect order with extant members in the Afrotropics, *Science* 296:1456-1459; M.D.Picker, J.F. Colville & S.van Noort 2002 *Science* 297: 1475; J.Adis, O. Zompro, E. Moombolah & E. Marais, 2002, Gladiators: A new order of insects, *Scientific American* 287 (5):42-47]. Ἐνῶ ἡ ἀνεύρεση ἀγνώστου μέχρι σήμερον εἶδους μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ κατὰ ἀναμενόμενον σὲ ὀρισμένες ομάδες, στὰ ζῶα ἡ περιγραφὴ μιᾶς νέας οἰκογένειας θεωρεῖται ἀπίθανη, πολλῶ μᾶλλον μιᾶς τάξεως. Πρόκειται γιὰ μία ἀνεπάντεχην ἀνακάλυψιν, ἐνδεικτικὴ ὅμως τῆς ἀγνοίας μας.

Τὰ εἶδη εἶναι λοιπὸν πολυάριθμα, τὸ ἴδιο ὅμως καὶ τὰ βιολογικὰ ἄτομα. Ὑπολογίζεται ὅτι ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς βιολογικῶν ἀτόμων στὰ ἔντομα ἀνέρχεται σὲ 10^{18} , ἀριθμὸ ἐξαιρετικὰ μεγάλον, ἓνα ἑκατομμύριον ἑκατομμυρίων! [G.C. McGavin 2001 *Essential Entomology-An Order-by-Order Introduction*, Oxford University Press].

Τί εἶναι τὰ ἔντομα; Ὁ ὅρος προέρχεται ἀπὸ τὸν Ἀριστοτέλη, τὸν πρῶτο σοβαρὸ ζωολόγο. Τὰ περιγράφει ὡς ζῶα τὸ σῶμα τῶν ὁποίων φέρει ἔντομες [Περὶ Ζῶων Ἱστορίαι IV, 1]. Τὸ λατινικὸν ἰσοδύναμον, insectum, ἀποτελεῖ ἀκριβῆ

μετάφραση τοῦ Ἀριστοτελικοῦ ὅρου. Ἀπὸ τὰ λατινικά ἢ λέξη, μὲ ἐλάχιστες ἀλλαγές, περνᾷ στὶς λατινόφωνες, γερμανόφωνες καὶ σλαβικὲς γλώσσες. Ὅντως τὸ σῶμα τῶν ἐντόμων εἶναι χωρισμένο σὲ τμήματα, σὲ μεταμερῆ. Ἡ μεταμέρεια εἶναι κοινὸ χαρακτηριστικὸ στὰ ζῶα. Καὶ τὰ θηλαστικὰ ἔχουν τέτοιου τύπου σῶμα, ὑπενδύμιση τοῦτου ἀποτελοῦν τὰ θωρακικά μας πλευρά. Ὅπως καὶ σὲ ἄλλα ζῶα, ἔτσι καὶ στὰ Ἀρθρωτά, στὰ ὁποῖα ὑπάγονται τὰ ἔντομα, τὰ μεταμερῆ ὑφίστανται μεταβολὲς ἀναλόγως τῆς θέσεώς των στὸν ἄξονα κεφαλῇ-πυγαῖο τμήμα. Κατὰ περιοχὰς τὰ μεταμερῆ ἐνώνονται σχηματίζοντας τμήματα τοῦ σώματος, τὰ τάγματα, τὰ ὁποῖα εἶναι τρία, ἡ κεφαλὴ, ὁ θώραξ καὶ ἡ κοιλία. Τὸν χωρισμὸ αὐτῶν τῶν ταγμάτων ὁ Ἀριστοτέλης θεωροῦσε κυρίως ὡς τομέες.

Ὁ δεῦτερος σοβαρὸς ζωολόγος εἶναι ὁ βοτανικὸς Θεόφραστος, ποῦ δυστυχῶς δὲν ἔχει ἐπαρκῶς μελετηθεῖ ἀπὸ αὐτὴν τὴν πλευρά. Ἀναφέρει στὸ “Περὶ φυτῶν ἱστορία” καὶ στὸ “Περὶ φυτῶν αἰτίαι” πλεῖστα ὅσα γιὰ τὰ ἔντομα μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ γιὰ τὸν πυρηνοτρήτη τῆς ἐλιάς, πιθανῶς δὲ καὶ γιὰ τὸν δάκο [Περὶ Φυτῶν Αἰτίαι V, 10, 1 καὶ 3; Περὶ Φυτῶν Ἱστορία IV, 14, 10]. Πρόκειται καὶ γιὰ τὸ πρῶτο βιβλίον γεωργικῆς ἐντομολογίας. Μεταξὺ ἄλλων περιγράφει τὴν ζωὴ ἐνὸς ἐκ τῶν βλαπτικῶν ἐντόμων, τῆς πρασοκουρίδος (τῆς γρυλλοτάλπης) [Περὶ Φυτῶν Ἱστορία VII, 5, 4] καθὼς καὶ τὶς ζημιὰς ποῦ προκαλεῖ κείροντας, δηλαδὴ κόβοντας, τὶς ρίζες τῶν πράσων, ἐξ οὗ καὶ τὸ ὄνομά της. Καὶ ὅμως ἀκόμη καὶ στὸ Liddell Scott [ἀκολουθώντας ἄλλους συγγραφεῖς, ὅπως τὸν André] τὸ ἔντομο αὐτὸ θεωρεῖται, λανθασμένα, ὅτι εἶναι μιὰ πεταλούδα! Ἡ γνώση ὅμως τῆς νέας ἐλληνικῆς γλώσσης διευκρινίζει τὸν προσδιορισμὸ καὶ δείχνει συγχρόνως τὴν συνέχεια τῆς ἐλληνικῆς γλώσσας, ἀφοῦ καὶ σήμερα ἡ γρυλλοτάλπη στὴν Πελοπόννησο ὀνομάζεται ἀπὸ τοὺς γεωργούς μας πρασάγγουρας, παραφθορὰ τοῦ ἀρχαίου πρασοκουρίς, ἐνῶ στὴν Κρήτη καλεῖται περτσίκουρας, ἄλλη παραφθορὰ τῆς ἰδίας λέξεως [Κ. Κριμπᾶς 1993 *Θραύσματα Κατόπτρου*, Θεμέλιο, Ἀθήνα σελ. 162-166]. Δυστυχῶς τὰ ἔντομα δὲν ἔτυχαν τῆς ἰδίας προσοχῆς τῆς ὁποίας ἔτυχαν τὰ πτηνὰ καὶ οἱ ἰχθύες στὰ συγγράμματα τοῦ Wentworth d’Arcy Thompson [“A glossary of Greek Birds” καὶ “A glossary of Greek Fishes”] στὰ ὁποῖα ὁ συγγραφεὺς ἐξετάζει τὰ ὀνόματα ποῦ ἔδιδαν οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες στὰ πτηνὰ καὶ τὰ ψάρια μαζί μὲ τὶς σύγχρονες ἐπιστημονικὲς ἀντιστοιχίες τους. Τὰ ἔντομα τοῦ Θεοφράστου [ἀλλὰ καὶ τοῦ Κασσιανοῦ Βάσσου, συγγραφέως τοῦ συμπιλήματος τὰ “Γεωπονικά” στὸ τέλος τῆς ὕστερης ἀρχαιότητος] ἀκόμη ἀναμένουν τὸν συνεχιστὴ τοῦ ἔργου τοῦ d’Arcy Thompson.

Τὰ ἔντομα εἶναι τὰ πρῶτα ζῶα ποὺ ἐπέταξαν στὸν ἀέρα, πολὺ πρὶν ἀπὸ τοὺς ἱπταμένους δεινοσαύρους καὶ ἀπὸ τὰ πτηνὰ, στὶς ἀρχὲς τῆς Λιθανθρακοφόρου, ἐδῶ καὶ 350 ἑκατομμύρια χρόνια. Ἀκολούθησαν τὴν ἀνάπτυξη τῶν πρῶτων χερσαίων φυτῶν ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἄρχισαν νὰ τρέφονται καὶ μὲ τὰ ὁποῖα ἀλληλοδρῶσαν. Μελέτες μοριακῆς βιολογίας τῶν ὁμοιοτικῶν γονιδίων, ποὺ ἐλέγχουν τὸ πρόγραμμα ἀνάπτυξης καὶ διαφοροποίησης τῶν τμημάτων τοῦ ὁργανισμοῦ, εἰδικὰ τῆς ομάδος τῶν Hox, τοποθετοῦν τὰ ἔντομα πλησιέστερα πρὸς τὰ Καρκινοειδῆ (Crustacea), ἀπὸ ὅ,τι πρὸς τὰ Μυριάποδα. Μὲ αὐτὰ τὰ τελευταῖα, τὰ ἔντομα ἀποτελοῦν μᾶλλον μία παραφυλετικὴ ομάδα, δηλαδὴ ὁ πλησιέστερος κοινὸς πρὸγονος εἶναι πρὸγονος καὶ ἄλλης ομάδος [C.L. Hughes and T.C. Kaufman 2002 Hox genes and the evolution of the arthropod body plan, *Evolution and Development* 4(6): 459-499].

Μία ἰδιαιτερότητα τῶν ἐντόμων καὶ συγγενῶν τους ομάδων εἶναι ὁ σκληρὸς χιτίνωδης ἐξωσκελετὸς τους, ἓνα ἐξωτερικὸ ἀνθεκτικὸ κάλυμμα πολὺτιμο γιὰ τὴν προστασία ποὺ προσφέρει συγχρόνως ὁμῶς καὶ ἀνελαστικὸ. Μὲ τὴν αὔξηση τοῦ μεγέθους τοῦ σώματος ἀναγκάζονται νὰ ἀποβάλουν τὸ σκληρὸ αὐτὸ περίβλημα καὶ νὰ τὸ ἀντικαταστήσουν μὲ νέο, μεγαλύτερο. Τοῦτο πραγματοποιεῖται μὲ τὶς μεταμορφώσεις τους, τὴν ἔκδυση τοῦ παλαιότερου περιβλήματος καὶ τὴν ἀντικατάστασή του μὲ νέο μεγαλύτερου μεγέθους. Μὲ τὶς μεταμορφώσεις ὁ βιολογικὸς κύκλος τῆς ζωῆς τῶν ἐντόμων καθίσταται πολυπλοκώτερος. Μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου οἱ νεανικὲς τους μορφὲς ἐξελίσσονται καὶ διαμορφώνονται διαφορετικὲς ἀπὸ ἐκεῖνες τῶν ἀκμαίων ἀτόμων, τῶν τελείων ἐντόμων. Προσαρμόζονται σὲ ἄλλου τύπου ζωὴ, ἀποτελοῦν τὰ πιὸ ἀποτελεσματικὰ τροφικὰ στάδια στὰ ὁποῖα ἐπιτελεῖται ἡ μεγαλύτερη ἀνάλωση τροφῆς καὶ ἀνάπτυξη ἐνῶ τὸ στάδιο τοῦ ἀκμαίου ἐξειδικεύεται στὴν ἀναπαραγωγὴ. Ἡ ἐναλλαγὴ κάμπης καὶ ψυχῆς (πεταλούδας) στὰ Λεπιδόπτερα χαρακτηρίζει τὸν βιολογικὸν τους κύκλον. Τὸ προνυμφικὸν στάδιον, ἢ ὄντογένεσή τους, δὲν ἀποτελεῖ ἀνάμνηση τῆς φυλογένεσης, ὅπως θὰ ἤθελε μία ἐφαρμογὴ τοῦ νόμου τοῦ Haeckel [βλέπε ἐπίσης S.J. Gould 1977 *Ontogeny and Phylogeny*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge MA]. Τὰ προνυμφικὰ στάδια εἶναι συνήθως τὰ πιὸ βλαπτικὰ στὰ φυτοφάγα ἔντομα, δίπτερα (μυῖες), λεπιδόπτερα (πεταλοῦδες), κολεόπτερα (σκαθάρια) καὶ ἄλλα.

Μεταξὺ τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ μελετητῶν ποὺ ἐρεῦνησαν τὴν ἠθολογίαν τῶν

έντόμων, τήν συμπεριφορά τους, ξεχωρίζω δύο ονόματα, τόν Γάλλο Jean Henri Fabre καί τόν Αυστριακό Karl von Frisch. Ὁ Fabre, στὰ τέλη τοῦ 19ου ἀρχές τοῦ 20ου αἰώνα, στὸ δεκάτομο ἔργο “Ἐντομολογικὲς ἀναμνήσεις” [*Souvenirs Entomologiques*, 1879-1907] περιέγραψε τὶς περίπλοκες ἐνστικτώδεις συμπεριφορὲς πολλῶν ἐντόμων καί κατέστησε τήν ζωὴ τους ἀντικείμενο γενικοῦ ἐνδιαφέροντος. Χάρης στὸν Fabre πληροφορηθήκαμε π.χ. τὴν κανιβαλικὴ συμπεριφορὰ τῆς θήλεος μάντιδος (ἀλογάκι τῆς Παναγίας) ποὺ πρὸς τὸ τέλος τῆς συνουσίας ἀποκεφαλίζει καί τρώγει τὴν κεφαλὴ τοῦ ἄρρενος. Στὸν τομέα ὅμως αὐτὸν οἱ ἐργασίες τοῦ von Frisch φθάνουν στὸ ἐντελὼς ἀπροσδόκητο. Ὁ von Frisch ἀπεκάλυψε τὴν γλῶσσα τῶν μελισσῶν. Μὲ διάφορα εἶδη χορῶν [κυκλικό, δρεπανοειδῆ, μὲ κινήσεις τῆς κοιλίας] οἱ ἐργάτριες ποὺ ἀνακάλυψαν μίαν πλούσια πηγὴ τροφῆς ἐπικοινωνοῦν μὲ τὶς ἄλλες ἐργάτριες τῆς κυψέλης καί τὶς πληροφοροῦν γιὰ τὴν εὕρεση αὐτῆς τῆς ἀφθονῆς τροφῆς, τὸ εἶδος τοῦ φυτοῦ, τὴν ἀπόστασή του ἀπὸ τὴν κυψέλη καί τὴν κατεύθυνση στὴν ὁποία εὐρίσκεται ἡ πηγὴ τροφῆς. Τὰ διάφορα ὑποεἶδη τῆς μέλισσας *Apis mellifera* διαφέρουν στὸ γλωσσικὸ τους ἰδίωμα, χρησιμοποιοῦν διαφορετικὲς διαλέκτους. Μὲ διασταυρώσεις μελετήθηκε ἡ γενετικὴ αὐτῶν τῶν διαφορῶν, ἡ ὁποία εὐρέθῃ πολυγονιδιακὴ. Ἔτσι ἐπιβεβαιώθηκε ὅτι ἡ στοιχειώδης γλῶσσα τῶν μελισσῶν εἶναι κληρονομικὴ καί δὲν ἀποτελεῖ προῶν ἐκμαθήσεως. [Karl von Frisch 1967 *The Dance Language and Orientation of Bees*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge MA]. Γιὰ τὴν ἐργασία αὐτὴ ὁ von Frisch τιμῆθηκε τὸ 1973 μὲ τὸ βραβεῖο Nobel.

Δὲν ἀποτελεῖ ἐξάιρεση ἡ παρουσία μιᾶς τόσο ἐξαιρετικῆς ιδιότητος σὲ ἓνα ἔντομο, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ γιὰ πολλοὺς ἓνα “κατώτερο” ὄργανισμός. Ἐνας σεβαστὸς καί ἀγαπητὸς ἐν Ἀκαδημίᾳ συνάδελφος πρὸ ἡμερῶν ἀνεφέρθη κάπως ἀπαξιωτικὰ ὀνομάζοντας ὑποτιμητικὰ τὰ ἔντομα “ζουζούνια”. Ἄς θεωρηθεῖ τὸ πρῶτο αὐτὸ τμῆμα τῆς ὁμιλίας μου ὡς τὸ “Ζουζουνίων Ἐγκώμιον”. Τὰ κοινωνικὰ ἔντομα παρουσιάζουν καί ἄλλες ἐνδιαφέρουσες συμπεριφορὲς. Εἶδη μυρμηγκῶν τρέφονται ἀπὸ μελιτώδεις ἐκκρίσεις κοκκοειδῶν ἐντόμων. Τὰ μυρμηγκία προστατεύουν τὰ ἔντομα μὲ τὶς μελιτώδεις ἐκκρίσεις, ἐκδιώκουν τοὺς ἐχθρούς τους. Ἔτσι τὰ μυρμηγκία συμπεριφέρονται ὡς στοιχειώδεις κτηνοτρόφοι. Ἄλλα εἶδη μυρμηγκῶν φέρονται ὡς στοιχειώδεις γεωργοί, ἐκτρέφοντας μύκητες ποὺ ἀποτελοῦν τὴν τροφή τους. Κόβουν τεμάχια φύλλων, τὰ φέρουν στὴ φωλιά τους, τὰ ἐμβολιάζουν μὲ συμβιωτικούς τοὺς μύκητες. Ἔτσι καθίστανται καλλιεργητὲς μυκήτων σὲ ὀρισμένα τμήματα τῆς φωλιᾶς τοὺς διατεθημένα γι’ αὐτὸν

τόν σκοπό. Τò ἴδιο κάνουν καὶ ὀρισμένα εἶδη τερμιτῶν. Ἄλλα εἶδη μυρμήγκων ἐκτρέφουν μύκητες τοὺς ὁποίους ὁμῶς καταστρέφουν ἄλλοι παρασιτικοὶ τοὺς μικρομύκητες. Τὰ μυρμήγκια αὐτὰ ὁμῶς συγχρόνως φέρουν συμβιωτικούς ἀκτινομύκητες, δηλαδή νηματοφόρα βακτήρια, ποὺ μὲ τὶς ἐκκρίσεις τοὺς καταστρέφουν αὐτὰ τὰ παράσιτα. Ἔτσι φέρονται ὡς ἐκλεπτυσμένοι γεωργοὶ [C.R. Currie, B. Wong, A.E. Stuart, T.R. Schultz, S.A. Rehner, U.G. Mueller, G-H. Sung, J.W. Spatafora & N.A. Straus 2003 Ancient tripartite coevolution in attine-microbe symbiosis, *Science* 299: 386-388].

Μιὰ πρόσφατη ἐνδιαφέρουσα μελέτη τοῦ εἶδους *Linepithema humile* [T. Giraud, J.S. Peterson & L. Keller 2002 Evolution of supercolonies: The Argentine ants of southern Europe, *Proceedings of National Academy of Sciences USA*, 99: 6075-6079; N. Tsutsui et al. 2000 Reduced genetic variation and the success of an invasive species *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97: 5948-5953; N.D. Tsutsui & T.J. Case 2001 Population genetics and colony structure of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in its native and introduced ranges. *Evolution* 55: 976-985] γιὰ πρώτη φορά ἀποδεικνύει στὰ κοινωνικά ἔντομα μὲ ποιοὺ τρόπο γονίδια ἐπηρεάζουν ἅμεσα τὴν δομὴ καὶ συγκρότηση τῶν κοινωνιῶν τοὺς, ἐπιρρυνώντας τὶς ἀπόψεις τοῦ κοινωνιοβιολόγου Edward O. Wilson. Αὐτὸ τὸ νοτιοαμερικανικὸ εἶδος μυρμηγκιοῦ δείχνει στὴ γενέτειρά του μίαν ἔντονη χωροκράτεια [territorial behavior], ἔλλειψη ἀνοχῆς καὶ ἐπιθετικότητας ἐναντίον ἀτόμων ἀπὸ ἄλλη φωλιά. Ὅμως τὰ μυρμήγκια αὐτοῦ τοῦ ἴδιου εἶδους, ποὺ ἀποίκισαν τὴν Εὐρώπη, διαφέρουν, δὲν δείχνουν χωροκράτεια, ἀνέχονται τὰ μυρμήγκια ἀπὸ ἄλλες φωλιές, οἱ φωλιές τοὺς συνιστοῦν ἓνα δίκτυο μιᾶς χαλαρῆς οἰονεὶ συνομοσπονδίας. Τοῦτο ὀφείλεται στὴν ὁμοιογενέστερη γονιδιακὴ σύσταση τῶν εὐρωπαϊκῶν πληθυσμῶν σὲ σύγκριση μὲ τοὺς νοτιοαμερικανικοὺς, ἐπιβεβαιώνοντας ἔτσι τὸ ὑπόδειγμα τοῦ William Hamilton γιὰ τὴν ἐπιλογή συγγενῶν (kin selection). Καὶ σὲ ἄλλα εἶδη εἶναι γονιδιακῆς αἰτιολογίας ἡ μετάβαση ἀπὸ μονόγυνη σὲ πολύγυνη ἀποικία, ἀπὸ μίαν βασίλισσα σὲ πολλὲς ἄλλες γενετικὰ διαφορετικὲς. Σὲ μιὰ μάλιστα περίπτωση (*Solenopsis invicta*) ἡ μετατροπὴ ὀφείλεται σὲ μεταλλαγὴ τοῦ γονιδίου τῆς πρωτεΐνης τοῦ ὑποδοχέα τῆς φερομόνης, ἡ ὁποία ἐπιτρέπει, διὰ τῆς ὁσμῆς, τὴν ἀναγνώριση τῶν ξένων ἀτόμων καὶ τὸν διαχωρισμὸ τοὺς ἀπὸ ἐκεῖνα τῆς φωλιάς τοὺς. Οἱ φερομόνες εἶναι χημικὲς ἐνώσεις, διαβιβαστὲς χημικῶν πληροφοριῶν μεταξὺ ἐντόμων.

Οἱ ζημιὲς γεωργικῶν καλλιεργειῶν ἀπὸ φυτοφάγα ἔντομα εἶναι σημαντικὲς

παρά την καταπολέμηση των βλαπτικών τούτων εντόμων. Ἡ δράσις τῶν εντόμων καὶ ἄλλων φυτοπαρασίτων περιορίζει τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἄλλων συντελεστῶν τῆς γεωργικῆς παραγωγῆς [καλλιέργειας, ἐδάφους, λίπανσης, κλιματικῶν συνθηκῶν], ἀκόμη καὶ ὅταν αὐτὲς εἶναι ἄριστες, φθάνοντας ἐνίοτε μέχρι τοῦ ἐκμηδενισμοῦ τῆς παραγωγῆς. Ὁ περιορισμὸς τῆς παραγωγῆς θυμίζει τὸν νόμο “τοῦ ἐλαχίστου” τοῦ Justus von Liebig, τοῦ ἱδρυτοῦ τῆς γεωργικῆς χημείας. Τελικὰ συγκομίζει ὁ γεωργὸς μόνον ὅ,τι τοῦ ἀφήνουν τὰ ἔντομα καὶ τὰ ἄλλα φυτοπαράσιτα ἀπὸ τὴν παραγωγή του. Στατιστικὲς διεθνῶν ὀργανισμῶν ἐκτιμῶν τις ἀπώλειες σὲ 20% ἕως 30% τῆς ἀναμενομένης παραγωγῆς. Σὲ ὀρισμένες μὴ ἀνεπτυγμένες χώρες οἱ ἀπώλειες αὐτὲς μπορεῖ νὰ φθάσουν καὶ στὸ 40%, ποικιλῶν δὲ ἀπὸ εἶδους σὲ εἶδος καλλιεργουμένου φυτοῦ. Καὶ τοῦτο παρὰ τις γενόμενες καταπολεμήσεις. Ἄλλωστε οἱ ζημιὲς διαφέρουν κατὰ περίπτωσιν. Σὲ εὐνοϊκὰς περιπτώσεις οἱ ἀπώλειες μπορεῖ νὰ εἶναι μηδενικὲς, ἐνὼ σὲ δυσμενεῖς μπορεῖ νὰ καταστοῦν καθολικὲς. Στὴ χώρα μας πρέπει νὰ λογίζονται περίπου στὸ 3% τοῦ Ἀκαθάρστου Ἐθνικοῦ Προϊόντος. Εἶναι λοιπὸν φυσικὸ ἐπακόλουθον νὰ καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια γιὰ τὸν ἔλεγχο τῶν πληθυσμῶν τῶν βλαπτικῶν εντόμων. Οἱ ἀπώλειες μπορεῖ νὰ συνεχισθοῦν καὶ μετὰ τὴν συγκομιδὴ, κατὰ τὴν ἀποθήκευσιν. Τὰ λεγόμενα ἔντομα ἀποθηκῶν μπορεῖ νὰ εἶναι ἐξ ἴσου ἢ καὶ περισσότερον ἐπιβλαβῆ.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδῶν βλαπτικῶν εντόμων στὶς καλλιέργειες στὴ χώρα μας ἐκτιμᾶται σὲ μερικὲς ἑκατοντάδες. Τὸ 1941 ὁ Ἰσαακίδης κατέγραψε περὶ τὰ 300 εἶδη, μετὰ εἴκοσιν ἔτη ὁ Πελεκάσης ἀνεγνώρισε 400 περίπου [Κ.Α. Ἰσαακίδου, 1941, Τὰ ἐνδιαφέροντα τὴν Ἑλληνικὴν Γεωργίαν Ἐντομα καὶ παρατηρήσεις ἐπ’ αὐτῶν. Πρακτικὰ τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, 16 (1941) 238-263, Κ. Πελεκάσης, 1961, Κατάλογος τῶν σοβαρωτέρων Ἐντόμων καὶ ἄλλων ζώων σημειωθέντων εἰς τὴν Ἑλληνικὴν Γεωργίαν κατὰ τὴν τελευταίαν εἰκοσαετίαν, Μπενάκειον Φυτοπαθολογικὸν Ἰνστιτοῦτον, Κηφισιὰ-Ἀθῆναι σελ. 79, πολυγραφημένον]. Ὅρισμένα προστετέθησαν ἔκτοτε, εἶναι εἰσβολαῖς ἀπὸ τὸ ἐξωτερικόν, ὁ δορυφόρος τῶν γεωμήλων [*Leptinotarsa decemlineata*] καὶ ἡ φυλλοξήρα τῆς ἀμπέλου [*Peritymbia (Phylloxera) vitifoliae*]. Ἡ φυλλοξήρα εἰσέβαλε στὴν Εὐρώπην ἀπὸ τὴν Β. Ἀμερικὴν, κατέστρεψε τοὺς ἀμπελώνες τῆς Γαλλίας τὴν δεύτερην πεντηκονταετίαν τοῦ 19ου αἰῶνα [V. Mayet 1890 *Les Insectes de la vigne*, Montpellier: Camille Coulet, Paris: Georges Masson] καὶ ὑπῆρξεν ἡ αἰτία τῆς ὑπέρμετρης ἀναπτύξεως τῆς ἀμπελοκαλλιέργειας στὴν Πελοπόννησον

και Ἐπτάνησο γιὰ νὰ καλυφθεῖ ἡ ζήτηση ποὺ προέκυψε στὴ Γαλλία. Μὲ τὴν ἀνασύσταση τῶν γαλλικῶν ἀμπελώνων μὲ φυτὰ ἐμβολιασμένα σὲ ἀμερικανικὰ πρέμνα, ἀνθεκτικὰ στὸ ἔντομο, ἐπακολούθησε μεγάλη, καταστροφικὴ πτώση τῆς ζήτησης. Ἡ σταφιδικὴ κρίσις εἶναι ἡ κυρία αἰτία τοῦ μεγάλου κύματος μετανάστευσης τῶν Ἑλλήνων στὶς ΗΠΑ στὰ τέλη τοῦ 19ου καὶ τὶς ἀρχές τοῦ 20ου αἰώνα. Ἦδη σήμερον παρὰ τοὺς αὐστηροὺς νόμους [ποὺ συνέταξεν ὁ Βάσος Κριμπᾶς τὴν δεκαετιάν τοῦ 1920], μετὰ 60 περίπου ἔτη ἡ φυλλοξήρα εἰσέδυσσε σχεδὸν σὲ ὅλην τὴν ἐλληνικὴν ἐπικράτειαν μέχρι τῶν νοτίων ἐσχατιῶν τῆς, τῆς Κρήτης.

Ὅρισμένα βλαπτικὰ ἔντομα εἶναι πολὺ περισσότερον ζημιογόνα ἀπὸ τὰ λοιπὰ καὶ ἀποτελοῦν ἀντικείμενο συνεχοῦς παρακολούθησεως καὶ καταπολεμήσεως. Πρόκειται γιὰ μιὰ ἐκατοστὴ περίπου εἶδη. Ὅρισμένα ἀπὸ αὐτὰ εἶναι τόσον γνωστὰ στοὺς ἀγρότες καὶ γεωπόνους ὥστε πλὴν τῶν λατινικῶν τοὺς ἐπιστημονικῶν ὀνομάτων εἶναι εὐρέως γνωστὰ καὶ μὲ κοινὰ ἐλληνικὰ ὀνόματα, ὅπως ἡ μυῖγα τῆς Μεσογείου (*Ceratitis capitata*) τῆς ὁποίας ἡ σχαδὸνα —τὸ σκουλήκι— κατατρῶγει καρποὺς ὀπωροφόρων δένδρων, ἡ ραγολέτης τῆς κερασσιᾶς (*Rhagoletis cerasi*), ἡ καρπόκαψα τῶν μήλων (*Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella*), ὁ πυρηνοτρήτης τῆς ἐλιάς (*Prays oleellus*), ἡ εὐδεμίδα τῆς ἀμπέλου (*Polychrosis* (*Eudemis*) *botrana*), ὁ δάκος τῆς ἐλιάς (*Bactrocera* (*Dacus*) *oleae*), ὁ ρόδινος σκώληκας τῆς κάψας τοῦ βάμβακος (*Pectinophora* (*Platyedra*) *gossypiella*), ὁ πράσινος σκώληξ τοῦ βάμβακος [*Heliothis* (*Lecania*) *obsoleta* (*armigera*)], τὸ τυλιγάδι ἢ πυραλίδα τῆς ἀμπέλου (*Sparganothis* (*Tortrix*) *pilleriana*), ὁ τσιγαρᾶς ἢ τσιγαρολόγος τῆς ἀμπέλου (*Bictiscus* (*Rhynchites*) *betulae*), οἱ ἀφίδες ἢ μελίγκρες, τὸ λεκάνιο τῆς ἐλιάς (*Saissetia oleae*) καὶ ἄλλα κοκκοειδῆ μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ ὁ κηροπλάστης τῆς συκιάς (*Ceroplastes ruscii*), διάφοροι φυλλορῆχτες, φυλλοδέτες, ρυγχίτες, οἱ ἀνδονόμοι, οἱ χρυσόμυιγες (*Cetonia*), οἱ μηλολόγες, τὸ εὐρύτομον τῆς ἀμυγδαλῆς (*Eurytoma amygdali*), οἱ βροῦχοι, ὁ κρεμμυδοφάγος, ἐνῶ στὰ ἔντομα ἀποδηγῶν περιλαμβάνονται οἱ ψεῖρες τοῦ σταριοῦ (*Calandra* [*Sitophilus*] *granaria*, *Tribolium confusum*, *T. castaneum*).

Ἡ καταπολέμηση τῶν ἐντόμων μετὰ τὸ πέρασ τοῦ Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου πῆρε μία νέα καὶ ἀποτελεσματικότερη τροπὴ. Πρὸ τοῦ πολέμου αὐτοῦ ἐχρησιμοποιοῦντο μὴ ἐκλεκτικὰ δηλητήρια, ὅπως ὁ ἀρσενικὸς μόλυβδος μὲ

δολωματικές παγίδες ή ψεκασμούς. Στόν δάκο ή αντιμετώπιση αυτή απέδειχθη άλυσιτελής. Η εκτίμηση του πληθυσμού, από τις συλλήψεις σε παγίδες με μελάσσα, φάνηκε πώς δεν ήτο ανάλογος προς τὸ πραγματικό μέγεθος του φυσικοῦ πληθυσμοῦ, ἀλλὰ ὅτι συντηρᾶτο ἀπὸ τὴν σχετική ὑγρασία, ὅπως ἔδειξεν ὁ Ι. Καλοπίσης. Ὅντως σὲ συνθήκες ξηρασίας οἱ δάκοι εἴλκοντο πρὸς τις παγίδες ἐνῶ ὅταν ἡ σχετική ὑγρασία ἦταν ὑψηλὴ δὲν ἤλκοντο. Σήμερα χρησιμοποιοῦνται ἄλλες μέθοδοι. Γιὰ τὴν εκτίμηση τοῦ ἱσταμένου μεγέθους τοῦ πληθυσμοῦ εἶναι πρόσφορες οἱ οἰκολογικὲς μέθοδοι με τὴν παγίδευση, σήμανση τῶν παγιδευθέντων ἐντόμων (π.χ. με φθορίζουσες κόνεις σὲ ὑπεριώδες φῶς, ὥστε νὰ ἀναγνωρίζονται τὰ ἐντομα), τὴν ἀπελευθέρωσή τους καὶ ἐκ νέου παγίδευση. Στὸ νέο αὐτὸ δείγμα καταμετροῦνται τὰ σηματομενᾶ ἄτομα. Η μέθοδος τῆς χημικῆς καταπολέμησης ἄλλαξεν ἄρδην με τὴν χρῆση χημικῶν ἐνώσεων, ποὺ εἶχαν συντεθεῖ ἐργαστηριακὰ καὶ βρέθηκαν νὰ παρουσιάζουν ἐντομοκτόνες ιδιότητες. Η πρώτη ἀπὸ αὐτὲς ἦταν τὸ DDT, ἐνωση συντεθεῖσα τὸ 1874 ἀπὸ τὸν Zeidler, τῆς ὁποίας τὴν ἐντομοτοξικότητα εὔρε ὁ Paul Müller στὴν Ἑλβετία τὸ 1939. Πρόκειται γιὰ χλωριωμένο ὕδρογονάνθρακα, με μικρὴ τοξικότητα στὸν ἄνθρωπο καὶ τὰ θερμόαιμα ζῶα. Τὸ DDT χρησιμοποιήθηκε σὲ μεγάλη κλίμακα τὸσον ἐναντίον βλαπτικῶν στὴ γεωργία ἐντόμων ὅσον καὶ κατὰ τῶν ἐντόμων ποὺ μετέφεραν ἀσθένειες στὸν ἄνθρωπο, ὅπως τὰ κουνούπια, φορεῖς τῆς ἐλονοσίας. Η ἐξαφάνιση τῆς ἐλονοσίας σὲ ἀρκετὲς χώρες, μεταξὺ τῶν ὁποίων συγκαταλέγεται καὶ ἡ Ἑλλάς, ὀφείλεται στὴ διακοπὴ τῆς μεταδόσεως τοῦ πλασμοδίου λόγω τῆς μαζικῆς θανατώσεως τῶν κουνουπιῶν. Ὑπολογίζεται ὅτι ἀπὸ τὸ 1942 ὡς τὸ 1959 τὸ DDT ἔσωσε τὴν ζωὴ 5 ἑκατομμυρίων ἀνθρώπων καὶ ἐγλύτωσε ἀπὸ ἀσθένειες ἄλλα 100 περίπου ἑκατομμύρια. Τὸν Μάρτιο τοῦ 1951 ἡ Περσικὴ κυβέρνησις ἐζήτησε τὴν τεχνικὴ βοήθεια τῶν ΗΠΑ γιὰ νὰ προλάβει τὴν ἐξάπλωση πάρα πολὺ μεγάλων σμηνῶν μεταναστευτικῶν ἀκριδῶν [*Locusta migratoria*] ἀπὸ τις ὁποῖες κινδύνευε τὸ σύνολο τῆς γεωργικῆς παραγωγῆς. Ὁ ψεκασμὸς ἀπὸ ἀεροπλάνα δέκα τόνων aldrin ἐξολόθρευσε ἐν μιᾷ νυκτὶ ὅλες τις ἀκριδες! [*Scientific American* 287(2): 7]. Τὸ ἀλντρίν, ἓνα κυκλοδιένιο, ἀνήκει στὴν ἴδια κατηγορία τῶν χλωριωμένων ὕδρογονανθράκων, τὰ ὁποῖα συνετέθησαν ἐκεῖνη τὴν περίοδο. Ἀλλὰ πέντε κυκλοδιένια καὶ δύο πολυχλωροτερπένια ἤρθαν νὰ συμπληρῶσουν τὸν ἐντομοκτόνο χημικὸ ἐξοπλισμό.

Η βιολογικὴ δράση τους εἶναι περίπου παρόμοια. Πρόκειται γιὰ δηλητήρια τοῦ νευρικοῦ συστήματος. Τὸ DDT καὶ ἡ ὁμάδα του δροῦν στοὺς διαύλους τοῦ

νατρίου, προκαλούν δηλαδή συνεχή απώλεια ιόντων, διατηρούν ως εκ τούτου σε διαρκή διέγερση-ώση τους νευράξονες με αποτέλεσμα μεγάλη νευρική διέγερση, σπασμούς και θάνατο. Είναι άξονικά δηλητήρια. Η μεταβίβαση του νευρικού μηνύματος κατά μήκος των άξόνων, των μακρών προεκτάσεων των νευρικών κυττάρων, των νευρώνων, διενεργείται δια της μεταδόσεως ενός ρεύματος οδεύοντος κατά μήκος αυτών των απολήξεων. Το ρεύμα συνοδεύεται ή μάλλον συνίσταται από την ελεύθερη διέλευση κατιόντων μέσω αυτών των διαύλων, που συνδέουν το έσωτερικό του κυττάρου με το εξωτερικό του, και οι όποιοι ανοίγουν στη διέλευση του ρεύματος και οι όποιοι κλείνουν μετά την διέλευσή του. Αυτούς κρατεί διαρκώς ανοικτούς το DDT. Όντως ή μαζική έξοδος κατιόντων νατρίου εκπολώνει το σύστημα. Διακόπτεται με την επαναπόλωσή του δια της εισόδου κατιόντων καλίου, το κλείσιμο των διόδων, την διαρκή επαναφορά του συστήματος στην πρότερη κατάσταση με άντληση ιόντων από το εξωτερικό στο έσωτερικό του κυττάρου. Στα θηλαστικά ή ουσία δεν εισέρχεται σε μεγάλη ποσότητα εντός του σώματος και έτσι δεν είναι τοξική.

Από κυττάρου εις κύτταρον, από νευρώνος εις νευρώνα, ή μεταβίβαση γίνεται μέσω συνάψεων, ειδικών σημείων επαφής μεταξύ κυττάρων. Σε όρισμένες από τις συνάψεις μία ουσία, ένας νευροδιαβιβαστής, ελευθερώνεται από το ένα κύτταρο και παροδικά προσδένεται σε υποδοχείς του επομένου κυττάρου. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ή διαβίβαση του μηνύματος. Ένας από τους νευροδιαβιβαστές είναι το γ-αμινοβουτυρικό οξύ [GABA]. Τους υποδοχείς ή δέκτες του μπλοκάρουν, παρεμποδίζουν άλλοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, τα κυκλοδιένια και τα πολυχλωροτερπένια.

Αρχικά με την χρήση αυτών των εντομοκτόνων θεωρήθηκε ότι ελύθη το πρόβλημα του ελέγχου των πληθυσμών βλαπτικών εντόμων. Δεν άργησαν όμως να φανούν οι αρνητικές πλευρές αυτής της λύσεως. Μία πρώτη έγινε φανερή εξ αρχής. Μαζί με τα βλαπτικά έντομα έθανατώνοντο και ωφέλιμα, όρισμένα εκ των όποιων αποτελούσαν παράσιτα των βλαπτικών, που συνέτειναν συχνά στην αποτροπή αύξησης του πληθυσμού τους. Έφρονέετο, δηλαδή, άδιακρίτως πλήθος εντόμων διαφόρων ειδών και έφτώχαινε το οικοσύστημα. Τα έντομα αποτελούν και τροφή πολλών πτηνών. Η σπάνις των επέφερε και την μείωση του αριθμού των πτηνών. Όμως μία έπίπτωση, ή όποία δεν είχε προβλεφθεί ήταν ότι το DDT έπιδρούσε στον μεταβολισμό του άσβεστιού. Άποτέλεσμα τούτου

Ήταν τὰ πτηνὰ νὰ γεννοῦν αὐγὰ μὲ λεπτότερο καὶ πιὸ εὐδραυστο κέλυφος, ὡς ἐκ τούτου ἦταν ὁ θάνατος ἐμβρύων πρὸ τῆς ἐκκολάψεως τῶν νεοσσῶν. Τὸ 1962 ἡ Rachel Carson, οἰκολόγος καὶ μαθήτρια τοῦ μεγάλου G.E. Hutchinson, μὲ τὸ βιβλίο της “Σιωπηλὴ Ἀνοιξή” [*Silent Spring*, Houghton Mifflin, Boston] περιγράφει τὴ νέα κατάσταση τῶν πραγμάτων, τὴν ἀνοιξὴ χωρὶς κελάϊδημα πουλιῶν, ποὺ ἐξαφανίζονται. Ἡ ἀναπτυσσομένη ἀνδεκτικότητα τῶν ἐντόμων σὲ αὐτὰ τὰ ἐντομοκτόνα κατέστη ἓνα ἐπὶ πλέον πρόβλημα. Ἔπρεπε νὰ χρησιμοποιοῦνται διαρκῶς μεγαλύτερες ποσότητες καὶ συγκεντρώσεις ἐντομοκτόνου γιὰ νὰ ἐπιτευχθοῦν τὰ ἴδια ἀποτελέσματα. Τὸ DDT δὲν ἀποδομεῖται εὐκόλα, συγκεντρώνεται σὲ λιπώδεις ἰστούς. Εὐρέθῃ στὸ ὑποδόριο λίπος καὶ στὸ γάλα ἀνθρώπου ἀλλὰ καὶ σὲ λίπος θηλαστικῶν ἀπόμακρων χωρῶν, στίς ὁποῖες δὲν ἔγινε καταπολέμηση, ὅπως στίς φώκιες τῆς Ἀρκτικῆς. Τοῦτο ὀφείλεται καὶ στὴ βιομεγέθυνση, δηλαδὴ στὴν μεγαλύτερη συγκέντρωση τῆς δραστητικῆς οὐσίας τοῦ ἐντομοκτόνου, κατὰ τὴν διαδρομὴ του στὸ οἰκοσύστημα. Ἀπὸ τὸ πλαγκτὸ ἐνὸς ὕδατινου οἰκοσυστήματος στὴ μετάβασή του στὰ ἀσπόνδυλα ὑδρόβια ζῶα, ποὺ τρώγουν π्लाγκτό, συγκεντρώνεται 3 ἕως 8 χιλιάδες φορές περισσότερο, μὲ τὸ πέρασμα στὰ ψάρια ποὺ τρώγουν ἀσπόνδυλα ἡ συγκέντρωση καθίσταται δεκάδες χιλιάδες φορές μεγαλύτερη, στὰ πτηνὰ, ποὺ τρῶνε ψάρια ὡς ἓνα ἑκατομμύριο φορές πιὸ μεγάλη. Ἡ πιθανὴ καρκινογόνος δράση τῶν χλωριωμένων ὑδρογονανθράκων ἔχει ἐπίσης ἐπισημανθεῖ.

Μιὰ δεύτερη γενιὰ ἐντομοκτόνων στίς ἀρχές τῆς δεκαετίας τοῦ 1960 ἤρθε νὰ ἀνανεώσει τὸ χημικὸ ὄπλοστάσιο. Πρόκειται γιὰ ὀργανοφωσφορικές ἐνώσεις, ὅπως τὸ παραθεῖον, τὸ dimethoate, τὸ diazinon καὶ δεκάδες ἄλλες. Στὴ χώρα μας ἐχρησιμοποιήθη εὐρέως τὸ dimethoate στὴ δακοκτονία. Τὰ ὀργανοφωσφορικά ἐντομοκτόνα εἶναι ὑψηλῆς τοξικότητος στὰ θερμόαιμα ζῶα καὶ στὸν ἄνθρωπο. Ἐπιδροῦν στὸ νευρικὸ ἐπίσης σύστημα, εἶναι δηλητηρία τοῦ, μὲ τρόπο ὅμως διαφορετικὸ, παρεμποδίζοντας ἓνα ἐνζυμο, τὴν ἀκετυλχολινεστεράση. Αὐτὸ τὸ ἐνζυμο διασπᾷ τὴν ἀκετυλοχολίνη στὰ δύο συστατικά της, στὴ ρίζα ἀκέτυλο καὶ στὴ χολίνη καὶ ἔτσι καθιστᾷ τὴν ἀκετυλοχολίνη ἀνενεργό. Ἡ ἀκετυλοχολίνη εἶναι ἓνας νευροδιαβιβαστής, ἀπελευθερώνεται στὴ σύναψη ἀπὸ τὸν ἓναν νευρώνα καὶ προσδένεται στοὺς ὑποδοχείς τοῦ ἐπομένου νευρώνα. Κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπο ἐπιτρέπει τὴν μετάδοση τοῦ νευρικοῦ μηνύματος ἀπὸ νευρώνα εἰς νευρώνα διὰ τῆς συνάψεως. Μετὰ τὴν μετάδοση εἶναι ἀνάγκη νὰ διακοπεῖ αὐτὴ ἡ μετάδοση, νὰ κλείσει προσωρινὰ τὸ κύκλωμα. Σὲ ἀντίθετη περίπτωσι παρατηρεῖται ὑπερ-

διέγερση, σπασμοί και τελικά επέρχεται ο θάνατος. Η δράση του ένζυμου επιτρέπει την διακοπή θραύοντας τον νευροδιαβιβαστή. Και εδώ όμως παρατηρήθηκαν μετά χρονία χρήση ανθεκτικά έντομα στο όργανοφωσφορικό έντομοκτόνο. Η ανθεκτικότητα σε έντομοκτόνα μπορεί να προέρχεται από διάφορους μηχανισμούς. Ο ένας είναι η πρόσκτηση από το έντομο βιοχημικού μηχανισμού που αποδομεί το έντομοκτόνο εντός του οργανισμού, ώστε η προσλαβανομένη ποσότητα έντομοκτόνου να μειώνεται και να καθίσταται ανεπαρκής για τη θανάτωσή του. Τουτό πραγματοποιούν οξειδάσες του εντόμου, που αποικοδομούν το έντομοκτόνο. Ένας άλλος μηχανισμός είναι η αλλαγή του στόχου τον όποιον πλήττει το έντομοκτόνο, εν προκειμένω του ένζυμου, που απενεργοποιείται από το έντομοκτόνο, της ακετυλχολινεστεράσης. Αλλαγή η οποία την καθιστά μη προσιτή στο έντομοκτόνο, μία πρωτεΐνη ελαφρώς διαφορετική που έχει όμως την ίδια δράση στο νευρικό σύστημα αλλά είναι τώρα ανθεκτική στη επίδραση του έντομοκτόνου. Και οι δύο αυτοί μηχανισμοί παρατηρήθηκαν στη φύση και στο εργαστήριο. Ένα μέρος της έρευνητικής δραστηριότητας της έρευνητικής μου ομάδος εντοπίσθηκε στην ανθεκτικότητα του δάκου στα όργανοφωσφορικά.

Τα όργανοφωσφορικά έντομοκτόνα εύκολα αποδομούνται, δεν αθροίζονται μακροχρονίως στον οργανισμό ή το οικοσύστημα, ούτε βιομεγεθύνονται.

Μία τρίτη γενιά χημικών ενώσεων, που χρησιμοποιήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1960, είναι τα καρβαμιδικά, εστέρες ή οξίμες του καρβαμιδικού οξέος, που παρεμποδίζουν την ακετυλχολινεστεράση με παρόμοιο τρόπο εκείνου των όργανοφωσφορικών. Αντί να απενεργοποιούν το ένζυμο φωσφορυλιώνοντας το, τρόπο δράσεως των όργανοφωσφορικών, το καρβαμυλιώνουν ή το ακετυλιώνουν.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει μία άλλη ομάδα φυσικής προελεύσεως, που απαντάται σε φυτά, στα όποια αποτελεί μέρος των φυσικών μηχανισμών προστασίας τους κατά των εντόμων. Πρόκειται για τα πυρεθροειδή, που έτσι ονομάζονται από το πύρεθρο, τα ξερά άνθη ενός χρυσάνθεμου [*Chrysanthemum cinerariifolium*]. Οι πυρεθρίνες είναι εστέρες της πυρεθρόλης ή κινερόλης και του χρυσανθεμικού ή πυρεθρικού οξέος. Είναι γνωστές στο ευρύ κοινό από τις καιόμενες σπείρες, έχουν δε μικρή τοξικότητα στα θερμόαιμα. Δρουν επίσης ως νευρικά δηλητήρια, κυρίως στον νευράξονα [διαύλους νατρίου] ή και στις συνάψεις. Πλήν των φυσικών έδημιουργήθηκαν και τεχνητά πυρεθροειδή.

Με τὰ πυρεθροειδή συναντούμε ενώσεις που υπάρχουν στὴ φύση καὶ ἀποτελοῦν τὸν ὀπλισμὸ φυτῶν ἐναντίον τῶν ἐντόμων ἐχθρῶν τους. Οἱ ἀβερμεκτίνες, γνωστὲς ἀπὸ τὸ 1976, ἀποτελοῦν ἄλλο παράδειγμα ἐντομοκτόνων οὐσιῶν ποὺ παράγει ἓνας μύκης τοῦ ἐδάφους, ὁ *Streptomyces avermitilis*. Μὲ αὐτὲς ὁ μύκης προφυλάσσεται ἀπὸ μυκητοθόρους νηματώδεις καὶ ἀπὸ ἀκάρεα, ἔχουν δὲ καὶ ἐντομοκτόνο δράση. Κάτι δηλαδὴ ἀνάλογο μὲ τὰ ἀντιβιοτικά. Καὶ οἱ ἀβερμεκτίνες ἀποτελοῦν νευρικά δηλητήρια, μιμοῦνται τὸ γ-ἀμινοβοουτυρικό ὀξύ καὶ αὐξάνουν τὴν ἐκλυσή του διατηρώντας συγχρόνως ἀνοικτοὺς τοὺς διαύλους τοῦ ἀνιόντος χλωρίου. Ἡ καταπολέμηση ποὺ βασίζεται σὲ αὐτὲς εἶναι ὅμως πολυδάπανη.

Μιὰ νέα γενιὰ ἐντομοκτόνων ἄρχισε νὰ χρησιμοποιεῖται στὶς ἀρχὲς τῆς δεκαετίας τοῦ 1990, τὰ νεονικοτινοειδή, ποὺ στοχεύουν τὸν νικοτινικό ὑποδοχέα τῆς ἀκετυλοχολίνης. Τὰ νεονικοτινοειδῆ παρουσιάζουν ἀνάλογα πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα ὅπως καὶ τὰ ἄλλα νευροτοξικά ἐντομοκτόνα.

Φυσικὲς οὐσίες εἶναι καὶ ὁρμόνες ἐντόμων ποὺ ρυθμίζουν τὸν βιολογικό του κύκλο. Δύο ἀπὸ αὐτές, ἡ νεανικὴ ὁρμόνη [*juvenile hormone*] καὶ ἡ ἐκδυσόνη, διαδραματίζουν σημαντικὸ ρόλο στὶς μεταμορφώσεις τῶν ἐντόμων. Ὅταν ὑπάρχει νεανικὴ ὁρμόνη τὸ ἕνα προνυμφικὸ στάδιο διαδέχεται τὸ ἄλλο. Ἀντίθετα, ἐν ἀπουσίᾳ της, ἡ προνύμφη γίνεται νύμφη καὶ ἡ νύμφη ἀκμαῖον. Μὲ τὴν προσθήκη νεανικῆς ὁρμόνης, ἢ ἐνώσεως ποὺ ἀπομιμείται τὴν δράση της, ἡ προνύμφη ἐμποδίζεται νὰ νυμφωθεῖ, δημιουργεῖται παθολογικὸ ἄτομο ποὺ δὲν ὠριμάζει σὲ ἐνήλικο καὶ πεθαίνει. Τὸ ἴδιο γίνεται μὲ τὴν ἐκδυσόνη, μὲ τὴν προσθήκη της ἢ μιμητικῶν της ἐνώσεων. Ὑπάρχουν ἐπίσης ἐνώσεις ποὺ παρεμποδίζουν τὴν σύνθεση τῆς χιτίνης, παρεμποδιστὲς τῆς συνθ(ετ)άσης τῆς χιτίνης, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ τὸ κύριο καὶ συστατικὸ μέρος τοῦ ἐξωσκελετοῦ τοῦ ἐντόμου, δηλαδὴ τοῦ σκληροῦ περιβλήματός του. Τὸ πλεονέκτημα τῶν οὐσιῶν αὐτῶν εἶναι ἡ ἑλλειψὴ τοξικότητος στὸν ἄνθρωπο καὶ στὰ θηλαστικά καὶ ὅτι δὲν δημιουργοῦν ρύπανση. Ὅμως εἶναι βλαβερὲς σὲ ὑδρόβιους ὁργανισμοὺς καὶ βεβαίως σὲ ἄλλα ἔντομα, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ ὠφέλιμα.

Μεταξὺ τῶν μειονεκτημάτων τῶν ἐντομοκτόνων ἀνεφέρθη καὶ ἡ ἀνάπτυξις ἀνθεκτικότητος σὲ αὐτά. Ὑπελογίζετο ὅτι τὸ ἔτος 2000, πεντακάσια (500) περίπου ἔντομα καὶ ἄλλα ἀρθρόποδα κατέστησαν ἀνθεκτικὰ σὲ ἐντομοκτόνα [I.

Denholm, G.J. Devine, M.S. Williamson 2002 Insecticide Resistance on the move, *Science* 297: 2222-2223]. Ακόμη και στα όρμονικά σκευάσματα, στο κουνούπι *Anopheles gambiae* παρατηρήθη ανθεκτικότητα σε ανάλογο της νεανικής όρμονης. Η γενετική και βιοχημική πλευρά της ανθεκτικότητας έχει μελετηθεί, κυρίως με το υποδειγματικό πειραματικό υλικό που είναι η Δροσόφιλα [*Drosophila melanogaster*]. Η μεγάλη γενετική ομοιότητα μεταξύ εντόμων επιτρέπει την από εντόμου σε έντομο μεταφορά και κατανόηση των μηχανισμών ανθεκτικότητας, που είναι συχνά οι ίδιοι.

Η παρουσία ανθεκτικότητας έδωσε μία νέα ώθηση στην εφαρμογή μιας γνωστής μεθόδου, της βιολογικής καταπολεμήσεως, δηλαδή της χρήσεως φυσικών εχθρών των βλαπτικών για την μείωση των πληθυσμών τους. Έδω χρησιμοποιήθηκαν έντομοφάγα αρθρόποδα, κυρίως Ύμενόπτερα έντομα αλλά και άρπακτικά Κολεόπτερα, όπως τα Coccinelidae (πασχαλίτσες) και όρισμένα μυρμήγκια, καθώς και άλλα έντομα, επίσης όμως και παθογόνοι μικροοργανισμοί που με τις τοξίνες τους προκαλούν τον θάνατο των βλαπτικών εντόμων. Η ιστορία της βιολογικής καταπολεμήσεως είναι παλαιά, οι Κινέζοι χρησιμοποιούσαν, έδω και δύο χιλιάδες χρόνια, το έντομοφάγο μυρμήγκι *Oecophila smaragdina* για να καταπολεμήσουν τα βλαπτικά έντομα στις λεμονιές και μανταρινιές τους. Οι σημαντικές ζημιές που προξένησε το κοκκοειδές *Pericerya* (*Icerya*) *purchasi* (γνωστό ως ψώρα των έσπεριδοειδών) στις ΗΠΑ αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς από το 1890 με την εισαγωγή από την Αυστραλία, από όπου εισήχθη και κατάγεται και η *Icerya*, ενός θηρευτού της, της πασχαλίτσας *Rodolia* (*Novius*) *cardinalis*, που το κατατρώγει. Από το 1927 ο Ίσαακίδης έπεδόθη στην βιολογική καταπολέμηση και κατ' επανάληψη έδημοσίευσε και στην Ακαδημία έκτεταμένα κείμενα επί του θέματος τούτου [Κ.Α. Ίσαακίδου 1954 Κατά των Εντόμων Έντομα, Αθήναι σελ. 105]. Στην Ελλάδα μετά το 1960 έγιναν συστηματικές προσπάθειες καταπολεμήσεως με παρασιτικά έντομα ή με θηρευτές, όρισμένες από τις οποίες είχαν μερική επιτυχία. Τέτοια έντομα ωφέλιμα ανεζητήθησαν στους τόπους καταγωγής των βλαπτικών. Προηγείται η έκτροφή στο εργαστήριο μεγάλου αριθμού παρασίτων ή θηρευτών και ακολουθεί η εξαπόλυσή των στις καλλιέργειες. Μια τέτοια διαδικασία επαναλαμβάνεται στην περίπτωση μη εγχλιματισμού του παρασίτου ή θηρευτού. Ενώ παρουσιάζει περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, αποφυγή ρυπάνσεως, ανυπαρξία τοξικότητας διά τον άνθρωπο και άλλα ζώα και έντομα, η βιολογική

αυτή μέθοδος σπανίως είναι αποτελεσματική. Εκτιμάται ότι εκ των 1500 περίπου ιδιαιτέρως βλαπτικών εντόμων παγκοσμίως 30 μόνον κατεπολεμήθηκαν σέ ικανοποιητικό βαθμό, ετέρων 50 οί πληθυσμοί περιορίσθησαν όχι όμως επάρκως. Αυτά τὰ στοιχεῖα διαγράφουν τί μπορούμε νὰ προσδοκοῦμε ἀπὸ αὐτὴν τὴν τακτικὴν.

Ὑπάρχει ὅμως καὶ περισσότερον αποτελεσματικὴ μέθοδος βιολογικῆς καταπολεμήσεως, ἡ χρῆσις ἰῶν, βακτηρίων, μυκήτων πρὸς καταπολέμησιν βλαπτικῶν εντόμων, ἡ δημιουργία ἐπιζωστικῶν, δηλαδὴ ἐπιδημιῶν ποὺ τὰ ἀποδεκατίζουν. Ἔχουν ἀπομονωθῆ 100 περίπου βακτήρια, 100 περίπου πρωτόζωα, καὶ 1.600 ἰοὶ ἀπὸ 11.000 εἶδη εντόμων. Ὅρισμένοι ἀπὸ αὐτοὺς παρουσιάζουν ἐμπορικὸ ἐνδιαιφέρον. Τὰ μολυσματικὰ στελέχη διασπείρονται μὲ ψεκάσμοις ἢ διασκορπισμὸ βρεξίμου κόνεως. Ὁ γεωργὸς ἐπιδίδεται σὲ ἓναν βιολογικὸ πόλεμον μὲ στελέχη ἀκίνδυνα γιὰ τὸν ἄνθρωπον ἀλλὰ ἐπιλεγμένα ὥστε νὰ εἶναι ἰδιαιτέρως δραστικὰ καὶ τοξικὰ γιὰ τὰ βλαπτικὰ ἔντομα. Τὸ περισσότερον διαδεδομένο βακτήριον ποὺ χρησιμοποιεῖται εἶναι ὁ *Bacillus thuringiensis* καὶ μάλιστα ὁρισμένα ἐπιλεγμένα στελέχη τοῦ γιὰ τὴν μολυσματικότητά καὶ τοξικότητά τους. Ὁ βακίλλος αὐτὸς κατὰ τὴν σπορίωσίν του δημιουργεῖ ἔγκλειστα σωματίδια μὲ πρωτεΐνη ἢ ὅποια ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν πρωτεασῶν τοῦ σώματος τοῦ εντόμου μεταβάλλονται σὲ ἰσχυρὰς τοξίνες (δ-ἐνδοτοξίνες). Αὐτὲς προκαλοῦν τὴ λύσιν τῶν κυτταρικῶν μεμβρανῶν καὶ τὸ θάνατον τῶν εντόμων. Αὐτὴ ἡ μέθοδος καταπολεμήσεως ἐφαρμόζεται σὲ πλῆθος εντόμων, τὸν δορυφόρον τῆς πατάτας, τὶς πεταλοῦδες τῶν λάχανων (*Plutella*), στίς κάμπιες τῶν πεύκων (*Thaumetopoea pityocampa*, γνωστὴ γαλλικὰ καὶ ὡς chenille processionaire διότι ἡ μὴ κάμπη ἀκολουθεῖ τὴν ἄλλην σὲ γραμμὴ ποὺ θυμίζει λιτανείαν). Ὅμως παρατηρήθη καὶ ἀνθεκτικότης στὴν τοξίνην τοῦ βακίλλου ἀπὸ τὴν *Plodia interpunctella*.

Μία παραλλαγὴ αὐτῆς τῆς μεθόδου εἶναι ἡ δημιουργία καλλιεργουμένων φυτῶν τὰ ὅποια παράγουν γενετικὰ τὴν τοξίνην αὐτὴν στὰ φύλλα τους καὶ ἔτσι φονεύουν τὰ φυτοφάγα ἔντομα. Τὰ φυτὰ δημιουργοῦνται μὲ μεθόδους γενετικῆς μηχανικῆς, ἐνσωματώνεται δηλαδὴ στὸ γονιδίωμα τοῦ καλλιεργουμένου φυτοῦ ἐκεῖνο τὸ τμήμα τοῦ DNA τοῦ βακίλλου ποὺ κωδικοποιεῖ τὴν τοξίνην. Ἡ διαδικασία εἰσαγωγῆς-ἐνσωματώσεως εἶναι ἀρκετὰ πολὺπλοκὴ, τὸ γονίδιον τῆς τοξίνης, Bt, (ἢ σὲ ἄλλες περιπτώσεις τὸ γονίδιον ποὺ παράγει τὸ πύρεθρον) προσδένεται σὲ ἓνα μεταφορέα (ἰὸ ἢ πλασμίδιον) καὶ μὲ αὐτὸν “μολύνονται” κύτταρα τοῦ φυτοῦ

(πρωτοβλάσται). Έπειδὴ ἡ ἐνσωμάτωση ἀποτελεῖ τυχαῖο καὶ ὄχι τόσο συχνὸ γεγονὸς χρειάζονται συνοδὲς γενετικές σημάνσεις ποὺ θὰ ἐπιτρέπουν τὸν διαχωρισμὸ τῶν κυττάρων στὰ ὁποῖα ἐπετεύχθη ἡ ἐνσωμάτωση, δηλαδὴ ἡ εἰσαγωγή τοῦ γονιδίου ποὺ παράγει τὴν βακτηριακὴ τοξίνη (τοῦ γονιδίου Bt). Τέτοιοι σημαντὲς μπορεῖ νὰ εἶναι γονίδια ἀνθεκτικότητας σὲ ἀντιβιοτικά ἢ ζιζανιοκτόνα. Τὰ κύτταρα ποὺ δὲν φέρουν τὰ γονίδια αὐτὰ δὲν ἐπιβιώνουν σὲ μέσον καλλιέργειας ποὺ περιέχει ἀντιβιοτικὸ ἢ ζιζανιοκτόνο. Ἀπὸ ἓνα κύτταρο ποὺ φέρει τὸ γονίδιο ποὺ μᾶς ἐνδιαφέρει μπορεῖ νὰ παραχθεῖ ὁλόκληρο ἀνθεκτικὸ φυτὸ μὲ κατάλληλη μέθοδο καλλιέργειας. Ἐτσι τὸ φυτὸ αὐτὸ θὰ φέρει πλὴν τοῦ γονιδίου τῆς βακτηριακῆς τοξίνης καὶ γονίδια ἀνθεκτικότητας σὲ ἀντιβιοτικά ἢ ζιζανιοκτόνα. Εἶναι λοιπὸν προβληματικὴ αὐτὴ ἡ παρουσία τους σὲ φυτὰ τῶν ὁποίων καρποὶ ἢ μέρη τῶν ὁποίων ἀποτελοῦν καὶ ἀνθρώπινη τροφή. Μπορεῖ δηλαδὴ νὰ προκληθοῦν ἀλλεργικὲς ἀντιδράσεις στὰ πρωτεϊνικὰ προϊόντα τῶν νεοεισαχθέντων γονιδίων, συνοδῶν καὶ ἐντομοτοξίνης. Τοῦτο ἀποτελεῖ μία ἀπὸ τίς ἐπιπτώσεις τῆς δημιουργίας καὶ χρήσεως γενετικὰ τροποποιημένων φυτῶν. Παραλείπω τὰ ἀφορῶντα στίς ἐπιπτώσεις στὸ περιβάλλον (*Nature* 2002, 419: 655). Μία ἄλλη δυνατότης εἶναι ἡ ἐνσωμάτωση σὲ παθογόνους ὁργανισμοὺς τῶν ἐντόμων, τοξινῶν ὅπως τοῦ θουριγγιανοῦ βακίλλου (biopesticides) [M.E.Hochberg & J.K.Waage 1991 Control engineering, *Nature* 352:16-17].

Μία ἄλλη βιολογικὴ μέθοδος εἶναι ἡ χρῆση σεξουαλικῶν φερομονῶν, χημικῶν ἐνώσεων ποὺ ἐκπέμπει τὸ ἓνα φύλο γιὰ νὰ προσελκύσει τὸ ἄλλο. Ἡ ἀναγνώριση καὶ προσέλκυση μπορεῖ νὰ ἐπιτευχθεῖ καὶ μὲ ἀπειροελάχιστες συγκεντρώσεις τῶν ἐνώσεων αὐτῶν. Μπορεῖ κανεὶς μὲ παγίδες φερομονῶν νὰ συλλέγει ἐξαντλητικὰ τὰ ἄτομα τοῦ ἐνὸς φύλου καὶ ἔτσι νὰ παρεμποδίζει τὴν ἀναπαραγωγὴ τῶν ἀτόμων τοῦ πληθυσμοῦ. Ἡ μπορεῖ νὰ διαχέει στὸ περιβάλλον τόσον μεγάλες ποσότητες τῶν ἐνώσεων αὐτῶν ὥστε νὰ δημιουργεῖ σύγχυση στὰ ἄτομα τοῦ ἐνὸς φύλου καὶ ἔτσι πάλι νὰ παρεμποδίζει τὴν συνουσία.

Μία πιὸ δραστηκὴ μέθοδος ἐπενοήθη ἀπὸ τὸν E.F. Knipling τῇ δεκαετίᾳ τοῦ 1950, ἡ τεχνικὴ τῆς ἐξάλειψης τοῦ πληθυσμοῦ διὰ τῆς ἐξαπολύσεως στείρων ἀρρένων (SIT, sterile insect technique). Ἡ ἐξάλειψη αὐτὴ ἐπιτυγχάνεται μετὰ τὴν ἐπὶ γενεὲς ἐξαπόλυση μεγάλου ἀριθμοῦ στείρων ἀρρένων, ἀριθμοῦ πολλαπλασίου ἐκείνου τῶν ἀρρένων τοῦ ἀγρίου, ἢ ἐν τῇ φύσει, πληθυσμοῦ. Τὰ περισσότερα τῶν ἀγρίων θηλέων στὴ φύση θὰ συνευρεθοῦν μὲ τὰ στείρα ἄρρενα καὶ δὲν θὰ παραγάγουν ἀπογόνους. Μὲ τὴν συνέχιση τῆς διαδικασίας μπορεῖ

νὰ ἐξαλειφθεῖ ὁ φυσικὸς πληθυσμὸς τοῦ βλαπτικοῦ ἐντόμου. Ἡ ἐκτίμηση τοῦ μεγέθους τοῦ φυσικοῦ πληθυσμοῦ εἶναι ἀναγκαῖα καὶ μπορεῖ νὰ γίνῃ μὲ τὶς γνωστὲς οἰκολογικὰς μεθόδους τῆς σήμανσης καὶ ἐπανασυλλογῆς. Μία μέθοδος τῆς ἐκτίμησης τοῦ δραστικοῦ μεγέθους τοῦ πληθυσμοῦ, μεταβλητῆς ἐξαιρετικοῦ ἐνδιαφέροντος, διὰ τῶν μεταβολῶν τῶν συχνοτήτων ἠλεκτροφορητικῶν γενετικῶν σημάτων, ἐπενοήθη ἀπὸ τὴν ἐρευνητικὴ μου ὁμάδα ἀρχικὰ στὸν δάκο, καὶ εἶναι ἡ μόνη μέχρι σήμερα εὐρέως χρησιμοποιούμενη σὲ διάφορα εἶδη ζώων καὶ φυτῶν, ἀκόμη καὶ ὅσων βρίσκονται σὲ κίνδυνο ἐξαφάνισης. Ἡ χρῆση μοριακῶν σημάτων μπορεῖ νὰ καταστήσῃ τὴν ἐκτίμηση τοῦ δραστικοῦ μεγέθους ἐξαιρετικὰ ἀποτελεσματικὴ. Ἡ τεχνικὴ τῆς ἐξαλείψεως τοῦ πληθυσμοῦ μὲ τὴν ἐξαπόλυση στειρῶν ἀρρένων προϋποθέτει τὴν δυνατότητα ἐκτροφῆς τοῦ ἐντόμου σὲ βιομηχανικὴ κλίμακα, παραγωγὴ ἐντόμων ἀπὸ τὴν ἐκτροφή μὲ ἴδιες ικανότητες ἐκείνων ποὺ ἔχουν τὰ ἄρρενα τοῦ φυσικοῦ πληθυσμοῦ ὡς πρὸς τὴν κινητικότητα καὶ τὴν ικανότητα καὶ συχνότητα σύζευξης, ἔλκεψη ἀνταγωνισμοῦ μεταξὺ σπέρματος τῶν στειρωθέντων καὶ τῶν γονίμων ἀγρίων κ.ἄ. Ἡ στειρὼση ἐπιτυγχάνεται εἴτε μὲ ἐκδυσία σὲ χημειοστειρωτικὰ ἐνώσεις, ἐνώσεις ποὺ προκαλοῦν σημειακὰ μεταλλάξεις ἢ καὶ σπάσιμο χρωματοσωμάτων, οἱ ὁποῖες εἶναι καρκινογόνες καὶ φυτοτοξικαὶ, καὶ γι' αὐτὸ ἀπαγορεύεται ὁ ψεκασμὸς τοὺς στίς καλλιέργειες (ἀλκυλιωτικές, ὅπως οἱ *tepa*, *apholate*, *tretamine* κ.ἄ.), εἴτε μὲ ἀκτινοβολία (ἀκτίνες X, ἢ γ) ἢ τέλος μὲ τὴν χρῆση γενετικὰ τροποποιημένων στελεχῶν ποὺ καταλήγουν σὲ ἀρρενοστειρότητα. Γενικὰ γενετικὰ ἐπινοήσεις ἔχουν προταθεῖ, τὰ γονίδια πρὸς χρησιμοποίησιν δὲν λείπουν, ὅπως τὸ *transformer* (ποὺ μεταβάλλει τὰ θήλεα σὲ στείρα ἄρρενα), τὸ *grandchildless* (τὰ ὁμοζυγωτὰ θήλεα γιὰ τὸ γονίδιο παράγουν στεῖρους ἀπογόνους) ἢ γονίδια ποὺ ἀλλοιώνουν τὴ μενδελιανὴ διάσχιση (SD, *segregation distortion*) καὶ τὰ ὁποῖα θὰ συνοδεύουν, θὰ εἶναι συνδεδεμένα μὲ μειονεκτικὰ χαρακτηριστικά. Θέλω ἐδῶ νὰ σημειώσω ὅτι εἶναι ἀναγκαῖο τὰ ἔντομα τῆς ἐκτροφῆς νὰ μποροῦν νὰ πολλαπλασιάζονται ὑπὸ ἐργαστηριακὰς συνθῆκες ἢ συνθῆκες ἐκτροφῆς ἀλλὰ στὴ φύσιν νὰ παράγουν στεῖρους ἢ ἀβιώσιμους ἀπογόνους, ὅπως εἶναι τὰ ὑπὸ ὁρισμένες συνθῆκες θερμοκρασίας ἀβιώσιμα γονίδια. Μιὰ ἄλλη πρόταση εἶναι ἡ διασπορὰ ἀρρένων μολυσμένων μὲ *Wolbachia*. Ἡ σεξουαλικὴ συνεύρεση μολυσμένων ἀρρένων μὲ ἄγρια ἀμόλυντα θήλεα ὁδηγεῖ σὲ στείρες συζεύξεις [A.R. Weeks, K.T. Reynolds & A.A. Hoffmann 2002 *Wolbachia* dynamics and host effects: what has (and has not) been demonstrated? *TREE* 17(6): 257-262]. Ἡ μέθοδος ἐξαλείψεως διὰ τῶν στειρῶν ἀρρένων ἔχει ἐφαρμοσθεῖ σὲ λίγες περιπτώσεις

μέ επιτυχία, όπως στην εξέλειψη της *Cochliomyia hominivorax*, σαρκοφάγου μυϊγας σε πρόβατα και άλλα ζώα έκτροφής στα σύνορα ΗΠΑ και Μεξικού, σε είδος δάκου *Bactrocera (Dacus) cucurbitae*, στη μυϊγα της Μεσογείου *Ceratitis capitata*, και σε άλλα είδη. Είναι πολυδάπανος, ιδιαιτέρως δυσχερής και μόνο με κρατική πρωτοβουλία εφαρμόσιμος, οικολογικά ασφαλής ως προς τις επιπτώσεις της, αλλά παρουσιάζει τον ύπαρκτο κίνδυνο ή προσπάθεια να πάει χαμένη λόγω επαναμόλυνσης-επαναποικισμού της περιοχής με το βλαπτικό έντομο. Στο ίδιο πνεύμα έχει προταθεί ή χρήση γονιδίων τα οποία άφ' εαυτών θα διασπείροντο άπαξ και ο πληθυσμός έμολύνετο με αυτά και τα όποια έλαττώνουν την παραγωγική ικανότητα των φυσικών άτόμων. Μια τελευταία και κατά την γνώμη μου περισσότερον ενδιαφέρουσα πρόταση άφορά όχι την εξέλειψη αλλά την αντικατάσταση του φυσικού πληθυσμού με άλλον του ίδιου είδους αλλά που παρουσιάζει επιθυμητές ιδιότητες. Προετάθη δηλαδή ή κατασκευή άτόμων του είδους *Aedes gambiae* άνδεκτικών στο πλασμόδιο της έλονοσίας. Τα γονίδια γι' αυτόν τον σκοπό έχουν ήδη εύρεθεί και μελετηθεί. Το ενδιαφέρον της προτάσεως έγκειται στο ότι εάν ή κατασκευή άποβεί ικανοποιητική ή αντικατάσταση εξαλείφει τον κίνδυνο της επαναμόλυνσεως, ύπαρκτο στην περίπτωση της πλήρους τοπικής εξαλείψεως.

Γνωρίζω ότι έκαμα κατάχρηση της ύπομονής σας. Σήμερα ή πλέον ύποσχομενη στρατηγική αντιμετώπισεως, ή ολοκληρωμένη αντιμετώπισις [integrated control], συνδυάζει κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο όρισμένες από τις μεθόδους που προσέφερα, λ.χ. ένωρίς ψεκασμοί με έντομοκτόνο, πολύ πρό της συγχομιδής και όταν ο πληθυσμός τείνει να άπογειωθεί, άργότερα σε συνδυασμό με εξαπόλυση παρασίτων, δηλαδή με βιολογικό έλεγχο.

Θά ήθελα τελειώνοντας να ύπογραμμίσω την σημασία της βασικής έρεύνης σε αυτόν τον τομέα αλλά και σε άλλα εφαρμοσμένα πεδία. Η γενετική όμοιότητας των έμβιων όντων, την όποιαν άναγνωρίζομε σήμερα, μετά τις άποκρυπτογραφήσεις γονιδιωμάτων ποικίλων ειδών, δείχνει πόσο πολύτιμη ύπήρξεν ή μελέτη ενός ύποδειγματικού αλλά μη εύθέως βλαπτικού έντόμου όπως ή Δροσόφιλα και σε πόσες πρακτικές εφαρμογές ώδήγησε. Από αυτήν την πηγή, της βασικής έρεύνης του ύποδείγματος-έντόμου αυτού, άρυόμεθα πληροφορίες, γονίδια και τεχνικές για εφαρμοσμένους σκοπούς και ασφαλώς στο μέλλον ή χρήση θα είναι πολλαπλάσια. Μεταξύ βασικής και έφηρμοσμένης έρεύνης ή διαφορά

όλον ἐν καθίσταται δυσδιάκριτος. Ὅπως πρὸ ἐτῶν μὲ ὀξυδέρκεια διετύπωσεν ὁ George Porter, χημικὸς τιμηθεὶς μὲ τὸ βραβεῖο Νόμπελ, “Βασικὴ ἔρευνα εἶναι ἐκείνη ἢ ἔρευνα ἢ ὁποία ἀκόμη δὲν κατέστη ἐφαρμοσμένη” [Basic research is that research that has not yet being applied]. Αὐτὸ τὸ μήνυμα θὰ ὀφείλαν νὰ λάβουν σοβαρὰ ὑπ’ ὄψιν τοὺς ὅσοι σχεδιάζουν τὴν κρατικὴ ἑρευνητικὴ πολιτικὴ.

Σὰς εὐχαριστῶ γιὰ τὴν προσοχή σας.