

**FIZIOLOGIJA
RASTA I RAZVITKA VOĆAKA**

Individualni rast i razvitak voćaka od nicanja do kraja života karakterišu određene morfološke i fiziološke osobine koje se formiraju u toku života (ontogeneze), a koje su u voćaka kao dugovečnih organizama znatno složenije nego u kratkovečnih.

U svom životnom ciklusu voćke prolaze kroz određene stadijume (periode) **rasta** i **razvitka**.

Rastenje i **razviće** su procesi međusobno usko povezani i uslovljeni jedan drugim. Nastale morfološke i fiziološke promene u rastenju i razvitku su nepovratne (ireverzibilne) i one se odigravaju po utvrđenom redosledu od nastanka do uginuća.

Rast predstavlja nepovratno povećanje veličine ćelija, organa ili cele biljke uz promenu njenog oblika.

Rastenje organa voćaka je u tesnoj vezi sa fiziološkim funkcijama koje oni obavljaju u životu voćaka.

Svaki organ voćaka sastavljen je od niza različitih tkiva koja su usko funkcionalno povezana.

Organi voćaka rastu umnožavanjem i porastom meristemskim ćelija.

Voćke imaju tri tačke (zone) rasta i to:

- primarni (apikalni) meristem rasta, koji se nalazi u vegetativnim kupama stabla i korena
- prokambijum (primarni - početni kambijum)
- sekundarni (plutni i interfascikularni) kambijum

Rastenje organa voćaka odvija se u tri faze:

- deljenje ćelija u tkivima meristema
- uvećavanje razmera (porasta) ćelija nastalih meristemskom deobom
- diferenciranje i konačno sazrevanje ćelija vezano za funkciju koju će obavljati u organizmu voćaka.

Rastenje otpočinje u primarnom meristemu i zove se početnim ili prvim rastom, a obrazovana tkiva prvim tkivima. Deljenjem i izduživanjem ćelija primarnog tvornog tkiva nastaje rastenje u dužinu vegetacionih kupa stabla, korena i lista.

Zona rasteња i izduživanja stabla kod drvenastih voćaka može da bude dosta duga i da često prelazi dužinu od nekoliko santimetara, dok je zona rasteња korena znatno kraća i iznosi manje od 1 cm.

Voćke pored rasta u dužinu imaju sposobnost rasteња i u debljinu. Debljanja stabla i korena voćaka nastaju aktivnošću rada kambijalnog prstena koji nastaje od sekundarnog interfascikularnog meristema.

Jednogodišnja aktivnost rasteња kambijalnog meristema u voćaka naziva se "god" ili godišnji prsten.

Na rast i razgranjavanje krune i korena voćaka značajan uticaj ispoljavaju pored spoljašnjih činilaca i određene fitohormonalne materije koje su uglavnom locirane u vrhovima vegetacionih kupa.

Tako, uklanjanjem vrhova mladara prilikom rezidbe voćaka podstiče se obrazovanje bočnih grančica, a uklanjanjem vrha korena kod setve naklijalog semena podstiče se obrazovanje bočnih žila na korenu.

Ove mere imaju veliki praktični značaj, jer se njihovom primenom može uticati na pravilno formiranje krune i stvaranje razgranatog korenovog sistema u voćaka.

PERIODIČNOST ŽIVOTNOG CIKLUSA VOĆAKA

Razvoj svake voćke od začetka do uginuća naziva se **ontogeneza**. Ona ne protiče ujednačeno već se odvija po određenim stadijumima.

Na osnovu tipa ishrane i reproduktivne sposobnosti, *životni ciklus generativno razmnoženih voćaka može se podeliti na četiri stadijuma:*

1. Embrionalni stadijum (stadijum semena)
2. Juvenilni stadijum (stadijum mladosti)
3. Reproductivni stadijum (stadijum zrelosti)
4. Senilni stadijum (stadijum starosti)

1. Embrionalni stadijum – počinje spajanjem spermatične i jajne ćelije u procesu dvojnog oplodjenja i formiranja embriona, a završava se nicanjem semena i formiranjem prva dva primarna lista na mladoj biljci koja se naziva sejanac.

Primarni listovi omogućavaju sejancu da pređe sa heterotrofnog na autotrofni način ishrane.

U ovom stadijumu formiraju se primarni vegetativni organi stablo, koren i list.

Mladi sejanci su veoma osetljivi na nepovoljne uslove spoljašnje sredine i dejstvo patogena.

Sa druge strane, u ovom stadijumu su nasledna svojstva veoma promenljiva te se ciljanim dejstvom određenim mutagenim sredstvima i metodama može uticati na promenu nasledne osnove tj nastajanja voćaka sa novim osobinama. Ove mutagene promene se često odvijaju spontano u prirodi, naročito posle naglih promena ekstremnih temperatura ili pojačanog zračenja.

2. Juvenilni stadijum - počinje rastenjem stabla i traje do pojave prvih generativnih organa. U ovom stadijumu sejanci su nerodni jer ne mogu formirati generativne organe. Dužina trajanja ovog stadijuma u raznih vrsta voćaka je različita i zavisi kako od naslednih osobina vrste i sorte, tako i od spoljašnjih činilaca u kojima se voćka razvija.

U povoljnim ekološkim i agrotehničkim uslovima stadijum mladosti u sejanaca breskve traje 3 - 5, trešnje, šljive, kajsije i višnje 3 - 6, jabuke i kruške 6 - 10, a oraha 8 – 10 godina.

U ovom stadijumu se kod pojedinih voćaka zapažaju morfološke osobine na pojedinim organima koje ne postoje u stadijumu zrelosti. Ovo je naročito izraženo kod sejanaca gajenih sorti jabuke, kruške i šljive, koji pokazuju veliku sličnost sa sejancima divljih formi (imaju trnolike izraštaje, mladari su tanki i mnogobrojni, listovi su sitni, izduženi i slabije maljavi). Takođe, mladi sejanci sadrže manje količine ugljenih hidrata, belančevina, pektinskih i mineralnih materija, a imaju više celuloze i lignina nego sejanci u stadijumu zrelosti. Takođe, povećana je sposobnost vegetativnog razmnožavanja.

U praksi se teži da se ovaj juvenilni nerodni stadijum skрати te se primenjuju razne mere: povijanje grana, prstenovanje, kalemljenje na slabo bujnim podlogama kod jabuke i kruške...

3. Reproductivni stadijum - počinje od pojave prvih začetaka cveta u pupoljcima tj od pojave prvih plodova i traje sve dok voćka rađa, odnosno do pojave regeneracije (obnavljanja) vegetativnih organa krune.

Dolazi do morfoloških promena na voćkama jer nestaju trnoliki izraštaji, novi mladari postaju deblji, list je krupniji, manje nazubljen i više maljav. Takođe, smanjuje se moć regeneracije tako da je vegetativno razmnožavanje znatno teže kod stadijumske zrelih voćaka u odnosu na mlade voćke.

Ekonomski posmatrano ovaj stadijum je najvažniji u životnom ciklusu voćaka i zato se primenom odgovarajućih mera pomotehnike, teži da se ovaj stadijum što više produžiti kako bi se voćke duže eksploatisale.

Trajanje ovog stadijuma u voćaka je takođe vrlo nejednako i prvenstveno zavisi od vrste, sorte i podloge. Dužina trajanja ovog stadijuma u velikoj meri zavisi i od genetskih svojstava. Na nju značajno utiču i činioci spoljne sredine, kao i nega voćaka.

4. Senilni stadijum - nastaje kada se bitno smanje reproduktivne funkcije organa u smislu vegetativnog obnavljanja krune i korena, a time se i rodnost smanji po kvantitetu i kvalitetu, tako da prestaje ekonomska opravdanost daljeg gajenja voćaka. Završava se prirodnim odumiranjem biljke.

U ovom stadijumu zbog oslabljene vitalnosti organa, voćke postaju vrlo osjetljive prema činiocima spoljne sredine, tako da su pod njihovim dejstvom sklone brzom uginjavanju.

STADIJUMSKI RAZVOJ VEGETATIVNO RAMNOŽENIH VOĆAKA

Rastenje i rodnost vegetativno razmnoženih voćaka (izdancima, reznicama, položenicama, kalemljenjem i dr.) u svom stadijumnom razvitku razlikuju se od generativno razmnoženih voćaka.

One nemaju embrionalni stadijum, već nastavljaju razvitak od stanja u kome su se nalazile u vremenu kada se odvoje od matične voćke. Tako, ako su odvojene od mladih voćaka i one će biti stadijumno mlađe, a ako se odvoje od stadijumno zrelih voćaka, one će takođe biti stadijumno zrele, što je i najčešći slučaj u voćarskoj praksi.

Za vegetativno razmnožene voćke karakteristična je visoka morfološko-biološka uniformnost. One su uglavnom identične, ili vrlo slične matičnoj voćki od koje potiču.

Međutim, i kod vegetativno razmnoženih voćaka, gajenih na sopstvenom korenu, pod uticajem spoljašnjih faktora moguće su izvesne promene osobina, što omogućava klonsku selekciju i izdvajanje boljih klonova od matične voćke. Kod voćaka nastalih kalemljenjem, pod uticajem podloge (hipobiota) i uslova spoljne sredine, razlike između voćaka mogu biti vrlo izražene u pogledu bujnosti, vremena cvetanja, rodnosti, kvaliteta plodova i drugih osobina.

PERIODIČNOST GODIŠNJEG CIKLUSA VOĆAKA

U okviru godišnjeg ciklusa rasta i razvoja kontinentalnih voćnih vrsta postoje dva potpuno različita perioda, nastala kao rezultat prilagođavanja voćaka opstanku u promenljivim, pre svega, svetlosnim i toplotnim uslovima staništa:

1. **Period zimskog mirovanja:**

- ❖ Početno mirovanje – prelaz voćke iz aktivne u latentnu fazu
- ❖ Završno mirovanje – prelaz voćke iz latentne u aktivnu fazu
- ❖ Biološko (prirodno) mirovanje – uslovljeno je naslednim osobinama i u njega voćke ulaze nezavisno od uslova spoljašnje sredine. U vreme ovog mirovanja ne može da se izazove početak vegetacije. Da bi voćke mogle u proleće normalno da rastu i da se razvijaju, potrebno im je da u toku biološkog mirovanja budu izložene dejstvu niskih temperatura.

Prema dužini trajanja perioda biološkog mirovanja voćke se mogu podeliti u dve grupe:

- s kratkim i nestabilnim periodom (badem, kajsija, neke japanske šljive, petrovača, neke trešnje i neki biotipovi dženerike – 15 do 30 dana)
- s dugim i stabilnim mirovanjem (većina kontinentalnih vrsta – 45 do 60 dana)
- ❖ Ekološko (prinudno) mirovanje – uslovljeno je toplotnim uslovima staništa. Niska temperatura koja sprečava početak vegetacije traje duže nego što to zahteva biološko mirovanje voćaka. Zbog toga se ekološko mirovanje može prekinuti ako su voćke duže vreme izložene dejstvu visokih temperatura. U našim agroekološkim uslovima, ekološko mirovanje se dešava uglavnom tokom januara i februara, ponekad se produži i na mart.

2. Period vegetacije – počinje bubrenjem pupoljaka krajem zime/početkom proleća i traje do opadanja lista tokom jeseni.

Za sve vreme trajanja ovog perioda u voćkama se dešavaju brojne anatomske, fiziološke i biohemijske promene koje su praćene vidljivim morfološkim promenama na organima.

Te spoljašnje vidljive promene dešavaju se u određenim fazama razvoja i nazivaju se fenološke faze (fenofaze).

Fenofaze se odvijaju u određenom vremenskom periodu, imaju svoj početak, tok i kraj i teku po određenom redosledu. Ponekada se mogu odvijati paralelno.

Fenofaze voćaka:

1. Bubrenje pupoljaka
2. Listanje
3. Cvetanje
4. Zametanje i rast embriona i plodova
5. Intenzivni rast mladara
6. Sazrevanje plodova
7. Žućenje i opadanje lišća

Fenološke pojave saglasne su sa promenom meteoroloških činilaca sredine u kojoj se voćke nalaze, a kako je i razvoj patogena i štetočina vezan za iste meteorološke promene, to je poznavanje fenofaza od velikog značaja za uspešnu zaštitu voćaka od bolesti i štetočina.



1. Зимско зировање



2. Пуцање пупољака



3. Зелени врх



4. Отворени зелени листови



5. Затворена цваст (спојени цветови)



6. Раздвојени цветови у цвасти (розе пупољак)



7. Фаза балона



8. Почетак цветања (отворен први цвет у гроњи)



9. Пуно цветање



10. Почетак прешетавања



11. Заметнути плодови



12. Интензивни раст плодова



13. Плодови пред бербу



14. Плод у физиолошкој зрелости



1. Зимско mirovanje



2. Пуцање pupoљaka



3. Почetak cвetaња



4. Пуно cвetaње



5. Завршено cвetaње. Све кружилишne лeштинe су опали



6. Опали су чашични лeштинe и стубић тучка. Плод интензивно расте



FIZIOLOGIJA RODNOSTI VOĆAKA

Sve voćke se u prvom redu gaje radi dobijanja plodova. Otuda rodnost voćaka predstavlja cilj svih mera koje čovek preduzima u vezi sa gajenjem voćaka. Voćke stupaju u plodonošenje tek kada dostignu određen vegetativni rast. Zato, prvih nekoliko godina posle sadnje, voćke intenzivno rastu, a nisu sposobne da obrazuju reproduktivne organe. Dužina tog perioda (juvenilni stadijum) zavisi od više činilaca, a pre svega od vrste i sorte voćaka, podloge, načina razmnožavanja i nege voćaka.

Fiziološke osnove rodnosti čine složeni procesi u voćaka koji uslovljavaju:

1. Obrazovanje i razvoj generativnih pupoljaka
2. Obrazovanje spora i gameti voćaka
3. Cvetanje, oprašivanje i oplodnja
4. Porast i sazrevanje plodova

Obrazovanje i razvoj generativnih pupoljaka – obrazovanje generativnih pupoljaka obavlja se u godini koja prethodi vegetaciji u kojoj voćka cveta i plodonosi.

Od početka zametanja generativnih pupoljaka do cvetanja voćaka prođe 9 - 10 meseci, a formiranje začetaka u generativnim pupoljcima traje 3 - 3.5 meseca.

Početak obrazovanja generativnih pupoljaka obično počinje krajem perioda intenzivnog rasta organa voćaka, što u optimalnim uslovima gajenja pada krajem juna i u prvoj dekadi jula.

U našim klimatskim uslovima redosled početka diferenciranja generativnih pupoljaka u raznih vrsta voćaka, počev od najranijih do najkasnijih je sledeći:

- tokom maja i u prvoj polovini juna: rese oraha i leske
- od početka jula do sredine avgusta: trešnje, višnje, domaće šljive i jabuke
- tokom jula: ženski cvetovi oraha, crvena ribizla
- u julu i avgustu: ženski cvetovi leske, breskva, kajsija kruška, crna ribizla
- tokom avgusta: ogrozd
- od sredine avgusta do sredine septembra: badem, dunja, mušmula, kupina
- u septembru i oktobru: malina, jednorodne jagode, borovnica.

Pod uticajem spoljašnjih činilaca, najčešće klime i agrotehničkih mera, početak obrazovanja generativnih začetaka kod iste vrste može da varira u razmaku od mesec dana.

Formiranje generativnih pupoljaka je veoma složen proces i od velikog je praktičnog značaja za redovnu i sigurnu rodost voćaka.

Obrazovanje spora i gameti voćaka – paralelno sa spoljašnjim vidljivim promenama odvijaju se nevidljivi ali veoma značajni procesi unutar generativnih pupoljaka, a koji određuju rodnost voćaka. Ti procesi su sporogeneza i gametogeneza, čiji je krajnji cilj obrazovanje funkcionalno sposobnih polnih ćelija (gameta) koje treba da obave generativno razmnožavanje voćaka.

Cvetanje, oprašivanje i oplodnja – cvetanje voćaka je sukcesivno otvaranje kruničnih listića posle čega cvetovi postaju spremni za oprašivanje i oplodnju. Cvetanje zavisi od brojnih činilaca, u prvom redu od bioloških osobina vrsta/sorti i meteoroloških činilaca u vreme cvetanja (posebno značajna temperatura tokom zime, pred cvetanje i u toku cvetanja).

Redosled cvetanja u klimatskim uslovima Srbije: leska, dren, badem, kajsija, breskva, trešnja, višnja, šljiva, kruška, jagoda, jabuka, dunja, malina i kupina. U zavisnosti od početka cvetanja sorti unutar jedne voćne vrste, sve se mogu podeliti na ranocvetne, srednje cvetne i pozno cvetne sorte.

Početak cvetanja zavisi u velikoj meri od spoljašnjih činilaca, najviše od temperature, tako što povećanje severne g. širine za 1 stepen usporava cvetanje za 4,5 dana; povećanje nadm. Visine za 33-34 m usporava cvetanje za 1 dan; cvetanje iste sorte na južnim položajima je nekoliko dana ranije u odnosu na severne.

Dužina cvetanja je veoma značajna za oprašivanje i oplodnju, a može biti eksplozivno (3-5 dana), srednje dugo (5-10 dana), dugo (10-15 dana) i veoma dugo (preko 15 dana).

Visoke temperature skraćuju cvetanje, dok ga hladno vreme i kiše usporavaju.

Po pravilu, koštičave vrste cvetaju kraće od jabučastih, dok npr. malina i kupina cvetaju dugo zbog sukcesivnog otvaranja cvetova.

Tok cvetanja – početak je kada se otvore prvi cvetovi, puno cvetanje kada je u kruni otvorena većina cvetova i kraj cvetanja je kada počnu da opadaju krunični listići.

Poznavanje karakteristika cvetanja ima veliki ekonomski značaj u gajenju voćaka, npr. vrste koje rano cvetaju ne mogu se gajiti na terenima sa čestim poznim mrazovima; stranooplodne sorte se mogu gajiti u prisustvu drugih sorti samo ako im se vreme cvetanja poklapa da bi se mogle oprašiti.

Oprašivanje voćaka – je prenošenje polenovih zrna iz otvorenih polenovih kesica na žig tučka istog cveta ili različitih cvetova tokom cvetanja. Ono je preduslov za oplodnju.

Oprašivanje može biti:

- Samooprašivanje (autopolinacija) – kada polen jednog cveta dospeva na žig tučka istog cveta ili žig tučka drugog cveta iste biljke ili drugih biljaka iste sorte
- Stranooprašivanje (alopolinacija) – oprašivanje između različitih sorti u okviru iste vrste. Može se obaviti samo preko posrednika koji obavljaju prenos polena: insekti (entomofilna polinacija) (većina voćnih vrsta) ili vetar (anemofilna polinacija) (orah, leska i kesten)

Oplođenje voćaka – je spajanje muških polnih ćelija iz polenovog zrna sa jajnom ćelijom i centralnom ćelijom koje se nalaze u embrionovoj kesici. Uspešno oprašivanje je uslov za uspešno oplođenje. Period koji prođe od oprašivanja do oplodnje iznosi 3-15 dana zavisno od vrste, sorte i temperature vazduha. Kod nekih vrsta traje i nekoliko meseci (leska).

Uspeh oplođenja zavisi od:

- seksualne kompatibilnosti gameta i
- spoljašnjih faktora.

Prema sposobnosti oplodjenja, koja zavisi od seksualne kompatibilnosti gameta, sorte voćaka su podeljene na:

-Samooplodne - breskva, kajsija, jagoda, malina, kupina, neke sorte trešnje, oraha, badema i leske

-Stranooplodne – neophodno gajenje više sorti u zasadu kako bi se mogle izvršiti oprašivanje i oplodnja. Jabuka, kruška, šljiva, neke sorte trešnje, višnje itd.

Kod mnogih sorti postoji pojava intersterilnosti – više različitih sorti se ne mogu međusobno oprašivati i oploditi. Sterilnost voćaka mogu da izazovu činioci genetske prirode i činioci spoljašnje sredine.

Genetička sterilnost – posledica je mutacije u genima jedra, na hromozomima, citoplazmi...takve biljke su izrazito stranooplodne, a nikad ane mogu biti opradživač za druge sorte.

Ekološka sterilnost – nastaje usled nepovoljnih ekoloških činilaca, prvenstveno neodgovarajućom temperaturom vazduha, ali i zbog oštećenja voćaka bolestima i štetočinama, primene fitotoksičnih pesticida i folijarnih đubriva itd.

Polna inkompatibilnost – pojava kada normalno razvijeno i funkcionalno sposobno polenovo zrno ne može da obrazuje cevčicu koja treba da stigne do semenog zametka da bi se obavilo oplodjenje. Javlja se u okviru iste sorte (autoinkompatibilnost) kao i između različitih sorti iste vrste (interinkompatibilnost). Navedeni mehanizam sprečava samooplodnju ali obezbeđuje stranooplodnju.

Zametanje plodova voćaka – uobičajeno nastaje posle oplodjenja i formiranja embriona. Međutim, zametanje plodova se može obaviti i bez oplodjenja kod nekih vrsta i sorti:

- Apogamija (apomiksis) je obrazovanje plodova bez oplodjenja, ali sa jasno formiranim semenom koje se razvija iz neoplođenih jajnih ćelija. Veoma retko se sreće, samo kod nekih sorti oraha, i predstavlja vid vegetativnog razmnožavanja pošto seme nastaje samo iz ćelija materinske biljke.

- Partenokarpija – obrazovanje plodova bez oplodjenja koji ne sadrže normalno razvijeno seme. Plodovi su sitniji, često asimetrični, lošijeg ukusa. Često se javlja kod kruške i nekih sorti jabuke, a značajna je jer na terenima sa čestim poznim mrazovima može ipak obezbediti prinos, pri tretiranju giberelinima nakon mraza.