

Fizički (morfološki) i kemijski obrambeni mehanizmi biljaka

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

Дата: 08.04.2021 *Брой:* 4/2021



Morfološka (fizička) otpornost na insekte ovisi o biljnim strukturama koje fizički utječu na izbor insekta, kretanje, hranjenje, kopulaciju ili polaganje jaja. To može uključivati boju, trihome (dlake), površinske voskove, kamenaste stanice (sklereide) koje sadrže silicij, itd.

Boja listova, cvjetova, plodova i drugih biljnih organa nije slučajna i nastala je barem djelomično kako bi se smanjio napad određenih vrsta insekata.

Trihome (dlake) utječu na kretanje insekata, hranjenje i polaganje jaja svojim oblikom, gustoćom, duljinom, itd.

Sloj voska na kutikuli listova i drugih organa, osim što štiti od prekomjernog isparavanja, služi kao fizička prepreka brojnim patogenima i odbija štetočine.

Kamenaste stanice u plodovima i drugim organima također igraju ulogu u otpornosti biljke na napad insekata.

Кемијски одбрамбени механизми биљака

Od kasnog 17. stoljeća poznato je da biljke sadrže otrovne tvari koje insekti izbjegavaju. Već 1690. godine nikotin je ekstrahiran iz duhana i korišten kao kontaktni insekticid, a kasnije piretrin – iz cvjetova buhača (vrsta krizanteme). Drugi značajni primjeri uključuju azadirachtin (iz stabla *Azadirachta indica*), d-limonen iz citrusa, rotenon iz stabla *Derris elliptica*, kapsaicin iz ljute paprike, itd.

Danas je raznolikost poznatih kemijskih obrambenih tvari u biljkama ogromna i premašuje desetke tisuća, ali općenito se mogu podijeliti u 5 glavnih skupina: dušikovi spojevi (uglavnom alkaloidi), terpenoidi, fenoli, inhibitori proteaza i tvari koje utječu na endokrini sustav insekata.

Dušikovi spojevi

Neki dušikovi spojevi, poput **neproteinskih aminokiselina**, djeluju kao *antimetaboliti*. Kada ih insekti unesu, dovode do poremećaja metabolizma. Češće neproteinske aminokiseline djeluju kao odvrćajući sredstva od hranjenja (otežavaju asimilaciju hranjivih tvari iz unesene biljke). Česte su u sjemenkama, koje su obično bogat izvor hranjivih tvari za fitofagne vrste.

Alkaloidi su složene dušikove baze raznolike molekularne strukture, prisutne u mnogim biljkama. Alkaloidi su među najpoznatijim toksinima koji se koriste za obranu od insekata. Jedan od njih – **nikotin** – ima dugu povijest kao insekticid. Drugi – **tomatine** – glavni je alkaloid u rajčici. Koloradski krompirov zlatar odbijen je tkivima koja sadrže tomatine i, ako se njima hrani, opaža se smrtnost kukaca. Koloradski krompirov zlatar obično ne napada rajčice, ali snažno napada blisko srodni krumpir, koji, međutim, ne sadrži tomatine.

Terpenoidi

Terpenoidi su rašireni i iznimno raznoliki strukturno i funkcionalno. Djeluju kao atraktanti za oprašivače, ali i kao odvrćajući sredstva od hranjenja i kao toksini. Pelargonija (*Pelargonium*) na primjer proizvodi geraniol u laticama za zaštitu od kornjaša. Otprilike 30 minuta nakon unosa, kornjaš je paraliziran i ostaje takav nekoliko sati, tijekom kojih postaje plijen grabežljivaca.

Otpornost na sovice iz roda *Heliothis* (pamukova svinja i drugi) izravno je povezana sa sadržajem **gossipola**.

Pamukova lisna uš *Amrasca biguttula biguttula* pokazuje 50% veću preživlјavanost na osjetljivim sortama pamuka i razvija se brže. Iako su uzgojene sorte s niskim sadržajem gossipola za sjeme namijenjeno hrani, u područjima s jakom infestacijom insekata trebale bi se preferirati sorte s visokim sadržajem gossipola.

Kukurbitacini su triterpenoidi koji se javljaju u obitelji Cucurbitaceae, daju gorak okus i djeluju kao odvrćajući sredstva od hranjenja za veliki broj fitofaga, ali istovremeno služe kao atraktanti za krastavače.

Drugi monoterpeni (pinen) pružaju zaštitu četinjačama od drvozidnih insekata i potkornjaka. Kada je stablo napadnuto, razina toksičnih ili odbijajućih monoterpena u smoli raste.

Fenoli

Među važnijim fenolima su flavonoidi. Izoflavonoid **rotenon**, koji se ekstrahira iz stabla *Derris elliptica*, industrijski se koristi kao insekticid. Drugi flavonoidi učinkoviti su odvrćajući sredstva od hranjenja jer imaju gorak okus. **Tanini** su polimerni fenolni spojevi koji imaju snažna svojstva vezanja proteina. **Proantocijanidini** (kondenzirani tanini) su inhibitori hranjenja i također smanjuju probavljivost unesene hrane.

Inhibitori proteaza

Inhibitori proteaza potiskuju djelovanje proteolitičkih enzima i smanjuju količinu proteina koji se mogu razgraditi i asimilirati. S druge strane, uzrokuju prekomjernu proizvodnju probavnih enzima, što povećava gubitak aminokiselina koje sadrže sumpor. Kao rezultat, insekti postaju slabi, s potisnutim rastom i na kraju ugibaju.

Inhibitori proteaza vežu se na enzime koji cijepaju peptidne veze proteina i tako inhibiraju njihovu proteolitičku aktivnost. U biljkama se nalaze u velikim količinama uglavnom u sjemenkama i gomoljima, ali su prisutni i u listovima.

Razina inhibitora proteaza u biljkama krumpira raste kada je biljka napadnuta od strane insekata; čak i listovi udaljeni od mjesta napada reagiraju. Listovi i drugi dijelovi s povećanim razinama inhibitora proteaza manje su probavljivi za fitofage. Neke biljke proizvode razne inhibitore proteaza, svaki s različitom specifičnošću. Tako ove biljke imaju zaštitu od širokog spektra fitofaga.

Regulatori rasta

Fitokdisteroide su biljne tvari slične ekdizonu (glavnom hormonu insekata). Prvi put su otkriveni u korijenu paprati. Sadržaj fitokdizona u nekim biljkama je iznenađujuće visok. Jedan gram korijena orijentalne paprati sadrži ekdizona ekvivalentnog 200 kg lutki dudovog svilca. Nekoliko desetaka fitokdisteroida izolirano je iz više od 80 biljnih obitelji.

Kanadska jela *Abies balsamea* proizvodi **juvabion** – tvar analognu juvenilnom hormonu insekata. Druge srodnice jele također oslobađaju slične tvari kada ih napadnu lisne uši.

U potrazi za regulatorima rasta iz biljaka, W. Bowers izolirao je dvije zanimljive tvari – **prekokene**, iz cvijeta *Ageratum houstonianum*. Kada ti prekokeni dođu u kontakt s površinom tijela insekta, stanice corpora allata (žlijezda koja proizvodi juvenilni hormon) umiru. Uništavanjem izvora juvenilnog hormona, prekokeni ubrzavaju metamorfozu i rezultiraju prerazvijenim, sterilnim odraslim jedinkama.