

Upotreba biljnih regulatora rasta u prorijedi jabuka

Pucak, Antonio

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:471327>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonio Pucak

Preddiplomski stručni studij vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo

Upotreba biljnih regulatora rasta u prorijedi jabuka

Završni rad

Požega, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonio Pucak

Preddiplomski stručni studij Vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo

Upotreba biljnih regulatora rasta u prorijedi jabuka

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Prof.dr.sc. Aleksandar Stanisavljević, mentor
2. Dr. sc. Dejan Bošnjak, član
3. Tomislav Soldo, dipl.ing.agr., v.pred., član

Požega, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Završni rad

Preddiplomski stručni studij Vinogradarstvo-Vinarstvo-Voćarstvo

Antonio Pucak

Upotreba biljnih regulatora rasta u prorijedi jabuka

Sažetak:

U radu je obrađena tema prorijede plodova jabuke. Kod uzgoja jabuke imamo problem sa alternativnom rodnošću koja uzrokuje velike gubitke i neisplativost proizvodnje. Također, tržište traži velike plodove prve klase koji su kvalitetni i bez većih nedostataka. Kako bi se izbjeglo alternativno rađanje stabala i postigla veličina ploda za prvu klasu, voćari koriste sintetičke biljne hormone čije djelovanje obrađujemo u ovom radu.

Ključne riječi: prorijeda plodova, voćarstvo, biljni hormoni, alternativna rodnošću

19 stranica, 5 slika, 20 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Final work

Undergraduate professional study Viticulture-enology-pomology

Antonio Pucak

The use of plant growth regulators in apple thinning

Summary:

The paper discusses apple fruit thinning. In apple growing, we have a problem with alternative bearing that causes financial losses and non-profitable production. Also, the market demands big fruits of first class without flaws. To avoid alternative bearing in apple trees and achieve first class of fruits, fruit producers use synthetic plant hormones whose effects we cover in this paper.

Keywords: fruit thinning, pomology, plant hormones, alternative bearing

19 pages, 5 figures, 20 references

The final work is archived: in the Library of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in the digital repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek.

Sadržaj

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. Uvod | |
| Pregled literature | 2 |
| 1.1. Alternativna rodnost | 2 |
| 1.2. Opterećenje rodom | 3 |
| Biljni hormoni | 5 |
| 1.2.1. Auksini | 5 |
| 1.2.2. Giberelini | 6 |
| 1.2.3. Citokinini | 6 |
| 1.2.4. Apscizinska kiselina (ABA) | 6 |
| 1.2.5. Etilen | 7 |
| 1.3. Prorijeda jabuka | 7 |
| 1.3.1. Prorjeđivanje cvjetova | 9 |
| 1.3.2. Prorjeđivanje plodova | 10 |
| 1.4. Sredstva za prorjeđivanje jabuke | 11 |
| 1.4.1. Naftil-acet amid (NAD) | 11 |
| 1.4.2. Naftil-octena kiselina (NAA) | 12 |
| 1.4.3. 6-benziladenin (6BA) | 13 |
| 1.4.4. Ethephon(Ethrel) | 14 |
| 1.4.5. Karbaril (sevin) | 14 |
| 2. Metode rada | 16 |
| Zaključak | 17 |
| Popis literature | 18 |

1. Uvod

Kemijsko prorjeđivanje plodova je uobičajena praksa u svim područjima u kojima se proizvodi jabuka u svijetu. Prvi cilj prorjeđivanja je povećanje krupnoće ploda jer preveliko opterećenje rodnom rezultira u visokom postotku malih plodova. Pretjerani rod može negativno utjecati na boju plodova, količinu šećera, krupnoću i ostale komponente kvalitete. Također negativno utječe i na fiziološko stanje ploda i vrijeme skladištenja. Ovi efekti pretjeranog opterećenja rodnom dolaze od nezadovoljavajućeg omjera list-plod. Listovi, kroz proces fotosinteze, proizvode ugljikohidrate koji se koriste za rast plodova i doprinose kvaliteti ploda. (Forshey, 1986.).

Biljni regulatori rasta su kemijske tvari koje se koriste osim za prorjeđivanje i za modificiranje rasta biljke, kao što su poticanje rasta novih grana, sprječavanje rasta mladica, pospješivanje cvatnje, uklanjanje suvišnih plodova ili poticanje zriobe voća. Brojni faktori utječu na učinak regulatora rasta uključujući apsorpciju aktivne tvari u biljku, kondiciju i starost drveta, dozu, trenutak aplikacije, kultivar i vremenske uvjete prije, za vrijeme i poslije aplikacije regulatora rasta. U ovom radu prikazati ćemo upotrebu hormonskih preparata i njihove specifičnosti u proizvodnji jabuka.

Pregled literature

1.1. Alternativna rodnost

Alternativna rodnost kod voćaka podrazumijeva izmjenu rodni i nerodni godina i kompleksna je pojava, koja može biti uzrokovana genetskim ili ekološkim čimbenicima kao i tehnološkim postupcima u proizvodnji. Alternativna rodnost može biti potpuna (izmjena godine s obilnim prirodom i godine bez priroda) ili djelomična (nakon godine s obilnim prirodom slijedi godina sa znatno manjim prirodom). Izmjenjivanje rodni i nerodni godina posljedica je kompeticije između opterećenja rodnom u tekućoj godini i formiranja cvjetnih pupova za nadolazeću godinu. Intenzitet alternativne rodnosti se određuje indeksom alternacije, koji može značajno varirati između sorata unutar pojedine voćne vrste. Pošto alternativna rodnost direktno utječe na smanjenje količine priroda po jedinici površine, treba birati vrste i sorte manje podložne alternaciji, zatim odgovarajuće pedoklimatske uvjete za uzgoj, te pravovremeno provesti određene zahvate u proizvodnji (prorjeđivanje plodova, primjene preparata sa hormonskim djelovanjem, odgovarajuća zaštita, rezidba, ishrana i dr. (Čehić i Skenderović Babojelić, 2014.).

Pretjerani rod u tekućoj godini troši hraniva koja su neophodna za formiranje cvjetnih pupova, ali postoje i dokazi da sjemenke proizvode hormone koji imaju izravan inhibitory učinak na razvoj cvijeta. Jabuka je puno proučavana voćna vrsta, kada se radi o alternativnoj rodnosti i istraživanja su pokazala da je smanjeno formiranje cvjetnih pupova uzrokovano hormonima koji su proizvedeni u sjemenu, posebice je riječ o giberelinu. Među listopadnom skupinom voćaka alternativna rodnost može biti više ili manje izražena na: jabuci, kruški, šljivi, marelici (kajsiji), brusnici i borovnici. Primjećeno je i da se sorte unutar određene vrste znatno razlikuju u odnosu na alternativnost.

Ako uspoređujemo komercijalne sorte jabuka, tada sorte Gala, Jonagold, Idared i Granny Smith imaju nizak stupanj alternacije, tj. blago su joj sklone, Delicious skupina je umjereno sklona alternaciji, Golden Delicious pokazuje jaku osjetljivost, dok je Fuji izrazito sklona alternaciji. Osim toga i određeni klonovi jedne sorte imaju različitu sklonost prema alternaciji. Standardni Delicious, je manje sklona alternaciji, od svojih klonova koji više rađaju na kratkom rodnom drvetu, takozvani spur klonovi. (Soldo, T., 2012.)

Znanost još u potpunosti ne razumije kako alternativna rodnost funkcioniše, ali se zna da voćke koje alternativno rađaju imaju tragove apscizinske kiseline, supstanci nalik na

giberelinsku kiselinu, indol-octene kiseline i citokinine nalik kinetinu u stanicama. Alternativna rodnost mogla bi biti genetski uzrokovana. Rezidba se nije pokazala kao rješenje za sprječavanje alternativne rodnosti (Abbas i Rehman, 2022.).

Racsko (2008) je ustvrdio da nije adekvatno računati sklonost alternaciji prema razlikama u količini uroda, te je razvio novi indeks zvan „modificirani indeks alternativne rodnosti“ , koji u račun uzima intenzitet cvjetanja kultivara, da bi se odredila sklonost alternaciji.

1.2. Opterećenje rodnom

Postizanje visokih i redovitih priroda dobre kvalitete u nasadu jabuke moguće je jedino kombiniranom primjenom agrotehničkih i pomotehničkih mjera kojima se regulira rodnost: zrelom i zelenom rezidbom, prorjeđivanjem cvjetova i plodova, podsijecanjem korijena, probirnom berbom, navodnjavanjem i ishranom (Keserović i sur., 2016.).

Rodni potencijal je sposobnost drveta jabuke da formira cvjetne pupove u krošnji. Promjenjiv je i ovisi o mnogo biotskih i abiotskih čimbenika kao što su: sorta, podloga, pomotehničke mjere, klimatski faktori, bolesti, štetnici i korovi. Potencijal sorti na slabo bujnim podlogama je veći. Kod sorti koje imaju jako zametanje mora se obaviti kemijsko ili ručno prorjeđivanje cvjetova i plodova ili podsijecanje žila korijena. Na potencijalnu rodnost pupova se može utjecati ishranom voćaka, navodnjavanjem i probirnom berbom (Keserović i sur., 2016.).

„Voćke zameću preveliki broj plodova kada ih uzgajamo u povoljnom okruženju i hranidbeno odgovarajućim uvjetima.“ (Morade i sur., 2022.). Kod jezgričavih voćaka kao što su jabuke, kruške i sl. iz jednog pupa razvije se 5-6 cvjetova, a ako je bila jako dobra oplodnja, i do 5 mladih plodova (Slika 1.). To je preveliki broj plodova na jednom mjestu i ne mogu se svi razviti do veličine za prvu klasu jabuke (Slika 2.). Stoga je najbolje dio plodova skinuti i ostaviti samo jedan, a ponegdje i dva ploda ako imaju dovoljno mjesta i ako je mjesto prihvata za stablo dovoljno čvrsto da podnese toliku težinu. Ručno prorjeđivanje za povećani udio plodova u prvoj klasi najbolje je obaviti u fazi kada su plodići promjera 8 do 10 mm. Kod velikih plantažnih nasada regulacija rodnosti osim rezidbom i strojnim prorjeđivanjem cvjetova, vrši se kemijskim prorjeđivanjem preparatima na bazi biljnih hormona i bio regulatora kao što su: NAA, 6BA, NAD, IBA (Horvat, 2019.).

Optimalna veličina i kvaliteta plodova zahtjeva oko 30 listova po plodu. Prorjeđivanje voća

poboljšava omjer list-plod, tako što povećava lisnu površinu dostupnu za svaki od plodova koji ostaju na stablu. Broj listova se ne može povećati, stoga, promjene u omjeru list-plod su jedino moguće tako da smanjimo broj plodova (Forshey, 1986.).

Forshey (1986.) navodi da je kemijsko prorjeđivanje plodova povećalo dobit po jedinici površine.



Slika 1. Mali plodovi u gronji

(Izvor: <https://www.goodfruit.com/thinning-apples-with-more-confidence/>)



Slika 2. Plodovi jabuke u gronji

(Izvor: <https://www.gardeningknowhow.com/wp-content/uploads/2015/08/apple-thinning-1-400x249.jpg>)

Biljni hormoni

Biljni hormoni imaju ključnu ulogu u kontroliranju načina na koji biljke rastu i razvijaju se. Metabolizam pruža snagu i građevne blokove za život biljke a biljni hormoni su ti koji reguliraju brzinu rasta individualnih dijelova biljke te imaju kontrolnu ulogu u procesu reprodukcije. Oni utječu na fiziološke procese u jako malim koncentracijama. Procesu na koje utječu su rast, diferencijacija i razvoj tkiva, te drugi procesi poput rada puči. Biljni hormoni se isto nazivaju „fitohormonima“ iako se taj naziv rijetko koristi (Davies, P.J., 1995.).

Biljni regulatori rasta su kemijske tvari srodne auksinima, giberelini, citokinini, abscizinska kiselina i kemijske tvari koje utječu na status etilena (www.ontario.ca, 2023.).

1.2.1. Auksini

Auksini su pospješivači rasta, koji doprinose elongaciji odnosno izduživanju mladica, ali u visokim koncentracijama mogu inhibirati rast postranih pupova. Dodatno tome auksini se mogu koristiti kao herbicidi. U proizvodnji jabuka naftil octena kiselina (NAA) je sintetički auksin koji se može koristiti za proriјedu jabuka i za sprječavanje opadanja plodova netom prije berbe. (www.ontario.ca, 2023.). Auksini su hormoni rasta koje biljke same proizvode. Može ih se pronaći u vrhovima mladica i vršcima korijenja i potpomažu diobu stanica, rast stabljike i rast korijena. Mogu drastično utjecati na gibanja biljke, potpomažući diobu stanica na jednoj strani ovisno o svjetlu i gravitaciji.

Auksini imaju četiri ključna efekta na rast biljke: stimuliraju izduživanje mladica, pozitivno utječu na gibereline koji također potpomažu izduživanje stanica. To sve utječe na duljinu biljke. Charles Darwin i njegov sin Francis su uočili da se klice sjemenki savijaju prema svjetlu, no da li će nova mladica rasti u tlo ili prema svjetlu ovisi o tome gdje su locirani auksini.

Oni stimuliraju rast korijena jer kad apliciramo auksin na odrezanu stabljiku, stabljika će razviti korijenje. Auksini u cvjetovima promoviraju sazrijevanje stjenke plodnice i potpomažu korake u sazrijevanju plodova. (www.holganix.com, 2023.).

1.2.2. *Giberelini*

Giberelini (GA) potiču elongaciju stanica, rast mladica i uključeni su u reguliranje dormantnosti. Giberelin se može pronaći u sjemenkama, mladim listovima i korijenju. Ime potječe od „Gibberella fujikuroi“, gljivice koja proizvodi ovaj hormon a pripada u koljeno Ascomycota te uzrokuje pretjeran rast i slab urod kod riže. Smatra se da giberelini stimuliraju rast glavnih grana, kad ih se aplicira na cijelu biljku. Također su uključeni u izduživanje biljaka nakon izlaganja određenim okolišnim uvjetima, kao naprimjer dugi periodi svjetla. Giberelinska kiselina je giberelin kojeg pronalazimo u višim biljkama i gljivama i komercijalno je dostupna za biotehnoške upotrebe i znatno utječe na rast biljke. Upotrebljava se i na grožđu. Aplikacija giberelina je uobičajena praksa na besjemenoj sorti grožđa 'Sultanina' kako bi se povećala krupnoća ploda, a koristi se i kako bi se izazvala besjemenost kod nekih drugih vrsta grožđa (www.britannica.com, 2023.)

1.2.3. *Citokinini*

Citokinini potiču diobu stanica. Citokineza je dioba stanica. Uključeni su u razvoj grana i stimuliranje početka pupanja. Koriste se kao sredstva za prorijedu jabuka (www.ontario.ca, 2023). Citokinini se oslobađaju iz jedne stanice da bi regulirali funkcije druge stanice i služe kao kemijski glasnici. Utječu na promjene u ponašanju stanice koje su važne za velik broj fizioloških procesa, uključujući razmnožavanje, rast i razvoj te oporavak od oštećenja, ali su najbolje poznati zbog svojih uloga u imunom sustavu i obrani protiv organizama koji uzrokuju bolesti (www.britannica.com, 2023.).

1.2.4. *Apscizinska kiselina (ABA)*

Apscizinska kiselina kontrolira dormantnost pupova i sjemenki, inhibira rast mladica i uključena je u reguliranje transpiracije. ABA regulira mnoge aspekte rasta i razvoja biljke: sazrijevanje embrija, dormantnost sjemenki, klijanje, diobu i izduživanje stanica, inicijaciju cvjetanja i odgovore na okolišne stresove kao što su suša, zaslanjenost, hladnoća, napad patogena i UV zračenje. Apscizinska kiselina ne kontrolira abscisiju (opadanje lišća) direktno, njena prisutnost u organima za abscisiju se reflektira u njevoj ulozi u poticanju starenja ili odgovora na stres u procesima koji prethode abscisiji. Iako se dugo mislilo da je ABA inhibitor rasta, mlada tkiva u biljkama imaju visoke razine ABA-e (Finkelstein, 2013.).

1.2.5. Etilen

Etilen je najjednostavniji od organskih komponenti zvanih alkeni. Etilen je bezbojan, zapaljiv plin slatkog okusa i mirisa. Etilen je prirodni biljni hormon, koji inhibira rast i potiče opadanje lišća, te sazrijevanje voća. (www.britannica.com, 2023).

Etilen inhibira elongaciju mladica i razvoj lateralnih pupova. Kod jabuka i trešanja etilen je uključen u zriobu od fiziološki zrelog voća do zrelog voća. Ethephon (Ethrel) je sintetička komponenta koja otpušta etilen pri aplikaciji i koristi se da bi se ubrzala zrioba voća (www.ontario.ca,2023).

1.3. Prorijeda jabuka

U Hrvatskoj je registrirano sveukupno 16 različitih sredstava za regulaciju rasta biljaka i fiziotropa koji imaju dozvolu za primjenu u voćarskoj proizvodnji (www.agroklub.com, 2023.).

Za uspješno prorjeđivanje su potrebni dobri uvjeti za cvatnju i oprašivanje, a za uzgajivače je bitno i da mogu predvidjeti intenzitet oplodnje. Neki faktori pomažu bolje zametanje, a to su: odgovarajuće cvjetanje sa dobrom kondicijom biljke, odgovarajuća svježja pelud drugih diploidnih kultivara, potrebna je aktivnost pčela i drugih kukaca koji oprašuju i toplo vrijeme s temperaturom oko 18 °C, te uvjeti dobrog osvjetljenja i relativno mirnog vremena bez vjetrova i kiše (www.perennia.ca, 2023.).

To sve doprinosi zrelosti peludi i aktivnosti pčela. Faktori koji utječu na uspješno prorjeđivanje su vremenski uvjeti, npr. hladnije i vlažno vrijeme koje prethodi aplikaciji sredstva za prorijedu, može utjecati negativno na listove i dovesti do jačeg prorjeđivanja nego inače. Voćke koje su oštećene mrazom u fazi pupanja ili u cvatnji lakše se prorjeđuju. Uvjeti sporog sušenja nakon aplikacije sredstva za prorijedu povećavaju efekt djelovanja hormonskih prorjeđivača. Niska temperatura od oko 10 °C tijekom aplikacije smanjuje efekt prorjeđivanja. Niska vlažnost zraka uzrokuje brzo sušenje sredstva i slabiju apsorpciju sredstva nakon aplikacije i uzrokuje slabije prorjeđivanje. Duži oblačni periodi će smanjiti fotosintezu prije i poslije aplikacije sredstva i povećati efekt prorjeđivanja. Plodove koji su oplodeni u povoljnim uvjetima teže je prorijediti, a svaki stres prisutan na voćki olakšava prorijedu. O svemu ovome voćar treba voditi računa kada se odlučuje koliku će dozu preparata primijeniti prilikom prorijede. Voćke koje su jako procvjetale ili zametnule puno plodova lakše se prorjeđuju u usporedbi sa voćkama koje su slabo cvjetale

ili zametnule malo plodova. Voćke koje su prošle godine jako rodile ili bile izložene nekom stresu je lakše prorijediti. Voćke koje su slabe, pate od nedostatka hraniva, imaju oštećen korijen ili su prstenovane mogu biti previše prorijeđene (www.perennia.ca, 2023.).

Mlađe voćke je lakše prorijediti nego stare. Voće zametnuto na spuru (kratkom rodnom drvetu) na dobro osvijetljenim područjima na voćki (vrh ili vanjski dijelovi krošnje) se teško prorjeđuju dok se plodovi zametnuti na spuru u slabije osvijetljenim područjima lakše prorjeđuju. Kultivari, također, različito reagiraju na kemijske prorjeđivače. Laki za prorijedu su: Idared, Cortland bez spurova, Crveni delišes, Jonagold. Umjereno teški: Ambrosia, Empire Gala, Honeycrisp, McIntosh i Spur-tip Crvenog delišesa. Teški za prorijedu: Zlatni delišes, Gravenstein, Fuji, Paulared. Voćke koje rađaju na spurovima (kratko rodno drvo, Slika 3.), a uzgajaju se na određenim podlogama su također teške za prorijedu. Potrebna im je posebna pažnja kod rezidbe i ishrane da bi se potaknuo uravnotežen odnos između vegetativnog i rodnog drveta prije nego prorijeda postane učinkovita. Ti kultivari su osjetljivi na navedeno i ako se ne prorjeđuju, može doći do malih plodova (pygmies) i pojave alternativne rodnosti.



Slika 3. Spurovi na jabuci

(Izvor: <https://growgreatfruit.com/wp-content/uploads/2021/07/apple-spurs-1-1000x750-1.jpg>)

Drugi faktori koji utječu na prorjeđivanje su: veličina ploda, koja igra ulogu kod efektivnosti prorjeđivača. Većina kemijskih prorjeđivača najbolje djeluju kad ih se koristi na plodovima koji su veliki između 4mm i 14mm u promjeru. Ako nisu uključeni u proizvod, dodatak okvašivača će povećati učinkovitost prorjeđivača. Voćke koje su tretirane regulatorom rasta „Promalin“ tijekom cvatnje se lakše prorjeđuju. „Promalin“ je proizvod koji sadrži kombinaciju giberelinske kiseline 4 i 7 (GA₄₊₇) i 6-benziladenina (<https://www.valentbiosciences.com>).

Tretiranje sa sredstvom „Apogee“ da bi se kontrolirao rast mladica može povećati zametanje plodova i agresivniji program prorijede će biti potreban za te voćke. „Kad se svi ovi faktori uzmu u obzir uzgajivači su bili vrlo uspješni u prorjeđivanju i rijetko imaju drugačije rezultate.“ (www.perennia.ca, 2023.)

1.3.1. Prorjeđivanje cvjetova

Prorjeđivanje cvjetova jabuke ima niz pozitivnih efekata na redovnu rodost i kvalitetu plodova, a jedna od prednosti ranog prorjeđivanja je mogućnost ponavljanja tretmana regulatorima rasta u kasnijim fazama razvoja mladih plodova ukoliko prvi tretmani ne uspiju postići adekvatnu prorijedu (Keserović i sur., 2016.). Za prorjeđivanje cvjetova koriste se različiti preparati, a najčešće amonijev-tiosulfat (ATS). ATS se koristi za prorjeđivanje cvjetova jer se smatra bezopasnim za korisnike, okoliš i potrošače. ATS oštećuje cvjetne laticе, tučak i prašnike cvijeta, te ne dolazi do zametanja plodova. Više koncentracije mogu izazvati ožegotine na lišću. Prorjeđivanjem cvjetova primjenom 1 do 2%-tne otopine ATS-a, može se uspješno regulirati opterećenost stabla jabuke rodom i u godinama prije nastupanja pune rodosti. Koristi se u fazi pune cvatnje jednom do dvaput. Kada se vršni cvijet u cvatu otvori (Slika 4.) započinje se sa praćenjem trenutka kada će taj cvijet biti oploděn. Ovisno o vremenskim prilikama to može varirati između 12h i 48 h. Za to vrijeme otvore se i svi postrani cvjetovi u gronji (cvatu) i ti cvjetovi za razliku od središnjeg cvijeta nisu oplodeni, te ih voćar treba čim prije spaliti upotrebom ATS-a, kako se ne bi dogodila oplodnja. Bitno je pogoditi pravi trenutak za tretman. Ukoliko je voćar sve pravilno odradio kao nagradu će dobiti visok postotak krupnih plodova prve klase a nasad jabuka će i slijedeće godine imati potencijal za puni rod. Ne smije se nanositi na vlažne listove ili neposredno pred kišu jer u suprotnom izaziva ožegotine na listovima. Optimalna temperatura za tretiranje je između 18 i 22 °C (Keserović i sur., 2016.).



Slika 4. Središnji cvijet u gronji otvoren

(Izvor: [https://3.bp.blogspot.com/-](https://3.bp.blogspot.com/-u0xDajG7pWU/Tcc6UyAXXjI/AAAAAAAAAaU/uMejRMmg1uw/s1600/P5072386.JPG)

[u0xDajG7pWU/Tcc6UyAXXjI/AAAAAAAAAaU/uMejRMmg1uw/s1600/P5072386.JPG](https://3.bp.blogspot.com/-u0xDajG7pWU/Tcc6UyAXXjI/AAAAAAAAAaU/uMejRMmg1uw/s1600/P5072386.JPG))

1.3.2. Prorjeđivanje plodova

Sa dobrom oplodnjom 3-4 ili više plodova će biti zametnuto u svakom cvatu. Vršni cvijet (king-cvijet), ako dođe do njegovog zametanja će dati najveći plod u cvatu (gronji). Kemijsko prorjeđivanje će ukloniti dva ili više slabijih plodića u cvatu i ostaviti samo najjači (Slika 5.). To je idealno kod dobro uravnotežene voćke. Cilj kemijskog prorjeđivanja je ukloniti većinu suvišnih plodova, a ostatak bi trebao biti ručno uklonjen. Kod voćke koja ima previše spurova (štrljaka), plodovi bi još uvijek mogli biti preblizu jedan drugom u vrijeme berbe nakon kemijskog prorjeđivanja. Taj problem jedino može biti riješen pravilnim tehnikama rezidbe (www.perennia.ca, 2023.).



Slika 5. Prorijeđeni plodovi

(Izvor: https://d3qz1qhhp9wxfa.cloudfront.net/growingproduce/wp-content/uploads/2022/01/ACC_pome_trial_featured.jpg)

1.4. Sredstva za prorjeđivanje jabuke

Regulatori rasta koji su osnovna komponenta pripravaka za prorjeđivanje plodova u prorijedi jabuka su naftiloctena kiselina, naftilacetamid, 6-benziladenin, etefon i jedan insekticid iz grupe karbamata – karbaril (Akro i Poljak Laušić, 2008.).

1.4.1. Naftil-acet amid (NAD)

NAD je biljni hormon, derivat naftil-octene kiseline (NAA), koji se najčešće upotrebljava u fenofazi precvjetavanja kao sredstvo za prorijedu. Koristi se u situacijama kada je voćka slabijeg turgora. NAD je najmanje agresivan u odnosu na druga sredstva za prorijedu. Nikada ga ne treba koristiti za prorijedu Red Deliciousa, Fuji-a, i Braeburn-a, jer može izazvati efekt takozvanih „pygmies” plodova, kada plodovi ostaju u gronji i zaostaju u porastu. Aktivna tvar se apsorbira putem listova i uzrokuje formiranje apscisnog sloja između plodova i spurova. Bitno ga je pravovremeno aplicirati. Idealno ga je primijeniti u periodu kada otpadnu latice sa središnjih cvjetova u gronji. Obično su tada središnji plodovi u cvatu veličine između 3-5 mm u promjeru. Kada plodovi prijeđu veličinu u promjeru od 7 mm više se ne može očekivati uspjeh u prorijedi. Temperature pri kojima NAD ima dobar učinak kreću se između 12 °C i 25 °C, a najbolje ga je aplicirati kada su temperature između

21 i 24 °C. Potrebno je ovisno o volumenu krošnje primijeniti ga otopljenog u dovoljnoj količini vode da osiguramo dobro okvašivanje krošnje i omogućimo uvjete za sporije sušenje otopine, jer se tada ova aktivna tvar najbolje usvaja. Potrebno je prilikom primjene izbjegavati vjetrovito, hladno i suho vrijeme. NAD je dobar prorijeđivač za sorte poput Zlatnog Delišesa, koje se inače teško prorjeđuju (www.vocarskikrug.blogspot.com, 2023.).

1.4.2. Naftil-octena kiselina (NAA)

NAA je također hormonski prorijeđivač (auksin), koji se najprije koristio kao sredstvo za spriječavanje opadanja plodova. NAA je i najpotentniji (agresivniji) prorijeđivač, te može pri visokim dozama i visokim temperaturama par dana nakon tretmana izazvati prekomjerno opadanje plodova. Potreban je oprez u radu s njom. Ne preporuča je se koristiti na sortama koje se lagano prorjeđuju i koje su sklone prijevremenom opadanju plodova (Granny Smith). Već nakon 10-12 dana zahvaćeni plodovi počinju opadati. NAA utječe na aktivnost auksina, čime djeluje na fotosintezu i razvoj plodova. Primjena NAA kratkoročno ima vizualno dramatičan efekt, gdje listovi na voćki naglo gube turgor (izgled venuća), ali se vrlo brzo oporavljaju (kroz par dana). Obično je se primjenjuje dva tjedna nakon precvjetavanja. Ne preporuča je se primjenjivati prije, jer bi intenzitet prorijede mogao biti prevelik. Optimalni uvjeti za primjenu jesu topli, oblačniji periodi sa višom relativnom vlagom zraka, kada će se nanoseni materijal sporije sušiti i što bolje upiti u listove i plodove. Zbog toga je dobro tretirati sa što većom količinom vode. Ne preporuča ju se primjenjivati na temperaturama višim od 30 °C, jer tada može izazvati jaču prorijedu. Isto tako, NAA nije efektivna na temperaturama ispod 10 °C (www.vocarskikrug.blogspot.com, 2023.). Trgovački preparat na bazi NAA pod nazivom Fruitone N uzrokuje klonulost lišća nakon aplikacije koja privremeno zaustavlja vegetativni rast biljke i rast plodova. Razvoj slabih i malih plodova je zaustavljen sa primjenom NAA i opadanje se događa otprilike dva tjedna nakon aplikacije. Fruitone N se koristi od opadanja latica do 21 dan nakon cvatnje (www.perennia.ca, 2023.)

NAA je efikasna u rasponu koncentracije od 5 do 20 ppm (parts per million). Primjenjuje se najčešće u fazi kada je promjer centralnih plodova u prosjeku između 6 i 12 mm, u uvjetima temperature zraka od 15 do 20 °C i relativne vlažnosti zraka veće od 70 %. Ako su centralni plodovi promjera većeg od 15 mm, prorijeđivanje može biti suviše jako i mogu se pojaviti sitni i deformirani plodovi. Sorte jabuka fuji i delišes su posebno osjetljive na primjenu NAA u prorijedi plodova. Primijenjena kod sorte Red Delicious u fazi kada je promjer ploda veći

od 9 mm može izazvati zastoj u rastu plodova (tzv. patuljaste plodove), a ista pojava zabilježena je i kod sorti Fuji i Red Braeburn (Keserović i sur. 2016.).

1.4.3. 6-benziladenin (6BA)

Ovo je regulator rasta koji sadrži citokinin, koji potiče izduživanje stanica. On je i sastojak preparata Promalin (GA4+7) + BA6, kojeg se koristi u praksi za izduživanje plodova Deliciousa ili sprječavanje pojave mrežavosti na Golden Deliciousu, ali se u jačoj koncentraciji i dozi koristi zasebno, kao prorjeđivač. Najbolje rezultate postiže kada su vršni plodovi u cvatu u promjeru između 10 i 16 mm. Optimalne temperature za primjenu su između 18 i 25 °C. Ponekad ga se koristi pomiješanog sa nižom dozom NAA da bi se pojačao učinak prorjeđivanja, ali bi to moglo dovesti do pojave patuljastih plodova u određenim uvjetima. Dobrim se pokazalo miješanje sa NAA uz upotrebu okvašivača kod sorte Fuji. Za aplikaciju je potrebno koristiti dovoljne količine vode između 1000 i 2000 L/ha. Potrebno je dobro okvasiti krošnju, do točke kada će se višak tekućine kapanjem odvajati od krošnje. Potrebno je osigurati uvjete za sporije sušenje nanešenog materijala (tretirati rano ujutro). Jednolično i potpuno pokrivanje krošnje je ključno za uspjeh tretiranja. Najefikasniji je u periodu kada se promjer centralnog ploda u gronji kreće između 5 i 15 mm i ne preporuča se aplikacija više od dva puta tijekom jedne sezone tretiranja (www.vocarskikrug.blogspot.com, 2023.).

Prema Keserović i sur. (2016.) BA efikasno prorjeđuje plodove jabuke ako se primijeni u opsegu koncentracija između 50 i 150 ppm (parts per million), dok pri koncentracijama većim od 150 ppm može dovesti do izduživanja mladica i asimetrije plodova. Sorte Elstar i Red Delicious slabije reagiraju na primjenu BA te su za njih potrebne koncentracije više od 100 ppm, ali, one mogu izazvati negativne efekte kao što su pojava hrđaste prevlake ili nedovoljna obojenost. BA se primjenjuje u periodu kada je prosječan promjer glavnog ploda između 7 i 12 mm, a najčešće između 10 i 12 mm, što otprilike odgovara periodu od 14 do 21 dan nakon punog cvjetanja. BA pozitivno utječe na povećanje mase plodova, tako što smanjuje broj plodova na stablu i potiče diobu stanica. Ako ga se primjenjuje direktno na plodove, BA povećava čvrstinu ploda i količinu topive suhe tvari u plodu. Nakon primjene BA imamo bolje cvjetanje u idućoj godini zbog smanjenog broja plodova, ali i zbog toga što BA smanjuje broj sjemenki u plodovima, što dovodi do smanjenja količine giberelina kojeg luče sjemenke.

1.4.4. *Ethephon*(*Ethrel*)

Ethrel je široko korišteni biljni hormon koji se osim u prorijedi plodova upotrebljava i kao promotor bojanja i kao promotor boljeg zametanja cvjetnih pupova. Najviše ga se koristi u strategiji prorijede sorti koje se teže prorjeđuju (Fuji, Braeburn, Elstar, Red Delicious). Primjenjuje se od fenofaze crvenih balona pa do cvatnje sam u dozama od 200-300 ml/ha ovisno o sorti i zatim u fenofazi pune cvatnje u kombinaciji sa NAD-om. Nakon što plodovi prijeđu promjer od 20 mm opet se koristi samo ethrel. Nakon berbe koristi se zajedno sa ureom za jačanje pupova i ubrzavanje dozrijevanja odnosno lignifikacije (www.vocarskikrug.blogspot.com, 2023.).

Etilen je jedini biljni hormon koji djeluje u plinovitom stanju, a u visokim koncentracijama potencijalni je retardant. U upotrebu dolazi formuliran kao 2-kloretilfosforna kiselina (*Ethephon*). Efikasnost ethrela u prorjeđivanju plodova jabuke jako varira, ovisno o dozi i temperaturi zraka u trenutku primjene. Sredstvo se može upotrebljavati tijekom različitih fenofaza. Ako se koristi između faze crvenih pupova i cvjetanja, intenzitet prorjeđivanja je najjači. Ethrel je jedino sredstvo koje prorjeđuje plodove u stadiju kada promjer u prosjeku iznosi 25–30 mm.

Često ga se koristi za korektivni tretman u slučaju da prethodno prorjeđivanje nije dalo zadovoljavajuće rezultate. Kod primjene ethrela postoji opasnost od previše jakog prorjeđivanja, a posebno kod osjetljivih sorti kao što je Golden Delicious (Keserović i sur. 2016.).

1.4.5. *Karbaril* (*sevin*)

Karbaril je insekticid iz grupe karbamata čije je djelovanje na prorjeđivanje plodova slično djelovanju auksina. Apsorpcija ide putem ploda, a ne putem lista. Koristi se od opadanja latica do trenutka kada je promjer plodova 16 mm. Opadanje plodova započinje 5 – 10 dana nakon primjene.

Karbaril se često koristi i u kombinaciji s NAA ili BA, posebice kod sorti koje se teže prorjeđuju (Akro i Poljak Laušić, 2008.).

Preparat Sevin je registriran kao insekticid širokog spektra. Kasnije se saznalo da ga se može koristiti za prorjeđivanje plodova jabuke. Prisutstvo karbarila u žilnom sustavu biljke ometa pomicanje vitalnih kemijskih tvari. Procesi potrebni za rast plodova prestaju i plodovi otpadaju. Sevin se pokazao kao pouzdani prorjeđivač, koji nije fitotoksičan. Podatci

pokazuju da slabiji plodovi otpadnu tijekom lipnja, ali često u berbi imamo premalo plodova što bi moglo značiti da slabiji plodovi nastavljaju opadati i nakon lipanjskog opadanja.

Sevin daje fine čestice koje imaju manji potencijal za kontakt sa pčelama. Sevin koji preostane na površini plodova se može i dalje apsorbirati ako se ponovno dogodi kvašenje, što bi moglo biti uzrok opadanja plodova i nakon lipnja (www.perennia.ca, 2023.).

2. Metode rada

Ovaj pregledni rad izrađen je pažljivim konzultiranjem stručne literature iz područja voćarstva. U radu su korišteni znanstveni i stručni članci, te internetski portali koji tematiziraju primjenu hormonskih preparata u proizvodnji jabuka.

Zaključak

Alternativna rodnost je glavni problem kod voćarske proizvodnje i uzrokuje ogromne gubitke. Ovo je posebno izraženo u proizvodnji jabuka gdje i unutar jedne sorte imamo klonove koji mogu imati posve različitu sklonost alternativnom rađanju.

Kao najefikasnije rješenje suzbijanja alternativnog rađanja pokazala se kontrola opterećenja rodom. Danas voćar programira ciljano opterećenje plodova po svakom stablu a višak plodova se treba skinuti kako bi se izbjegla pojava alternativnosti.

Iako se kontrola opterećenja može do neke mjere provesti ručno, te mehaničkom strojnom prorijedom, ipak se danas u velikim voćnjacima kao glavna mjera za kontrolu opterećenja koristi kemijska prorijeda upotrebom biljnih hormona.

Biljni hormoni nezamjenjivi su alat u kontroli opterećenja i voćar treba poznavati osnovne principe djelovanja svakog od dostupnih hormona, kao i sve ostale faktore (klima, doza, kondicija biljke, sorta itd.), kako bi mogao na vrijeme i optimalno prorijediti nasade jabuka, posebno kod sorti i klonova osjetljivih na alternativno rađanje.

Popis literature

1. Agroklub: Pregled prema aktivnim tvarima - Regulatori rasta i fiziotropi. <https://www.agroklub.com/zastitna-sredstva/regulatori-rasta-i-fiziotropi-11/> (Pristup: 28.07.2023.)
2. Ali, H., Abbas, A., Rehman, A.U. (2022): Alternate bearing in fruit plants. Biol. Agri. Sci. Res. J. 1: 2. doi: <https://doi.org/10.54112/basrj.v2022i1.2>
3. Akro, B. i Poljak Laušić, K. (2008). Prorjeđivanje plodova jabuke. *Glasnik Zaštite Bilja*, 31 (5), 30-35. <https://hrcak.srce.hr/164003>
4. Carter, K., Pate, E., Green, A. Plant growth regulators. 03.08.2022. <https://www.ontario.ca/page/plant-growth-regulators> (Pristup: 22.07.2023.)
5. Čehić, A., Skendrović Babojelić, M. (2014): Alternativna rodnoš voćaka. // Zbornik sažetaka - 9. Znanstveno-stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem// Višnja Šimunović, Frane Strikić (ur.) Split. str.38 - 38. <https://www.bib.irb.hr/802028>
6. Davies, P.J. (2004): Plant hormones, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 776. str. https://www.academia.edu/9346963/Plant_Hormon
7. Encyclopaedia Britannica: cytokine. <https://www.britannica.com/science/cytokine> (Pristup: 27.07.2023.)
8. Encyclopaedia Britannica: ethylene. <https://www.britannica.com/science/ethylene> (Pristup: 27.07.2023.)
9. Encyclopaedia Britannica: gibberellin. <https://www.britannica.com/science/gibberellin> (Pristup: 27.07.2023.)
10. Ersek, K. : What Are Plant Auxins? And How Do They Affect Plant Growth?. 05.05.2016. <https://www.holganix.com/blog/what-are-plant-auxins-and-how-do-they-affect-plant-growth> (Pristup: 26.07.2023.)
11. Finkelstein, R. (2013): Abscisic Acid synthesis and response. Arabidopsis Book. 166. doi: <https://doi.org/10.1199%2Ftab.0166>.
12. Forshey, C.G. (1986.): Chemical fruit thinning of apples. C. G. Forshey Hudson Valley laboratory Highland, NY, New York's food and life sciences bulletin, 116. <https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/f6227fb4-870a-4671-8290-fa236eaaf228/content>
13. Horvat, A. : Alternativna rodnoš jabuke 01.04.2019. <https://www.savjetodavna.hr/2019/04/01/alternativna-rodnoš-jabuke/> (Pristup: 20.07.2023.)
14. Keserović, Z., Magazin, N., Milić, B., Dorić, M. (2016.): Voćarstvo i vinogradarstvo, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 151. str. <http://polj.uns.ac.rs/sites/default/files/udzbenici/Udzbenik-Vocarstvo-i-vinogradarstvo-A4.pdf>
15. Morade, A., Mhetre, V., Kadam, D., Kakade, V. (2022): The Role of Plant

- Bioregulators in Fruit Thinning.
<https://www.researchgate.net/publication/362387168> The Role of Plant Bioregulators in Fruit Thinning
16. Perennia: Thinners and growth regulators for fruit trees, 03.2010.
<https://www.perennia.ca/wp-content/uploads/2018/04/thinners-growth-regulations.pdf>
(Pristup: 15.07.2023.)
 17. Racsko, J. (2008): Crop Autoregulation of Apple on Different Growth Inducing Rootstocks. University of Debrecen, Ph.D Thesis, Hungary.
<https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/d77e77d1-3033-44f1-bb0c-72b607cbce0e/content>
 18. Soldo, T. : Alternativna rodnost voćaka, 25.02.2012.
<https://www.agroklub.com/vocarstvo/alternativna-rodnost-vocaka/6413/> (Pristup: 24.07.2023.)
 19. Voćarski krug: Kemijska prorijeda II dio.04.05.2015
<https://www.vocarskikrug.blogspot.com/2015/04/kemijska-prorijeda-drugi-dio.html>
(Pristup: 20.07.2023.)
 20. Voćarski krug: Kemijska prorijeda III dio. 04.05.2015.
<http://vocarskikrug.blogspot.com/2015/04/kemijska-prorijeda-jabuka-treci-dio.html>
(Pristup: 20.07.2023.)