

Άμεσοι και έμμεσοι μηχανισμοί άμυνας των φυτών

Автор(и): проф. д-р Вили Харизанова, от Аграрен университет в Пловдив

Дата: 08.04.2021 Брой: 4/2021



Οι άμεσες άμυνες βασίζονται στην παρουσία μορφολογικών (φυσικών) χαρακτηριστικών – τριχώματα, κ.λπ. ή στην παραγωγή τοξικών χημικών ουσιών που καταστέλλουν άμεσα την τροφή των εντόμων.

Στην **έμμεση άμυνα**, τα φυτά προσελκύουν τους φυσικούς εχθρούς των φυτοφάγων εντόμων με διάφορους τρόπους – μέσω της απελευθέρωσης ειδικών πτητικών ουσιών, της παρουσίας διαφορετικών δομών όπως εξωανθικοί νεκταρίουχοι αδένες, κοίλα αγκάθια, κ.λπ., ή της παραγωγής πρωτεϊνοειδών σωμάτων.

Η παρουσία φυσικών εχθρών μειώνει τον κίνδυνο επίθεσης στο φυτό από φυτοφάγα έντομα.

Ένας συνηθισμένος τρόπος για να προσελκύσουν φυσικούς εχθρούς είναι να τους παρέχουν τροφή.

Οι εξωανθικοί νεκταρίουχοι αδένες είναι αδένες που βρίσκονται έξω από τα άνθη και παράγουν γλυκές εκκρίσεις. Σφήκες, μυρμήγκια, μύγες, νυχτοπεταλούδες, κ.λπ. προσελκύονται από αυτά τα υγρά. Οι νυχτοπεταλούδες συνήθως θεωρούνται επιβλαβή, αλλά η παρουσία θηρευτών και παρασιτοειδών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της πυκνότητας των κάμπιων τους.

Σε περίπτωση, όμως, απουσίας θηρευτών και παρασιτοειδών, η παρουσία εξωανθικών νεκταρίουχων αδένων μπορεί να έχει το αντίθετο αποτέλεσμα. Ποικιλίες βαμβακιού χωρίς εξωανθικούς νεκταρίουχους αδένες δε δέχονται τόσο σοβαρές επιθέσεις από το ροζ σκουλήκι του βαμβακιού.

Τα φυτά μπορεί να παρέχουν ενδιαίτημα και τροφή για τους φυσικούς εχθρούς των φυτοφάγων εντόμων, ένα φαινόμενο γνωστό ως «βιοτικός» μηχανισμός άμυνας. Για παράδειγμα, δέντρα του γένους *Macaranga* έχουν προσαρμόσει τα λεπτά τους τοιχώματα του βλαστού για να δημιουργήσουν ιδανικά ενδιαιτήματα για ένα είδος μυρμηγκιού (γένος *Crematogaster*), το οποίο σε αντάλλαγμα προστατεύει το φυτό από φυτοφάγα έντομα. Εκτός από την παροχή ενδιαιτήματος, το φυτό προσφέρει στα μυρμήγκια μια πρόσθετη πηγή τροφής – ειδικά πρωτεϊνοειδή σώματα.

Παρομοίως, ορισμένα είδη ακακίας (*Acacia*) έχουν αναπτύξει αγκάθια που είναι πολύ πρησμένα στη βάση τους, σχηματίζοντας μια κοίλη δομή κατάλληλη ως ενδιαίτημα μυρμηγκιών. Στην πράξη, υγρά που μοιάζουν με νέктar, μελάσες και άλλα προϊόντα μπορούν να εφαρμοστούν για να διεγείρουν τους φυσικούς εχθρούς των φυτοφάγων εντόμων. Τέτοιες δοκιμές έχουν διεξαχθεί σε πατάτες και το αποτέλεσμα ήταν η μείωση της πυκνότητας των φυτοφάγων εντόμων.

Μια ενδιαφέρουσα στρατηγική χρήσης άλλων οργανισμών για την προστασία των φυτών είναι η συνύπαρξη με ενδοφυτικούς μικροοργανισμούς. Τα ενδοφύτια είναι οργανισμοί (βακτήρια ή μύκητες) που ζουν σε ένα δεδομένο φυτό (για τουλάχιστον μέρος του κύκλου ζωής τους) στους διακυτταρικούς χώρους, τις κοιλότητες των ιστών ή τα αγωγιμά αγγεία, χωρίς να προκαλούν ορατή ασθένεια. Είναι πανταχού παρόντα και έχουν βρεθεί σε όλα τα είδη φυτών. Τα ενδοφύτια μπορούν να βοηθήσουν τα φυτά ξενιστές αποτρέποντας την αποίκηση από παθογόνους ή παρασιτικούς οργανισμούς.

Η αποίκηση του φυτικού ιστού από ενδοφύτια δημιουργεί ένα «φαινόμενο φραγμού». Τα ενδοφύτια μπορούν επίσης να παράγουν χημικές ουσίες που επηρεάζουν την ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών (ανταγωνιστών). Μερικά ενδοφύτια μπορεί να απελευθερώνουν ουσίες που είναι τοξικές για φυτοφάγα έντομα (ή

φυτοπαθογόνους). Οι επιστήμονες εργάζονται εντατικά πάνω σε δυνατότητες προστασίας καλλιεργειών από επιβλαβή μέσω ενδοφυτικά αναπτυσσόμενων μυκήτων ή βακτηρίων.

Οι περιγραφόμενοι μηχανισμοί για την προσέλκυση φυσικών εχθρών ή τη συνύπαρξη με ενδοφύτια αφορούν τις λεγόμενες συστατικές άμυνες (που υπάρχουν εγγενώς στα φυτά).

Επαγόμενοι μηχανισμοί άμυνας των φυτών, οι οποίοι εκφράζονται μετά από επίθεση επιβλαβών, είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντες.

Για να αντιληφθεί την απειλή, το φυτό έχει αναπτύξει ένα σύστημα σηματοδότησης που ανταποκρίνεται σε εξωτερικά ερεθίσματα και ρυθμίζει τη σύνθεση αμυντικών ενώσεων. Τα φυτά διακρίνουν μεταξύ μηχανικού τραυματισμού και τροφής εντόμου από την παρουσία ορισμένων ουσιών που βρίσκονται στο σάλιο των εντόμων. Σε απάντηση σε επίθεση, τα φυτά μπορεί να απελευθερώνουν πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs), συμπεριλαμβανομένων μονοτερπενιοειδών, σесκιτερπενιοειδών και ομοτερπενιοειδών, με τις οποίες μπορούν να απωθήσουν επιβλαβή έντομα ή να προσελκύσουν ωφέλιμα που τρέφονται με τα επιβλαβή.

Τα παραδείγματα στην επιστημονική έρευνα είναι ήδη αναρίθμητα: τα δενδρύλλια σιταριού μπορούν να παράγουν VOCs που απωθούν αφίδες· η κουκιά και η μηλιά απελευθερώνουν χημικές ουσίες που προσελκύουν θηρευτικά ακάρεα όταν δεχθούν επίθεση από αράχνες ακάρεα· το βαμβάκι παράγει ουσίες που προσελκύουν παρασιτικές σφήκες όταν δεχθεί επίθεση από κάμπιες, κ.λπ.

Σχεδόν όλα τα φυτά είναι ικανά να εκπέμπουν VOCs, και το περιεχόμενο και η σύνθεση αυτών των οργανικών ενώσεων δείχνουν τόσο γονότυπη μεταβλητότητα όσο και φαινοτυπική πλαστικότητα. Τα VOCs απελευθερώνονται από τα φύλλα, τα άνθη, τους καρπούς και άλλα φυτικά όργανα στην ατμόσφαιρα και από τις ρίζες στο έδαφος.

Η απελευθέρωση των VOCs συμβαίνει μετά από «αντίληψη σήματος» – έναν προκαλέτη (elicitor), ο οποίος είναι ένα μακρομόριο που προέρχεται είτε από το φυτό ξενιστή (ενδογενής προκαλέτης) είτε από τον καταπονητή του φυτού (εξωγενής προκαλέτης), και ο οποίος μπορεί να προκαλέσει δομικές και/ή βιοχημικές αντιδράσεις που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα του φυτού.

Συγκεκριμένα στην περίπτωση επίθεσης εντόμου, η ουσία βολικιτίνη στο σάλιο και στους προσβεβλημένους φυτικούς ιστούς παίζει το ρόλο του προκαλέτη. Η τροφή σε ένα μέρος του φυτού μπορεί να επάγει συστηματική παραγωγή πτητικών οργανικών ενώσεων σε άθικτους ιστούς και όργανα, και μόλις απελευθερωθούν, αυτές οι

ενώσεις μπορεί να λειτουργήσουν ως σήματα για τα γειτονικά φυτά να αρχίσουν να παράγουν παρόμοιες ενώσεις.

Εκτός από την απελευθέρωση VOCs, μετά την αντίληψη ενός ειδικού σήματος, τα περισσότερα φυτά αρχίζουν τη γρήγορη σχηματισμό οξυλιπινών, που ενεργοποιεί μια καταρράκτη αντιδράσεων που οδηγεί σε αλλαγές στα φυτικά κύτταρα. Η συσσώρευση φυτικών ορμονών στρες (ιασμονικό οξύ, σαλικυλικό οξύ, αβσικισικό οξύ, αιθυλένιο, κ.λπ.) και ο ρόλος τους στη ρύθμιση των αμυντικών γονιδίων μελετώνται πολύ ενεργά.