

Fizički (morfološki) i hemijski odbrambeni 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 zavisi od biljnih struktura koje fizički utiču na izbor insekta, kretanje, ishranu, kopulaciju ili polaganje jaja. One mogu uključivati boju, trihome (dlake), površinske voskove, kamenaste ćelije (sklereide) koje sadrže silicijum, itd.

Boja listova, cvetova, plodova i drugih biljnih organa nije slučajna i nastala je bar delimično da bi smanjila napad određenih vrsta insekata.

Trihome (dlake) utiču na kretanje insekata, ishranu i polaganje jaja kroz svoj oblik, gustinu, dužinu, itd.

Sloj voska na kutikuli listova i drugih organa, pored zaštite od prekomernog isparavanja, služi kao fizička barijera za brojne patogene i odbija štetočine.

Kamenaste ćelije u plodovima i drugim organima takođe igraju ulogu u otpornosti biljaka na napad insekata.

Hemijski odbrambeni mehanizmi biljaka

Od kraja 17. veka poznato je da biljke sadrže toksične supstance koje insekti izbegavaju. Još 1690. godine nikotin je ekstrahovan iz duvana i korišćen kao kontaktni insekticid, a kasnije piretrin – iz cvetova buhača (vrsta hrizanteme). Drugi značajni primeri uključuju azadirahtin (iz drveta *Azadirachta indica*), d-limonen iz citrusa, rotenon iz drveta *Derris eliptica*, kapsaicin iz ljute paprike, itd.

Danas je raznolikost poznatih hemijskih odbrambenih supstanci u biljkama ogromna i premašuje desetine hiljada, ali generalno se mogu podeliti u 5 glavnih grupa: jedinjenja azota (uglavnom alkaloidi), terpenoidi, fenolna jedinjenja, inhibitori proteaza i supstance koje utiču na endokrini sistem insekata.

Jedinjenja azota

Neka jedinjenja azota, kao što su **neproteinske aminokiseline**, deluju kao *antimetaboliti*. Kada ih insekti unesu, dovode do poremećaja metabolizma. Češće neproteinske aminokiseline deluju kao odvrćajući faktori pri ishrani (otežavaju asimilaciju hranljivih materija iz unete biljke). Česte su u semenkama, koje su obično bogat izvor hranljivih materija za fitofagne vrste.

Alkaloidi su složene azotne baze raznovrsne molekularne strukture, prisutne u mnogim biljkama. Alkaloidi su među najpoznatijim toksinima koji se koriste za odbranu od insekata. Jedan od njih – **nikotin** – ima dugu istoriju kao insekticid. Drugi – **tomatine** – je glavni alkaloid u paradajzu. Koloradski krompirov zrikavac je odbijen od tkiva koja sadrže tomatine i, ako se njima hrani, primećuje se mortalitet zrikavaca. Koloradski krompirov zrikavac obično ne napada paradajz, ali intenzivno napada blisko srodni krompir, koji, međutim, ne sadrži tomatine.

Terpenoidi

Terpenoidi su široko rasprostranjeni i izuzetno raznoliki strukturno i funkcionalno. Funkcionišu kao atraktanti za oprašivače, ali i kao odvrćajući faktori pri ishrani i kao toksini. Geranijum (Pelargonium) na primer proizvodi geraniol u laticama za zaštitu od buba. Oko 30 minuta nakon unošenja buba je paralizovana i ostaje takva nekoliko sati, tokom kojih postaje plen grabljivcima.

Otpornost na noćne leptire iz roda *Heliothis* (pamukova svežnjevača i drugi) je direktno povezana sa sadržajem **gossipola**.

Pamukova lisna uš *Amrasca biguttula biguttula* pokazuje 50% veće preživljavanje na osetljivim sortama pamuka i razvija se brže. Iako su gajene sorte sa niskim sadržajem gossipola za seme namenjen ishrani, u oblastima sa jakom infestacijom insektima treba preferirati sorte sa visokim sadržajem gossipola.

Kukurbitacini su triterpenoidi koji se javljaju u familiji Cucurbitaceae, daju gorak ukus i deluju kao odvrćajući faktori pri ishrani za veliki broj fitofaga, ali istovremeno služe kao atraktanti za krastavčeve zrikavce.

Drugi monoterpeni (pinen) obezbeđuju zaštitu četinara od insekata koji buše drvo i potkornjaka. Kada je drvo napadnuto, nivo toksičnih ili odbijajućih monoterpena u smoli se povećava.

Fenolna jedinjenja

Među važnijim fenolnim jedinjenjima su flavonoidi. Izoflavonoid **rotenon**, koji se ekstrahuje iz drveta *Derris elliptica*, se industrijski koristi kao insekticid. Drugi flavonoidi su efikasni odvrćajući faktori pri ishrani jer imaju gorak ukus. **Tanini** su polimerna fenolna jedinjenja koja imaju jaka svojstva vezivanja proteina.

Proantocijanidini (kondenzovani tanini) su inhibitori ishrane i takođe smanjuju svarljivost unete hrane.

Inhibitori proteaza

Inhibitori proteaza suprimiraju dejstvo proteolitičkih enzima i smanjuju količinu proteina koji mogu biti razgrađeni i asimilovani. Sa druge strane, izazivaju prekomernu produkciju digestivnih enzima, što povećava gubitak aminokiselina koje sadrže sumpor. Kao rezultat, insekti postaju slabi, sa potisnutim rastom i na kraju ugibaju.

Inhibitori proteaza se vezuju za enzime koji cepaju peptidne veze proteina i na taj način inhibiraju njihovu proteolitičku aktivnost. U biljkama se nalaze u velikim količinama uglavnom u semenkama i krtolama, ali su prisutni i u listovima.

Nivo inhibitora proteaza u biljkama krompira se povećava kada biljku napadnu insekti; čak i listovi udaljeni od mesta napada reaguju. Listovi i drugi delovi sa povećanim nivoom inhibitora proteaza su manje svarljivi za fitofage. Neke biljke proizvode raznovrsne inhibitore proteaza, svaki sa različitom specifičnošću. Tako ove biljke imaju zaštitu od širokog spektra fitofaga.

Regulatori rasta

Fitoehdisteroidi su biljne supstance slične ehdizonu (glavni hormon kod insekata). Prvi put su otkriveni u korenu paprati. Sadržaj fitoehdizona u nekim biljkama je iznenađujuće visok. Jedan gram korena orijentalne paprati sadrži ehdizon ekvivalentan 200 kg lutki svilene bube. Nekoliko desetina fitoehdisteroida je izolovano iz više od 80 biljnih familija.

Balsamasta jela *Abies balsamea* proizvodi **juvabion** – supstancu analognu juvenilnom hormonu insekata. Drugi srodnici jele takođe oslobađaju slične supstance kada ih napadnu lisne vaši.

U potrazi za regulatorima rasta iz biljaka, V. Bauers je izolovao dve zanimljive supstance – **prekokene**, iz cveta *Ageratum houstonianum*. Kada ovi prekokeni dođu u kontakt sa površinom tela insekta, ćelije corpora allata (žlezda koja proizvodi juvenilni hormon) ugibaju. Uništavanjem izvora juvenilnog hormona, prekokeni ubrzavaju metamorfozu i rezultiraju preuranjenim, sterlnim odraslim jedinkama.