

Φυσικοί (μορφολογικοί) και χημικοί μηχανισμοί άμυνας των φυτών

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

Дата: 08.04.2021 Брой: 4/2021



Μορφολογική (φυσική) αντίσταση στα έντομα εξαρτάται από δομές του φυτού που επηρεάζουν φυσικά την επιλογή, την κίνηση, τη διατροφή, τη σύζευξη ή την ωτοκία του εντόμου. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν το χρώμα, τους τριχώδεις αδένες (τρίχες), τα επιφανειακά κηρωμένα στρώματα, τα σκληροσύνθετα κύτταρα (σκληρεΐδια) που περιέχουν πυρίτιο, κ.λπ.

Το χρώμα των φύλλων, των λουλουδιών, των καρπών και άλλων φυτικών οργάνων δεν είναι τυχαίο και έχει προκύψει, τουλάχιστον εν μέρει, προκειμένου να μειωθεί η επίθεση από ορισμένα είδη εντόμων.

Οι τριχώδεις αδένες (τρίχες) επηρεάζουν την κίνηση των εντόμων, τη διατροφή και την ωοτοκία μέσω του σχήματος, της πυκνότητας, του μήκους, κ.λπ. τους.

Το κηρώδες στρώμα στην επιδερμίδα των φύλλων και άλλων οργάνων, εκτός από την προστασία έναντι της υπερβολικής εξάτμισης, λειτουργεί ως φυσικό εμπόδιο για έναν αριθμό παθογόνων και απωθεί επιβλαβή έντομα.

Τα σκληροσύνθετα κύτταρα σε καρπούς και άλλα όργανα παίζουν επίσης ρόλο στην αντίσταση του φυτού στην επίθεση εντόμων.

Χημικοί μηχανισμοί άμυνας των φυτών

Από τα τέλη του 17ου αιώνα είναι γνωστό ότι τα φυτά περιέχουν τοξικές ουσίες που αποφεύγονται από τα έντομα. Ήδη από το 1690 η νικοτίνη εξήχθη από τον καπνό και χρησιμοποιήθηκε ως εντομοκτόνο επαφής, και αργότερα η πυρεθρίνη – από τα λουλούδια του πυρέθρου (είδος χρυσανθέμου). Άλλα αξιοσημείωτα παραδείγματα περιλαμβάνουν την αζαδιρακτίνη (από το δέντρο *Azadirachta indica*), τη d-λιμονέννη από τα εσπεριδοειδή, τη ροτενόννη από το δέντρο *Derris elliptica*, την καψαϊκίνη από τις καυτερές πιπεριές, κ.λπ.

Σήμερα η ποικιλία των γνωστών χημικών ουσιών άμυνας στα φυτά είναι τεράστια και ξεπερνά τις δεκάδες χιλιάδες, αλλά γενικά μπορούν να χωριστούν σε 5 κύριες ομάδες: ενώσεις αζώτου (κυρίως αλκαλοειδή), τερπενοειδή, φαινολικά, αναστολείς πρωτεάσης και ουσίες που επηρεάζουν το ενδοκρινικό σύστημα των εντόμων.

Ενώσεις αζώτου

Ορισμένες ενώσεις αζώτου, όπως τα **μη πρωτεϊνικά αμινοξέα**, δρουν ως *αντιμεταβολίτες*. Όταν καταποθούν από έντομα οδηγούν σε διαταραχή του μεταβολισμού. Πιο συχνά τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα δρουν ως αποτρεπτικά της διατροφής (εμποδίζουν την αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών από το καταποθέν φυτό). Είναι συχνά σε σπόρους, οι οποίοι συνήθως είναι μια πλούσια πηγή θρεπτικών συστατικών για φυτοφάγα είδη.

Τα αλκαλοειδή είναι πολύπλοκες αζωτούχες βάσεις με ποικίλη μοριακή δομή, που απαντώνται σε πολλά φυτά. Τα αλκαλοειδή είναι από τα πιο γνωστά τοξικά που χρησιμοποιούνται για άμυνα έναντι εντόμων. Ένα από αυτά – η **νικοτίνη** – έχει μακρά ιστορία ως εντομοκτόνο. Ένα άλλο – η **τοματίνη** – είναι το κύριο αλκαλοειδές στις ντομάτες. Ο Κολοράδος της πατάτας απωθείται από ιστούς που περιέχουν τοματίνη και, αν τρέφεται με αυτούς, παρατηρείται θνησιμότητα των σκαθαριών. Ο Κολοράδος της πατάτας συνήθως δεν επιτίθεται σε ντομάτες, αλλά επιτίθεται έντονα στη στενά συγγενική πατάτα, η οποία, ωστόσο, δεν περιέχει τοματίνη.

Τερπενοειδή

Τα τερπενοειδή είναι ευρέως διαδεδομένα και εξαιρετικά ποικίλα δομικά και λειτουργικά. Λειτουργούν ως ελκυστικά για επικονιαστές, αλλά και ως αποτρεπτικά της διατροφής και ως τοξικά. Η γεράνι (Pelargonium) για παράδειγμα παράγει ξερανιόλη στα πέταλα για προστασία έναντι σκαθαριών. Περίπου 30 λεπτά μετά την κατάποση το σκαθάρι παραλύει και παραμένει έτσι για αρκετές ώρες, κατά τη διάρκεια των οποίων γίνεται λεία θηρευτών.

Η αντίσταση σε νυκτοφάγους του γένους *Heliothis* (σκόρος του βαμβακιού και άλλοι) σχετίζεται άμεσα με την περιεκτικότητα σε **γοσσιπόλη**.

Ο φυλλοκέφαδος του βαμβακιού *Amrasca biguttula biguttula* δείχνει 50% υψηλότερη επιβίωση σε ευαίσθητες ποικιλίες βαμβακιού και αναπτύσσεται ταχύτερα. Αν και έχουν αναπτυχθεί ποικιλίες χαμηλής γοσσιπόλης για σπόρο προοριζόμενο για τροφή, σε περιοχές με έντονη μόλυνση από έντομα θα πρέπει να προτιμώνται ποικιλίες με υψηλή περιεκτικότητα σε γοσσιπόλη.

Οι κουκουρβιτακίνες είναι τριτερπενοειδή που απαντώνται στην οικογένεια Cucurbitaceae, προσδίδουν πικρή γεύση και δρουν ως αποτρεπτικά της διατροφής για έναν μεγάλο αριθμό φυτοφάγων, αλλά ταυτόχρονα λειτουργούν ως ελκυστικά για τα σκαθάρια του αγγουριού.

Άλλα μονοτερπένια (πινένιο) παρέχουν προστασία για τα κωνοφόρα είδη έναντι ξυλοφάγων εντόμων και σκολύτων. Όταν το δέντρο δεχτεί επίθεση, το επίπεδο των τοξικών ή απωθητικών μονοτερπενίων στη ρητίνη αυξάνεται.

Φαινολικά

Ανάμεσα στα πιο σημαντικά φαινολικά είναι τα φλαβονοειδή. Το ισοφλαβονοειδές **ροτενόνη**, που εξάγεται από το δέντρο *Derris elliptica*, χρησιμοποιείται βιομηχανικά ως εντομοκτόνο. Άλλα φλαβονοειδή είναι αποτελεσματικά αποτρεπτικά της διατροφής επειδή έχουν πικρή γεύση. **Τα ταννίνια** είναι πολυμερή φαινολικά συστατικά που έχουν ισχυρές ιδιότητες δέσμησης πρωτεϊνών. **Οι προανθοκυανιδίνες** (συμπυκνωμένα ταννίνια) είναι αναστολείς της διατροφής και επίσης μειώνουν την πέψη της καταποθείσας τροφής.

Αναστολείς πρωτεάσης

Οι αναστολείς πρωτεάσης καταστέλλουν τη δράση πρωτεολυτικών ενζύμων και μειώνουν την ποσότητα των πρωτεϊνών που μπορούν να διασπαστούν και να αφομοιωθούν. Από την άλλη πλευρά, προκαλούν

υπερπαραγωγή πεπτικών ενζύμων, γεγονός που αυξάνει την απώλεια θειογόνων αμινοξέων. Ως αποτέλεσμα, τα έντομα αποδυναμώνονται, με κατασταλμένη ανάπτυξη και τελικά πεθαίνουν.

Οι αναστολείς πρωτεάσης δεσμεύονται στα ένζυμα που διασπούν τους πεπτιδικούς δεσμούς των πρωτεϊνών και έτσι αναστέλλουν την πρωτεολυτική τους δραστηριότητα. Στα φυτά βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες κυρίως σε σπόρους και βολβούς, αλλά υπάρχουν και σε φύλλα.

Το επίπεδο των αναστολέων πρωτεάσης σε φυτά πατάτας αυξάνεται όταν το φυτό δεχτεί επίθεση από έντομα. Ακόμη και φύλλα μακριά από τον τόπο της επίθεσης ανταποκρίνονται. Φύλλα και άλλα μέρη με αυξημένα επίπεδα αναστολέων πρωτεάσης είναι λιγότερο ευπεπτα για φυτοφάγα. Μερικά φυτά παράγουν μια ποικιλία αναστολέων πρωτεάσης, ο καθένας με διαφορετική ειδικότητα. Έτσι, αυτά τα φυτά έχουν προστασία έναντι ενός ευρέος φάσματος φυτοφάγων.

Ρυθμιστές ανάπτυξης

Οι φυτοεκδυστεροειδείς είναι φυτικές ουσίες παρόμοιες με την εκδυσόνη (η κύρια ορμόνη στα έντομα). Ανακαλύφθηκαν για πρώτη φορά στις ρίζες φτερών. Η περιεκτικότητα σε φυτοεκδυσόνη σε κάποια φυτά είναι εκπληκτικά υψηλή. Ένα γραμ