

Physische (morphologische) und chemische Abwehrmechanismen von Pflanzen

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

Дата: 08.04.2021 Брой: 4/2021



Morphologische (physikalische) Resistenz gegen Insekten beruht auf Pflanzenstrukturen, die die Wahl, Bewegung, Nahrungsaufnahme, Kopulation oder Eiablage des Insekts physikalisch beeinflussen. Dazu können Farbe, Trichome (Haare), Oberflächenwachse, Steinzellen (Skleroiden) mit Siliziumgehalt usw. gehören.

Die Farbe von Blättern, Blüten, Früchten und anderen Pflanzenorganen ist nicht zufällig und hat sich zumindest teilweise entwickelt, um den Befall durch bestimmte Insektenarten zu verringern.

Trichome (Haare) beeinflussen durch ihre Form, Dichte, Länge usw. die Bewegung von Insekten, die Nahrungsaufnahme und die Eiablage.

Die Wachsschicht auf der Kutikula von Blättern und anderen Organen dient neben dem Schutz vor übermäßiger Verdunstung als physikalische Barriere für eine Reihe von Krankheitserregern und wehrt Schädlinge ab.

Steinzellen in Früchten und anderen Organen spielen ebenfalls eine Rolle für die Resistenz der Pflanze gegen Insektenbefall.

Chemische Abwehrmechanismen von Pflanzen

Seit dem späten 17. Jahrhundert ist bekannt, dass Pflanzen giftige Substanzen enthalten, die von Insekten gemieden werden. Bereits 1690 wurde Nikotin aus Tabak extrahiert und als Kontaktinsektizid verwendet, und später Pyrethrin – aus den Blüten von *Pyrethrum* (einer Chrysanthemenart). Weitere bemerkenswerte Beispiele sind Azadirachtin (vom Baum *Azadirachta indica*), d-Limonen aus Zitrusfrüchten, Rotenon vom Baum *Derris elliptica*, Capsaicin aus scharfen Paprika usw.

Heute ist die Vielfalt der bekannten chemischen Abwehrsubstanzen in Pflanzen enorm und übersteigt Zehntausende, aber im Allgemeinen können sie in 5 Hauptgruppen eingeteilt werden: Stickstoffverbindungen (hauptsächlich Alkaloide), Terpenoide, Phenolverbindungen, Proteaseinhibitoren und Substanzen, die das endokrine System von Insekten beeinflussen.

Stickstoffverbindungen

Einige Stickstoffverbindungen, wie **nicht-proteinogene Aminosäuren**, wirken als *Antimetaboliten*. Bei Aufnahme durch Insekten führen sie zu einer Störung des Stoffwechsels. Häufiger wirken nicht-proteinogene Aminosäuren als Fraßhemmer (sie behindern die Assimilation von Nährstoffen aus der aufgenommenen Pflanze). Sie sind in Samen verbreitet, die normalerweise eine reichhaltige Nährstoffquelle für phytophage Arten sind.

Alkaloide sind komplexe Stickstoffbasen mit vielfältiger Molekülstruktur, die in vielen Pflanzen vorkommen. Alkaloide gehören zu den bekanntesten Toxinen, die zur Abwehr gegen Insekten eingesetzt werden. Eines davon – **Nikotin** – hat eine lange Geschichte als Insektizid. Ein anderes – **Tomatine** – ist das Hauptalkaloid in Tomaten. Der Kartoffelkäfer wird von Geweben mit Tomatingehalt abgestoßen, und wenn er sich davon ernährt, wird eine Sterblichkeit der Käfer beobachtet. Der Kartoffelkäfer befällt normalerweise keine Tomaten, aber er befällt stark die eng verwandte Kartoffel, die jedoch kein Tomatin enthält.

Terpenoide

Terpenoide sind weit verbreitet und strukturell und funktionell äußerst vielfältig. Sie fungieren als Lockstoffe für Bestäuber, aber auch als Fraßhemmer und als Toxine. Geranien (*Pelargonium*) produzieren beispielsweise Geraniol in den Blütenblättern zum Schutz gegen Käfer. Etwa 30 Minuten nach der Aufnahme ist der Käfer gelähmt und bleibt es für mehrere Stunden, während dieser Zeit wird er zur Beute von Räubern.

Die Resistenz gegen Eulenfalter der Gattung *Heliothis* (Baumwollkapselwurm und andere) steht in direktem Zusammenhang mit dem Gehalt an **Gossypol**.

Die Baumwollzikade *Amrasca biguttula biguttula* zeigt eine 50 % höhere Überlebensrate auf anfälligen Baumwollsorten und entwickelt sich schneller. Obwohl für Saatgut, das für Lebensmittel bestimmt ist, Sorten mit niedrigem Gossypolgehalt gezüchtet wurden, sollten in Gebieten mit starkem Insektenbefall Sorten mit hohem Gossypolgehalt bevorzugt werden.

Cucurbitacine sind Triterpenoide, die in der Familie der Kürbisgewächse vorkommen, einen bitteren Geschmack verleihen und als Fraßhemmer für eine große Anzahl von Phytophagen wirken, dienen aber gleichzeitig als Lockstoffe für Gurkenkäfer.

Andere Monoterpene (Pinen) bieten Schutz für Nadelbaumarten gegen holzbohrende Insekten und Borkenkäfer. Wenn der Baum angegriffen wird, steigt der Gehalt an toxischen oder abweisenden Monoterpenen im Harz an.

Phenolverbindungen

Zu den wichtigeren Phenolverbindungen gehören die Flavonoide. Das Isoflavonoid **Rotenon**, das aus dem Baum *Derris elliptica* extrahiert wird, wird industriell als Insektizid verwendet. Andere Flavonoide sind wirksame Fraßhemmer, weil sie einen bitteren Geschmack haben. **Tannine** sind polymere phenolische Verbindungen, die starke Proteinbindungseigenschaften haben. **Proanthocyanidine** (kondensierte Tannine) sind Fraßhemmer und verringern auch die Verdaulichkeit der aufgenommenen Nahrung.

Proteaseinhibitoren

Proteaseinhibitoren unterdrücken die Wirkung proteolytischer Enzyme und verringern die Menge an Proteinen, die abgebaut und assimiliert werden können. Andererseits verursachen sie eine Überproduktion von Verdauungsenzymen, was den Verlust schwefelhaltiger Aminosäuren erhöht. Infolgedessen werden Insekten geschwächt, mit unterdrücktem Wachstum und sterben schließlich.

Proteaseinhibitoren binden an die Enzyme, die die Peptidbindungen von Proteinen spalten, und hemmen so deren proteolytische Aktivität. In Pflanzen kommen sie in großen Mengen hauptsächlich in Samen und Knollen vor, sind aber auch in Blättern vorhanden.

Der Spiegel an Proteaseinhibitoren in Kartoffelpflanzen steigt, wenn die Pflanze von Insekten befallen wird; selbst Blätter, die weit vom Angriffsort entfernt sind, reagieren. Blätter und andere Teile mit erhöhten Spiegeln an Proteaseinhibitoren sind für Phytophage weniger verdaulich. Einige Pflanzen produzieren eine Vielzahl von Proteaseinhibitoren, jeder mit unterschiedlicher Spezifität. So haben diese Pflanzen Schutz gegen eine breite Palette von Phytophagen.

Wachstumsregulatoren

Phytoecdysteroide sind pflanzliche Substanzen, die Ecdyson (dem Haupthormon bei Insekten) ähneln. Sie wurden zuerst in den Wurzeln von Farnen entdeckt. Der Phytoecdysongehalt in einigen Pflanzen ist überraschend hoch. Ein Gramm Wurzeln des orientalischen Farns enthält ein Ecdysonäquivalent zu 200 kg Puppen des Seidenspinners. Mehrere Dutzend Phytoecdysteroide wurden aus mehr als 80 Pflanzenfamilien isoliert.

Die Balsamtanne *Abies balsamea* produziert **Juvabion** – eine Substanz, die dem Juvenilhormon von Insekten analog ist. Andere Tannenverwandte setzen bei Befall durch Blattläuse ebenfalls ähnliche Substanzen frei.

Auf der Suche nach Wachstumsregulatoren aus Pflanzen isolierte W. Bowers zwei interessante Substanzen – **Precocene**, aus der Blume *Ageratum houstonianum*. Wenn diese Precocene mit der Körperoberfläche des Insekts in Kontakt kommen, sterben die Zellen der Corpora allata (die Drüse, die das Juvenilhormon produziert) ab. Durch die Zerstörung der Quelle des Juvenilhormons beschleunigen Precocene die Metamorphose und führen zu vorzeitigen, sterilen Adulten.