

Zimsko mirovanje voćaka s osvrtom na aktualnu situaciju

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Mirovanja drvenastih vrsta karakterizira privremeni prekid rasta uz vrlo usporen (ili pak zaustavljen) metabolizam. Do početka listopada u pupovima su formirani svi cvjetni dijelovi, a vegetativni pupoljci sadrže lišće. Tijekom zime stabla ne rastu, ali su tkiva živa i stanice mogu rasti i polako se diferencirati kad to temperatura dopušta. Pojavom povoljnih uvjeta za rast u proljeće, neki pupoljci će se razviti u izdanke ili cvijeće, a drugi mogu ostati uspavani. Pupoljci voćaka moraju proći kroz nekoliko faza mirovanja, a biljna fiziologija trenutno opisuje mirovanje u četiri faze.

Kvazi uspavanost (para ili fiziološka dormancija) događa se od sredine do kraja ljeta kada je zaustavljen rast pupoljaka inhibitorima proizvedenim u lišću i vršnim pupovima. Para uspavanost aksilarnih (pazušnih) pupova često se može prekinuti uklanjanjem lišća duž izdanaka (ovu tehniku se može koristiti za oblikovanje bočnih grana, tzv. *pernata stabala*). Primjena promotora rasta (giberelina i/ili citokina) također može izazvati rast pupoljaka. Ponekad aksilarni pupoljci ne miruju i razvijaju bočne izdanke (mladice) što je često za breskve, ali rijetko se viđa na stablima jabuka. Indukcija *dormancije* sumom potrebnih „niskih“ temperatura (*chilling unit* ili CU, odnosno *chilling hours* ili CH) odvija se u dvije faze. Faza *kvazi dormancije* je reverzibilna te porastom temperature može doći do njenog prekida, ali samo do određene vremenske granice kada mirovanje postaje nepovratno i neće biti prekinuto niti pod utjecajem viših temperatura zbog faze *endo dormancije*.

Unutarnja uspavanost (endo ili prava dormancija) javlja se tijekom zime zbog visoke razine inhibitora (*abscisinske kiseline* ili ABA) unutar pupova. Tijekom ove faze mirovanja drveće neće rasti niti u idealnim uvjetima uzgoja. Koncentracija inhibitora smanjuje se nakon izloženosti pupova niskim temperaturama ($<7,2^{\circ}\text{C}$), no često se smatra da temperature između $1,6^{\circ}\text{C}$ i $12,5^{\circ}\text{C}$ u trajanju ~1000 sati (CH) zadovoljavaju efekt hlađenja kao preduvjeta endo mirovanja za većinu sorti jabuka, odnosno potrebna je suma ~800 sati „niskih“ temperatura za breskve. Tek kada je ispunjen uvjet akumulacije potrebnih „niskih“ temperatura, razina inhibitora u korijenu je dovoljno niska da rast može započeti, ali tek kada ekološki uvjeti budu prikladni za rast zbog tzv. *eko dormancije*.

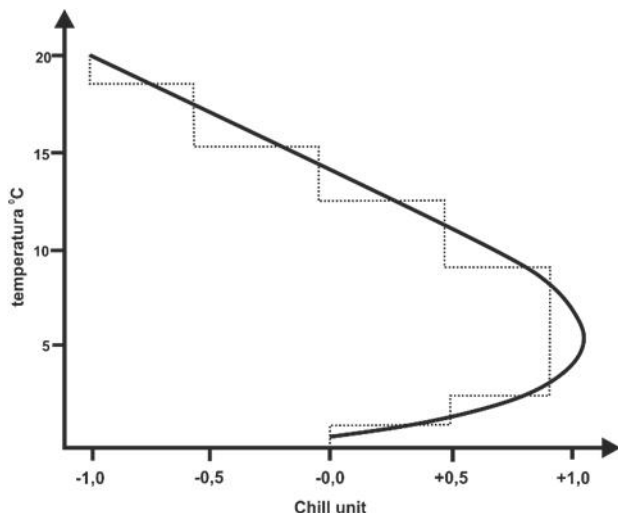
Ekološka uspavanost (eko ili nametnuta dormancija) javlja se zimi, obično sredinom siječnja, nakon što je uvjet „hlađenja“ voćaka bio zadovoljen. Naime, stabla tada ne rastu jer uvjeti nisu prikladni, te je tijekom „tople“ zime moguć prekid ekološkog mirovanja.

Vršna dominacija (apikalna dominacija) je vrsta para dormancije kad rast pazušnih pupova sprječava vršni (*apikalni*) pup. Naime, aksilarni pupoljci na voćkama obično ostaju uspavani tijekom duljeg razdoblja u kojem glavni izdanak (izboj) raste. Mehanizam apikalne dominacije poznat je više od 80 godina, ali pojedinosti još nisu posve razjašnjene, premda se zna da je ona izazvana odnosom inhibitora i promotora rasta. Rast aksilarnih pupova inhibira visoka koncentracija *auksina* proizvedenih u vršnom pupu koji se premješta na niže pod utjecajem gravitacije, tako da mu je koncentracija najviša u blizini vrha. Promotori rasta (*citokinini* i *giberelini*) koje proizvodi korijen, kolanjem sokova nakon prekida *eko dormancije*, transportiraju se u vršne izboje te se rast aksilarnih pupova prvo javlja na donjem dijelu mladica gdje je koncentracija inhibitora relativno niska, a koncentracija promotora relativno visoka.

Uklanjanjem vršnog pupa (ili izrezivanjem prstena kore ispod njega) prekida se apikalna dormancija čime se nekoliko pupova ispod vrha počne razvijati uz pojavu bočnih izboja. Ponekad se vršna dominacija može ukloniti prskanjem izdanaka s promotorima (giberelinima i/ili citokininima) neposredno prije cvatnje.

Veoma je važno istaći, da za razliku od većina drvenastih vrsta umjerenog klimata, jabuka i kruške, ali i neke druge drvenaste vrste porodice *Rosaceae*, nisu osjetljive na duljinu dana (*fotoperiodska indukcija cvjetanja*) te nemaju niti alternativni sezonski signal za kontrolu mirovanja. Njihovo zimsko mirovanje vezano je isključivo za nisku temperaturu ($<12^{\circ}\text{C}$), bez obzira na duljinu dana, te je *jesenski sindrom* (prestanak rasta, stvaranje ljuske pupova, opadanje lišća i indukcija mirovanja) isključivo odgovor na nisku temperaturu. Potrebno je ~1000 sati „niske“ temperature za jabuke (0°C do $7,2^{\circ}\text{C}$) da bi se prekinulo zimsko mirovanje i započeo rast.

Tijekom mirovanja istovremeno dolazi do promjene u sadržaju vode voćaka, dinamike ugljikohidrata i hormonske ravnoteže. Voda je važna za transport hraniva i premještanje asimilata, stanični metabolizam i sve osmotski regulirane procese. Recentna istraživanja o ulozi vode u fazi mirovanja drvenastih vrsta pokazala su važnost vode na gubitak hidraulične vodljivosti ksilema (*embolija*) i na promjenu odnosa između slobodne i vezane vode. U stresnim uvjetima ta važnost je još jače naglašena. Nakon blage zime može se očekivati viša stopa nerazvijenih cvjetova (*abortiranja cvjetnih pupoljaka*) uz lošu *sinkronizaciju cvjetanja*, najčešće uz niži prinos.



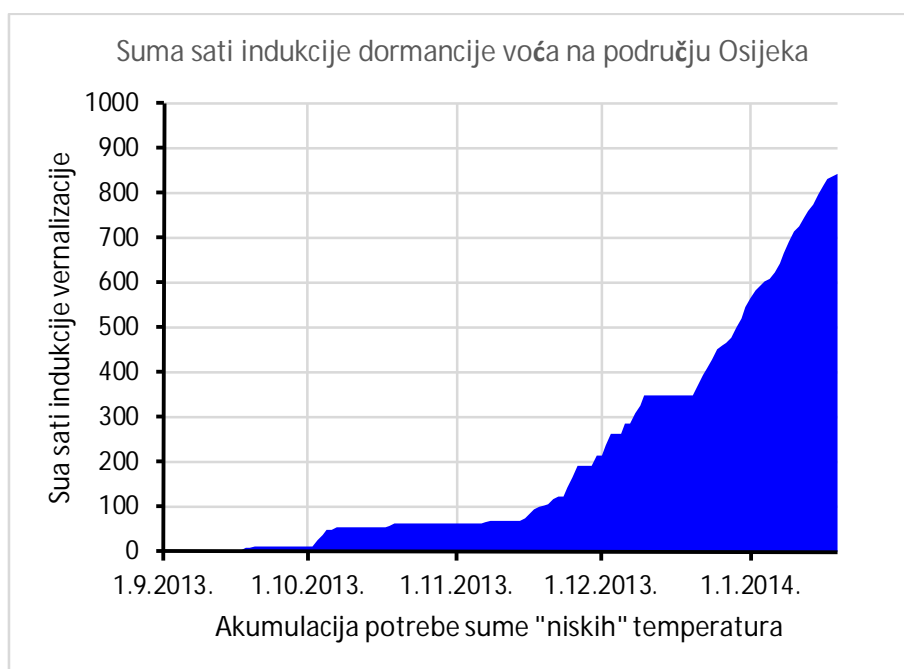
Grafikon 1. Različiti značaj temperature na indukciju dormancije prema Utah modelu

Postoji više različitih modela za proračun potrebne sume „niskih“ temperatura nakon koje voćke mogu cvjetati. Svi modeli zahtijevaju praćenje temperature, a najjednostavniji broje akumulirane „hladne sate“ (CH; *chilling hours*) kao svaki puni sat na temperaturama ispod 7,2°C. Niti jedan model ne uzima u obzir temperature niže od 0°C (neki <1,4°C) jer one ne doprinose mirovanju voćaka. Pojedini modeli, npr. *Utah model* dodjeljuje različitu važnost različitim temperaturnim opsezima te punu jedinicu niske temperature po satu dodjeljuje samo temperaturama između 3°C i 9°C, dok temperature između 13°C i 16°C imaju nultu težinu, a više od 16°C negativni efekt, odnosno umanjuju učinak akumuliranih sati „hlađenja“ (graf. 1.). Procjenjuje se da *Prunus* vrste zahtijevaju između 50 i 1700 CH.

Niti jedan od modela indukcije dormancije nije posve precizan te se sve češće koriste dinamički modeli dvofaznog objašnjenja dormancije, odnosno zimskog mirovanja voćaka. Također, u RH nema kalibriranih vrijednosti za sume potrebnih temperatura po pojedinim vrstama voćaka, sortama ili regijama, a te vrijednosti mogu znatno odstupati.

Veoma je zanimljivo analizirati aktualnu situaciju u voćnjacima ove (2013./14.), neuobičajeno „tople“ zime.

Izvor temperaturnih podataka je <http://www.accuweather.com/hr/hr/osijek/119909/january-weather/119909>).



Grafikon 2. Suma CH (sati „hlađenja“) za područje Osijeka od 1.9.2013. do 19.1.2014. god.

Prema http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/Weather_Services/prune_chilling_prediction_about jabukama treba 1200-1500 CH (sorte *Gala, Golden Delicious, Granny Smith, Braeburn, Fuji, Red Delicious*), kajsijama 700-1000 CH (sorta *Tilton*), višnjama 1000-1300 CH (sorte *Lapins, Burlat* i *Bing*), europskim kruškama 1000-1500 CH (sorte *Bartlett, Golden Russet* i *Bosc*) itd.

Dosadašnji tijek zime u odnosu na akumulaciju broja sati s temperaturama povoljnim za indukciju *vernalizacije* (indukcija cvjetanja) prikazuje grafikon 2. Dakle, prema američkim graničnim vrijednostima za CH postoji mala vjerojatnoća cvjetanja kajsija (ako ne dođe do zahlađenja i pojave eko dormancije), dok ostale vrste nisu spremne za cvjetanje, ma kako temperature trenutno bile visoke. Puno veća opasnost za voćke, pa i ozime usjeve, je nepripremljenost na niske temperature (*aklimatizacija, odnosno kaljenje*) te u slučaju naglog zahlađenja može doći do većih šteta izazvanih izmrzavanjem na puno višim temperaturama nego li je to uobičajeno za siječanj i veljaču.

Excel aplikacija s aktualnim temperaturama za izračun CH na području Osijeka. Pri korištenju CH kalkulatora u žuto označene stupce unesite Vaše podatke.

U Osijeku 21.01.2014. Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović