

## **PRIMENA BILJNIH BIOREGULATORA KOD KONTINENTALNIH VRSTA VOĆAKA**

Dragan Radivojević, Jasminka Milivojević, Milovan Veličković,  
Čedo Oparnica

*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet*  
Email: draganr@agrif.bg.ac.rs

**Izvod.** Intenzivna proizvodnja voća, pre svega jabučastog i koštičavog, bez primene biljnih bioregulatora, koji su moćan alat za regulisanje brojnih fizioloških procesa u voćkama bi bila veoma teška. Najznačajniji bioregulatori su:  $\alpha$ -naftil sirćetna kiselina (NAA), 6-benziladenin (BA), giberelini (GAs), etefon, aminoetoksivinihglicin (AVG) i 1-metilciklopropen (1-MCP). Oni se uspešno koriste u proizvodnji sadnica za popravku njihovog kvaliteta. U rodnim zasadima se koriste za regulisanje bujnosti i rodnosti stabala voćaka, kao i za popravku kvaliteta plodova. Mogu se primeniti i na ubranim plodovima radi povećanja njihove skladišne sposobnosti i smanjenja pojave fizioloških bolesti tokom čuvanja.

**Gljučne reči:** NAA, BA, GAs, etefon, AVG, 1-MCP.

### **Uvod**

Biljni bioregulatori (PBRs) ili biljni regulatori rasta (PGR) su hormoni ili hormonima slične supstance koje podstiču, inhibiraju ili utiču na biološke ili biohemijske procese u biljkama (Dussi, 2011). Njihovo korišćenje je moćan alat za intenzivnu proizvodnju voća. Biljni bioregulatori (PBRs) su otkriveni kao sredstva koja mogu poboljšati prinose, kvalitet i dugotrajnost plodova (Greene, 2010). Oni imaju jedinstvenu osobinu da u nekim slučajevima ista aktivna materija indukuje različit odgovor biljke u zavisnosti od vremena primene i korišćene koncentracije (Dussi, 2011). Rast i reproduktivni potencijal stabla se obično kontrolišu korišćenjem različitih hemijskih sredstava. U rasadničkoj proizvodnji se primenom PBRs podstiče razvoj prevremenih mladara na sadnicama, povećava se formiranje adventivnih žila i indukuje se opadanje lišća. Kod voćaka u punoj rodnosti primenom PBRs mogu se regulisati sledeće fiziološke reakcije: razvoj bočnih mladara; povećanje ili inhibiranje formiranja generativnih pupoljaka; regulisanje rodnosti pospešivanjem opadanja cvetova odnosno plodova; odlaganje opadanja plodova pred berbu; popravka opšteg izgleda ploda; popravka oblika ploda; kontrola vegetativnog rasta; povećanje zametanja plodova; povećanje obojenosti plodova; ubrzavanje ili odlaganje sazrevanja plodova; suzbijanje rasta vodopija; povećanje tolerancije na stres (Greene, 2010), kao i sprečavanje pojave rđaste prevlake na plodu. Efekat primene nekog

PBRs nikada se ne može posmatrati izolovano, bez razmatranja fiziološkog statusa biljke, navodnjavanja, mineralne ishrane, rezidbe, sistema ganjenja, prijema i distribucije svetlosti u kruni, kao i meteoroloških uslova koji vladaju u trenutku primene sredstva.

## **Primena bioregulatora u proizvodnji sadnica**

Zasnivanje veoma intenzivnih zasada jabuke i kruške, a u poslednje vreme i trešnje zahteva velika finansijska ulaganja. Da bi se uložena sredstva što brže vratila, neophodno je obezbediti ranu rodnost (Theron et al., 2000; Wertheim et al., 2001), koja će ujedno kontrolisati i vegetativni rast stabla. Neophodno je da rodnost počne u drugoj godini i da se nastavi u godinama koje slede (Wertheim et al., 2000). Ranu rodnost je najlakše dobiti kada posađene sadnice poseduju veliki broj, više ili manje horizontalnih grana i ako se dobro razvijaju u prvoj godini posle sadnje (Wertheim et al., 2000; Hrotko et al., 2000; Yildirim i Kankaya, 2004;). Bočne grančice su mesto na kome se obrazuju prve kratke grančice sa generativnim pupoljcima, a ujedno su i prve grane za formiranje strukture stabla (Volz et al., 1994). Osim brže rodnosti velika prednost dobro razgranatih sadnica jabuke u odnosu na nerazgranate je i jednostavnije manipulisanje stablima u prvim godinama posle sadnje (Palmer i Warrington, 2000; Werth, 2003). Tokom eksploatacije, ovakve sadnice su produktivnije i zahtevaju manje radne snage za obrazovanje i negu stabala u zasadu (Van den Berg, 2003).

Za zasnivanje intenzivnih zasada jabuke, kruške, a u poslednje vreme i trešnje okalemljene na podlogama male bujnosti najbolje je koristiti sadnice koje imaju razvijene u što većem broju i dovoljno duge prevremene grančice koje su pozicionirane u zoni formiranja buduće krune voćke. Ovaj tip grančica se formira na aktivno rastućem mladaru iz letnjih pupoljaka. Međutim, kod većine voćnih vrsta bočni pupoljci na aktivno rastućim mladarima po pravilu ne daju prevremene grančice (Tromp, 1996). Aktivni vrh koji raste inhibira izrastanje mladara iz pazušnih pupoljaka istog mladara, i ta inhibicija se pripisuje, bar u delu, auksinu koji potiče iz vrha koji raste (Harris, 1975; Bubán, 2000; Wilson, 2000; Elfving i Visser, 2003; Neri et al., 2004). Da bi se bočni pupoljci na sadnicama aktivirali potrebno je da se savlada apikalna dominacija (Volz et al., 1994).

Mera koja se koristi za stimulisanje prirodne tendencije za formiranje prevremenih grana je višekratno uklanjanje mladih, nerazvijenih listova sa vrha rastućeg mladara (Wertheim et al., 2000; Bubán, 2000). Međutim, odstranjivanje mladih listića je dugotrajan i mukotrpan posao, a vrlo često i nedovoljno efikasan kod pojedinih sorti (Čmelik i Tojnko, 2005).

Jedan od najpouzdanijih načina za stimulisanje razvoja bočnih grana na aktivno rastućem mladaru je primena biljnih regulatora raste, čije korišćenje je obično efektivnije nego pinciranje centralne vođice nerazgranatih sadnica.

Utvrđeno je da regulatori rasta koji se ponašaju kao citokinini ili koji remete metabolizam auksina mogu da stimulišu razvoj bočnih mladara kada su primenjeni

na stablima jabuke (Elfving, 1985). Danas se u rasadničkoj proizvodnji za savladavanje apikalne dominacije i stimulisanje razvoja lateralnih mladara na sadnicama jabuke najčešće koriste citokinini, kao što je benziladenin (BA), primenjen samostalno (Elfving, 1985; Volz et al., 1994; Hrotko et al., 2000; Neri et al., 2004) ili u kombinaciji sa giberelinima (GA) (Gudarowska & Szewczuk, 2004). Često korišćeni preparat za kontrolu apikalne dominacije i podsticanja razvoja prevremenih grančica je Promalin, koji predstavlja mešavinu jednakih koncentracija giberelina (GA<sub>4+7</sub>) i citokinina (6-benzyladenine) u odnosu 1,8% : 1,8% (Wertheim i Estabrooks, 1994; Rossi et al., 2004; Čmelik i Tojnko, 2005; Radivojević et al., 2015). Uloga citokinina je da prekinu mirovanje letnjih pupoljaka i indukuju ćelijsku multiplikaciju, dok giberelini pospešuju izduživanje bočnih mladara (Hrotko et al., 2000; Rossi et al., 2004). Pomalin se koristi u koncentraciji 500-1500 mg l<sup>-1</sup> (Rossi et al., 2004), a jedan litar rastvora je dovoljan za 100-200 sadnica jer se prska samo vrh sadnice (Van der Berg, 2002; Radivojević et al., 2016).

Osim vrste fitohormona i njegove koncentracije veoma je bitan i broj tretmana. Wertheim & Estabrooks (1994) navode da višekratna primena bioregulatora može indukovati jače formiranje prevremenih grančica na sadnicama jabuke nego ako je izvršena jednostruka primena. Višekratnom primenom preparata smanjuje se mogućnost interakcije između primenjenih hemijskih sredstava i spoljašnjih činilaca. Balkhoven-Baart et al. (2000) su utvrdili da je za sorte jabuke koje imaju teškoće u formiranju bočnih grana potrebno 4-6 prskanja sa 600 mg l<sup>-1</sup> benziladenina, dok za sorte koje se jednostavno granaju 4-6 prskanja sa 300 mg l<sup>-1</sup> benziladenina je dovoljno da se dobiju dobro razgranate sadnice.

Efikasnost primene ovih preparata je velika ne samo kod 'knip' i jednogodišnjih, već i kod devetomesečnih sadnica jabuke (Radivojević et al., 2016).

Osim ovih regulatora može se koristiti i cyclanilide®, koji igra ulogu antiauksina u biljci (Elfving & Visser, 2006). On je registrovan u nekim državama SAD pod imenom Tiberon™ za indukciju prevremenih grančica na sadnicama jabuke, kruške i trešnje u koncentraciji 100 mg l<sup>-1</sup> (Elfving, 2010). On navodi da je jednokratna primena dovoljna za postizanje potrebnog broja prevremenih grančica na sadnicama.

## **Regulisanje rodnosti proređivanjem cvetova i plodova**

Danas je, više nego ikad, na tržištu svežeg voća od presudnog značaja njegov kvalitet. Od mnogih reči koje opisuju kvalitet ploda najznačajniji su njegova veličina, spoljašnji izgled, karakterističan i svojstven ukus, i prijatna tekstura. Nedostatak bilo kog ključnog atributa kvaliteta ploda može umanjiti vrednost proizvoda (Looney, 1993). Zbog toga se proizvođači voća moraju fokusirati na primenu svih mera koje će zadovoljiti zahteve tržišta da bi konstantno proizvodili plodovi visokog kvaliteta u maksimalnoj količini (Link, 2000). Često je nemoguće dovesti do maksimuma sve parametre kvaliteta zbog pozitivne i negativne reakcije između njih, zbog toga mora biti uspostavljen odgovorno balansiran kompromis između kvaliteta i kvantiteta

(Link, 2000). Jedan od preduslova redovnog prinosa je adekvatan broj cvetova po stablu svake godine, a samim tim i dovoljno formiranih generativnih pupoljaka u prethodnoj godini. To se može postići samo kada ne postoji suviše veliki broj plodova po stablu. Plodovi, preko njihovih semenki negativno utiču na formiranje generativnih pupoljaka, tj. preko hormona stvorenih u njima.

U godini kada voćke formiraju daleko veći broj cvetnih pupoljaka/cvetova nego što im je potrebno za rodost u tekućoj vegetaciji, a zamatanje plodova bude dobro, formira se prekomeran broj plodova koji predstavlja veliko opterećenje za voćku. Konkurencija između plodova redukuje njihovu veličinu (Dussi et al., 2006), a negativno utiče i na druge osobine: boju, oblik, ukus, čvrstoću i trajajnost. Većina voćnih vrsta ima samoregulatorne mehanizme koji uslovljavaju osipanje plodova, pre svega slabih, malih ili plodova sa nedovoljnim brojem semenki (Costa, 2013; Greene & Costa, 2013). Opadanje nedozrelih plodova odvija se različitim intenzitetom u različitim periodima razvoja ploda i zavisi od genetičkih i ekoloških faktora. Prirodno osipanje dovodi do redukcije broja plodova na stablu, ali je u najvećem broju slučajeva nedovoljno da garantuje plodove koji veličinom i kvalitetom zadovoljavaju potrebe tržišta (Bregoli, 2007). Zbog toga je neophodno primeniti regulisanje rodosti. Ono se postiže zimskom rezidbom i proređivanjem cvetova ili plodova, kao i sprečavanjem diferenciranja generativnih pupoljaka.

Zimska rezidba može se smatrati prvim korakom u kontroli rodosti voćaka, kojom se uklanja određena količina rodnog drveta i time se uspostavlja odgovarajuća ravnoteža između vegetativnog rasta i rodosti. Ona je kod jabuke, kruške i breskve nedovoljna za postizanje neophodnog kvaliteta ploda i redovne rodosti, tako da je proređivanje plodova u cilju optimalnog opterećenja stabala plodovima neophodno (Bregoli, 2007). Kod breskve i nekatarine ručno proređivanje plodova je uobičajena tehnika koja se koristi, a osnovni razlog je nedostatak pouzdanosti hemijskih sredstava za proređivanje (Greene & Costa, 2013). Kod kajsije, šljive, trešnje i sorti višnje namenjenih konzumu u svežem stanju rezidba može predstavljati efikasan alat za postizanje željenog opterećenja rodnom (Costa et al., 2013), mada u poslednje vreme i kod ovih voćnih vrsta zahtevi za povećanjem veličine ploda i kvaliteta povećali su interesovanje za proređivanjem ploda (Greene & Costa, 2013).

Proređivanje plodova kod jabučastih voćaka je od presudnog značaja za dobijanje plodova koji omogućavaju proizvođačima da ravnopravno učestvuju u međunarodnim marketima svežeg voća (Lopez, 2011). Ručno proređivanje koje se primenjuje kasno, posle janskog osipanja plodova, može omogućiti povećanje krupnoće plodova, ali ne i redukciju alternativne rodosti (Maas, 2006). Pored toga ono se izvodi sporo i predstavlja skupu meru zbog upotrebe velikog broja radnika. Prihvatljivo je jedino ručno proređivanje koje ima korektivnu funkciju posle uspešnog hemijskog proređivanja, jer se njime uklanjaju plodovi koji ne mogu biti prva klasa, bez obzira na broj plodova na stablu (sitni plodovi, tamno-zeleni plodovi blizu centralne vođice, asimetrični plodovi ili na bilo koji način oštećeni plodovi). Zbog toga se hemijsko proređivanje smatra najefikasnijom metodom, s obzirom na to da je najisplativija, relativno brza, može biti urađena u najkritičnijem trenutku i ima

najveći pozitivan efekat na diferenciranje generativnih pupoljaka (Greene & Costa, 2013).

Ovo je uobičajena tehnološka mera kod jabučastih voćaka. Hemijsko proređivanje je preduslov kod voćaka za 1) postizanje visokog kvaliteta plodova u smislu odgovarajuće krupnoće i obojenosti za prvu klasu, uključujući šećer (kao parametar ukusa) i dovoljnu čvrstoću (kao parametar za dobru trajašnost); 2) smanjenje potrebe za ručnim proređivanjem plodova; 3) savladavanje alternativne rodnosti (naizmenično smenjivanje godina sa malom i velikom rodnošću) obezbeđivanjem redovne umerene rodnosti (Costa et al, 2013; Greene & Costa, 2013). Za hemijsko proređivanje se mogu koristiti različite vrste hemikalija: đubriva, sredstva za zaštitu bilja, herbicidi i bioregulatori (Bound, 2010), koji pokazuju efikasnost ako se primene u cvetanju ili neposredno nakon zametanja plodova. Od korišćenih hemikalija se uvek traži da zadovolje potrebe voćara, potrošača i društva (Wertheim, 2000; Bregoli, 2007), posebno da nemaju štetno dejstvo na životnu sredinu. Uzimajući u obzir određenu gustinu stabala po ha, za svako stablo postoji optimalni broj plodova koji u berbi garantuje optimalnu veličinu ploda i maksimalni komercijalni prinos (Costa et al., 2013)

Najviše su u upotrebi sredstva koja pripadaju biljnim bioregulatorima. Upotrebom ovih sredstava pojačava se prirodni samoregulatori mehanizam osipanja plodova (Bangerth, 2000). Biljni bioregulatori mogu popraviti veličinu ploda, izgled ploda i unutrašnji kvalitet direktnim uticajem na rast i razvoj ploda i indirektnim preko regulisanja opterećena rodnom, bujnosti stabla i arhitekture krune (Looney, 1993). Proređivanjem se delimično uklanja seme kao prirodni izvor giberelina, koji sprečavaju formiranje cvetnih pupoljaka (Dussi et al., 2006). Međutim, treba znati da rezultati ove mere su često nepredvidivi jer nekada mogu rezultirati nedovoljnom proređivanju, a nekada prekomernom proređivanju (Greene & Costa, 2013).

Rezultati primene bioregulatora kao sredstava za hemijsko proređivanje zavise od brojnih faktora: vrste, sorte, meteoroloških činioca, postojanja protivgradne mreže i dr. Variranje u efikasnosti hemijskih sredstava za proređivanje plodova između godina, kao i tokom godine čini ih veoma teškim za precizno predviđanje trenutka za hemijsku aplikaciju i očekivanu efikasnost proređivanja dobijenu standardnom dozom sredstava za proređivanje (Robinson i Lakso, 2004).

Svaka sorta jabuke i kruške zahteva korišćenje specifičnog programa proređivanja s obzirom na to da njihov odgovor može biti različit u zavisnosti od klimatskih činilaca i primenjenih tehnoloških mera.

Regulisanje rodnosti primenom biljnih bioregulatora se može izvršiti proređivanjem cvetova ili zametnutih plodova. Proređivanje cvetova je efektivna mera zato što smanjuje konkurenciju između cvetova i zametnutih plodova što je ranije moguće (Costa et al., 2013). Ovu meru proizvođači bi želeli da izbegnu zbog mogućeg prolećnog mraza, tako da se preporučuje kod sorti jabuke sklonih alternativnom rađanju (Fudži, Elstar, Zlatni delišes). Koštičave voćke, posebno breskva se najčešće proređuju u ovoj fazi. Od bioregulatora se koristi etefon,

međutim on nije pouzdan, i njegova primena ne može postati rutinska mera zbog brojnih sporednih negativnih reakcija (Greene & Costa, 2013).

Proređivanje plodova se može izvršiti u relativno širokom vremenskom periodu. Normalan okvir je od cvetanja pa sve dok terminalni plodovi u cvasti ne postignu prečnik 16 mm (McArtney & Obermiller, 2012), odnosno 18 mm (Greene & Costa, 2013).

Efikasnost primenjenih sredstava uslovljena je različitim faktorima: vrsta, sorta, snaga stabla i potencijalni prinost, veličina ploda, vremenske prilike tokom, pre i posle primene sredstva, kao i metod aplikacije (koncentracija, količina vode, korišćenje adjuvanta) (Robinson i Lakso, 2004; Dussi, 2011).

Među sortama postoji velika razlika u odgovoru na hemijsko proređivanje plodova. Na primer kod jabuke postoje sorte koje su lake za proređivanje, dok su druge veoma teške, čak i kada se koriste različita hemijska sredstva ili njihova kombinacija (Costa et al., 2013).

Tako na primer proređivanje plodova kod sorte Fudži je veoma teško zato što ona ima visok stepen zametanja plodova i slabo prirodno osipanje (Belleggia et al, 2010). Sa druge strane sorte Greni Smit i Ajdared imaju izraženo veoma jako prirodno osipanje plodova.

Vremenske prilike umaju ključnu ulogu u reakciji voćke na hemijsko proređivanje (Greene & Costa, 2013), naročito temperatura, intenzitet svetlosti i vlažnost vazduha (Kolarič & Stopar, 2013). Veće osipanje plodova posle primene bioregulatora je povezano sa vremenskim prilikama koje favorizuju redukciju nivoa ugljenih hidrata u biljci, posebno nizak nivo svetlosti i povećana temperatura posle aplikacije sredstva (Fallahi & Greene, 2010). Temperatura posle BA primene je ključni faktor za dobijanje efikasnog proređivanja (Dussi et al., 2006).

Pored navedenih činilaca, opterećenje stabla rodnom, broj listova na kratkim grančicama i broj semenki u plodovima takođe utiču na efikasnost proređivanja (Fallahi & Greene, 2010).

Robinson i Lakso (2004) preporučuju primenu NAA i BA kada je prečnik ploda 8-12 mm, a dnevne visoke temperature su iznad 21°C, a ne više od 26°C u narednih 4 dana posle primene. Izbegavati primenu kada je sunčeva svetlost tri dana pre i posle trenutka primene manja od 10 MJ m<sup>-2</sup> dan<sup>-1</sup> (oko 40% od pune osunčanosti). Temperatura u trenutku primene ne smatra se bitnom.

## **Bioregulatori kao sredstvo za proređivanje cvetova i plodova**

### **NAA i NAAM**

Sintetička sredstva na bazi Auksina (NAA i njegov amid NAAM) su prvo otkrivena sredstva za proređivanja plodova (Wertheim, 2000). Ove komponente su uključene u formiranje sloja za odvajanje i uslovljavaju opadanje preko aktivacije etilena, koji indukuje hidrolitičke enzime poligalacturonasu i celulasu, koje takođe povećavaju intenzitet disanja i smanjuju intenzitet fotosinteze (Bangerth, 2000;

Dennis, 2000). NAAm se primarno koristi kao sredstvo za proređivanje u periodu opadanja kruničnih listića. Koristi se u koncentraciji između 35 i 50 mg l<sup>-1</sup> (Fallahi & Greene, 2010), a Wertheim (2000) navodi da koncentracija primene može biti i do 100 mg l<sup>-1</sup>. NAAm je postalo alternativno sredstvo jer se sa NAA može izazvati prekomerno opadanje plodova (Dennis, 2000). Wertheim (2000) smatra NAAm mnogo pouzdanijim sredstvom od NAA.

NAA dobre rezultate postiže kada se primeni kasnije, oko 15 dana posle cvetanja, pri krupnoći plodova 10-15 mm (Lakso et al., 2001). NAA se koristi u koncentracijama od 2 do 20 mg l<sup>-1</sup>, a u komercijalnim uslovima između 5 i 12 mg l<sup>-1</sup> (Fallahi & Greene, 2010). Manje koncentracije mogu usloviti skroman efekat proređivanja, dok visoke koncentracije mogu izazvati prekomerno proređivanje ili redukovanje veličine ploda ili izostanak povećanja krupnoće ploda čak i kada je operćenje rodnom značajno smanjeno (Fallahi & Greene, 2010), posebno kod sorte crveni delišes (Dennis, 2000). Ovo je dobro poznata posledica stresa koji NAA uslovljava posle primene (Link, 2000; Dorigoni & Lezzer, 2007), jer NAA smanjuje intenzitet fotosinteze do 34%, u trajanju od 5 dana posle primene (Untiedt & Blanke, 2001). Prema Dennis (2000) u nekim uslovima NAA može usloviti formiranje veoma sitnih plodova (“pygmy” fruit). (Zbog velike zavisnosti od klimatskih činilaca NAA nikada nije korišćen u nekim klimatskim područjima (Wertheim, 2000).

### **Etefon**

Etefon (2-chloroethylphosphonic acid) je sredstvo za proređivanje cvetova ili plodova, koje daje promenljive rezultate (Fallahi & Greene, 2010). U upotrebi je od 1969. godine. Njegovo dejstvo se zasniva na oslobađanju etilena tokom hidrolize unutar tretiranog tkiva (Dennis, 2000). Koristi se za proređivanje plodova kod jabuke, dok kod kruške nema smisla primenjivati ga zbog manjeg stepena oplodjenja nego kod jabuke. Daje promenljive rezultate zato što njegovo dejstvo zavisi od faze razvoja cvetnog pupoljka/ cveta, odnosno veoma je visoko u fazi roze pupoljka, dok je u fazi precvetavanja skoro ravno nuli.

Vreme primene zavisi od sorte. Prskanje u fazi balona se najčešće primenjuje kod sorti koje imaju izrazitu sklonost ka alternativnom rađanju (Fudži, Elstar, Zlatni Delišes). Kod crvenog delišesa proređivanje može biti dobro posle primene u punom cvetanju. Etefon u koncentraciji od 300 mg l<sup>-1</sup> primenjen na početku punog cvetanja postiže jak efekat kod sorte Elstar. Veće koncentracije (450–600 mg l<sup>-1</sup>) su potrebne pri veoma jakom cvetanju, uz moguću opasnost od prekomernog proređivanja cvetova, tako da primena ovog regulatora zahteva visok stepen iskustva u proređivanju (Clever, 2007). Osim sorte i faze razvoja cveta na efikasnost utiče i temperatura, koja uslovljava stepen oslobađanja etilena u tkivu. Visoka temperatru posle primene može izazvati prekomerno opadanje plodova (Dennis, 2000). Intenzitet proređivanje raste linearno sa povećanjem temperature od 12 do 24°C.

Ovaj preparat može usporiti rast ploda. Pri koncentraciji 250-300 mg l<sup>-1</sup> etefon je izazvao smanjenje broja plodova, koji su bili sitniji nego u kontrolnom tretmanu

(Link, 2000). Ponekad može izazvati i pojavu rđaste prevlake na plodovima (Clever, 2007)

Kod jabuke etefon se može koristiti i za proređivanje plodova. Aktivan je na početku junskog opadanja plodova kada je tendencija prirodnog opadanja visoka (Werthaim, 2000). On može biti koristan kao sredstvo sa visokim stepenom rizika pri krupnoći plodova od 20-25 mm, kada su ostala sredstva za proređivanje limitirana ili nemaju dobar efekat ili ne postoji druga održiva opcija proređivanja plodova (Fallahi & Greene, 2011). Kod sorte Zlatni delišes najveća osetljivost je pri krupnoći centralnog ploda 22-30 mm (Wertheim, 2000). Etefon u koncentraciji 400 ml l<sup>-1</sup> efikasno proređuje sortu Zlatni delišes u fazi od 20 mm razvoja ploda. Plodovi počinju da opadaju 3 dana posle tretiranja etefonom, a dejstvo prestaje nakon 11 dana (Yuan, 2007).

Međutim njegovo dejstvo je teško predvidivo u ovoj fazi razvoja ploda. Visoka koncentracija može izazvati totalno opadanje plodova, mada se to može dogoditi i sa malim koncentracijama (100–150 ml l<sup>-1</sup>). Ovaj efekat proređivanja se može neutralisati prskanjem sa giberelinima. Primena etefona može dovesti do boljeg cvetanja sledeće godine kod jabuke, posebno zbog inhibitornog efekta na rast mladara.

### **Benzil adenin (BA)**

Upotrebljava se od 1972. godine. Smatra se bezbednim sredstvom za korisne insekte, pre svega za pčele i prirodne neprijatelje grinja (Bound, 2006). Prvo je primenjivan u kombinaciji sa GA<sub>4+7</sub> (Promalin ili Accel), a kasnije samostalno (Dennis, 2000). U kombinaciji sa GA<sub>4+7</sub> je neefikasan kod sorti Fudži, Crveni i Zlatni delišes, dok je samostalno primenjen veoma efikasno i pouzdano sredstvo za proređivanje (Bound, 2006).

Mehanizam delovanja ovog sredstva je nedovoljno potvrđen. Yuan & Greene (2000) sugerišu da BA proređuje plodove preko redukcije sinteze ugljenih hidrata. Takođe povećana produkcija etilena može biti jedan od ključnih faktora, koji dovode do osipanja plodova (Dennis, 2000).

Pretpostavlja se da BA ispoljava efekat u proređivanju preko vegetativnog rasta. Kod 'spur' tipova Crvenog delišesa ima manju efikasnost zbog limitiranog vegetativnog rasta uslovljenog njegovom genetikom (Dal Cin et al., 2007).

Smatra se da je najbolji trenutak primene kada je prečnik plodova 10 mm (Wertheim, 2000; Yuan & Greene, 2000). Njegova uobičajena koncentracija primene je od 50 do 150 mg l<sup>-1</sup> (Fallahi & Greene, 2010). Bregoli et al. (2007) su utvrdili da u toplijim uslovima Italije (Emilia-Romagna), kod sorte Gala BA ispoljava najbolji efekat kada je krupnoća plodova 10–12 mm, dok u hladnijim uslovima (Južni Tiro) pri krupnoći 14–16 mm. Zbog toga temperatura može biti mnogo značajniji faktor nego veličina ploda za određivanje momenta primene BA (Yuan & Greene, 2000; Maas, 2006; Clever, 2007).



Benziladenin (BA) može pokazati efikasnost u povećanju krupnoće ploda jabuke čak i u odsustvu proređivanja plodova (Stover et al., 2001) preko povećanja deobe ćelija (Wertheim, 2000).

Upešno se može koristiti kod kruške (Lopez et al., 2011). Za sortu Pakams trijumpf, Bound & Mitchell (2002) su utvrdili da se najveći efekat postiže sa koncentracijom 100 to 150 mg l<sup>-1</sup> primenjenom 11 do 26 dana posle punog cvetanja. Za soru Viljamovka najbolje je primeniti BA pri krupnoći plodova 10 to 15 mm u koncentraciji 100 do 150 mg l<sup>-1</sup> (Dussi, 2011; Dusi & Sugar, 2011).

### **Kombinovana primena preparata**

Jedan od najvećih problema u primeni regulatora su promenljivi rezultati uslovljeni faktorima spoljašnje sredine i osobinama sorte. Najbolji način za redukciju varijabilnosti jeste kombinovanje hemikalija sa različitim mehanizmom delovanja ili njihovim korišćenjem jedan za drugim (Wertheim, 2000; Fallahi & Greene, 2010). Kombinacije se mogu primeniti same u različitoj fazi razvoja ploda ili u isto vreme u tank miksu (Fallahi & Greene, 2010). Kombinacija dve ili više hemikalija (simultana ili sekvencijalna) preporučuje se za sorte koje su teške za proređivanje, jer kod njih hemijska sredstva primenjena samostalno nisu dovoljna za efikasno proređivanje (Dennis, 2000). Primena sredstava koja imaju različite mehanizme delovanja imaju za posledicu zadovoljavajući stepen proređivanja plodova (Fallahi & Greene, 2010). Proizvodi kao što su etrel, NAA i BA se često primenjuju u različitim kombinacijama i u različito vreme u periodu od 3-4 nedelje posle cvetanja kako bi se postiglo jače osipanje plodova nego kada se primene jednokratno (McArtney et al., 2012). Kombinacija NAA i BA može inhibirati rast kod sorte Crveni delišes, mada kod drugih sorti ovakav efekat nije uočen (Link, 2000; Wertheim, 2000).

### **Novi preparati za proređivanje**

Uvek se radi na dobijanju novih preparata sa boljim karakteristikama, posebno onih koji će imati manji uticaj na potrošače ili životnu sredinu. Mnogi, nekada korišćeni preparati su zabranjeni za upotrebu. Od regulatora rasta u novijim istraživanjima radi se sa ABA i ACC.

ABA je prirodni retardant rasta. Primena ABA u koncentraciji 500 mg·L<sup>-1</sup> u punom cvetanju, opadanju kruničnih listića i pri krupnoći plodova 10-mm kod sorte kruške Viljamovka izaziva značajno proređivanje plodova, tako da su plodovi bili krupniji, čvršći i sa većim saržajem rastvorljive suve materije (Greene, 2012). Ono što je neprihvatljivo kod ove hemikalije je fitotoksični efekat, koji se manifestovao u pojavi žute boje lišća, kao i njegovog opadanja. Kod breskve, primena ovog sredstva u koncentraciji 250 mg·l<sup>-1</sup> i 750 mg mg·l<sup>-1</sup> (Giovanaz et al., 2015) pokazuje dobru efikasnost u proređivanju plodova. Međutim, BA primenjen nakon tretiranja sa ABA nije mogao da smanji pojavu žute boje lista i njegovo opadanje.

1-aminocyclopropane carboxylic acid (ACC) je prekursor etilena, koji se koristi kod jabuke za proređivanje plodova posle uobičajenog okvira proređivanja. Ovo je bitno za odloženo proređivanje, kada su plodovi krupnoće 18-30 mm u prečniku, obezbeđujući mogućnost proređivanja kada primarno proređivanje drugim sredstvima nije obezbedilo komercijalno prihvatljivi nivo prorede (McArtney & Obermiller, 2012).

## **Bioregulatori za sprečavanje diferenciranja generativnih pupoljaka**

Giberelini mogu sprečiti diferenciranje generativnih pupoljaka kod voćaka. Ova mogućnost može biti iskorišćenja za regulisanje rodnosti kod koštičavih voćaka, a u izvesnim situacijama i kod jabučastih. Kod breskve uobičajena proreda plodova se vrši ručno da bi se dobili plodovi tržišno prihvatljive krupnoće. S obzirom na to da je ručno proređivanje skupo i sporo, jedna od novijih strategija u regulisanju rodnosti je inhibiranje formiranja cvetnih pupoljaka. GA<sub>3</sub> primenjena 7, 10 i 13 nedelja posle punog cvetanja kod sorte breskve Redheven može smanjiti potrebu za ručnim proređivanjem od 40-90% (Coneva & Cline, 2006). GA<sub>3</sub> primenjena na početku diferenciranja generativnih pupoljaka (početak odrvenjavanja koštice) u koncentraciji 50-200 mg l<sup>-1</sup> sa 1500-3000 L vode po ha značajno redukuje cvetanje kod breskve i nektarine naredne godine (do 50%) bez uticaja na visinu prinosa (Gonzalez-Rossia et al., 2007). Efekat redukcije cvetova je najveći u bazalnom delu letorasta i postepeno se smanjivao prema njegovom vrhu. Autori za područja gde postoji opasnost od pojave prolećnog mraza preporučuju kombinovanje GA<sub>3</sub> u koncentraciji 50-150 mg l<sup>-1</sup> i dopunskog ručno proređivanja.

Za razliku od breskve, kod trešnje redukovanje rodnosti se obično vrši primenom zimske rezidbe. S obzirom na to da se danas najviše koriste podloge kontrolisane bujnosti, kao što je Gisela 5, koje podstiču produktivnost, a zahtevi tržišta za krupnim plodovima trešnje neprestano rastu javlja se potreba za dodatnim regulisanjem rodnosti i kod ove voćne vrste (Lang & Ophard, 2000). GA<sub>3</sub> primenjena u koncentraciji od 30 do 100 mg l<sup>-1</sup> od kraja faze I (početak lignifikacije koštice, krupnoća ploda oko 13 mm) do kraja faze II (promena boje od zelene do slamasto žute, prečnik ploda oko 18 mm) redukuje broj generativnih pupoljaka na rodnoj grančici, ali ne smanjuje broj cvetova u jednom pupoljku. Redukcija je jača u osnovi jednogodišnjih grančica nego na majskim buketićima. Primenjena koncentracija ne utiče na visinu prinosa (Lenahan et al., 2006). GA<sub>3</sub> takođe usporava sazrevanje ploda trešnje u zavisnosti od primenjene koncentracije.

Kod jabuke se mogu primeniti giberelini kod sorti sklonih alternativnoj rodnosti u godini kada na stablima nema dovoljno plodova da bi se sprečilo preobilno cvetanje narednih godine. Za razliku od koštičavih voćaka, kod jabuke efikasnost GA<sub>4+7</sub> veća je nego GA<sub>3</sub> u redukciji diferenciranja generativnih pupoljaka, kako na kratkim grančicama tako i na lateralnim pozicijama. Najbolje je primeniti tri puta (4, 6, i 8 nedelja posle cvetanja) u koncentraciji 100 mg l<sup>-1</sup> (Devis, 2002)

## Bioregulatori za sprečavanje opadanja plodova pred berbu

Neke sorte jabuke kao što su Jonagold, Crveni delišes, Ajdared, a u manjoj meri i Zlatni delišes, koje su ujedno i najznačajnije za gajenje u Srbiji, produkuju velike količine etilena i sklone su opadanju plodova neposredno pred berbu, pre nego što postignu optimalnu boju, zrelost i veličinu. Od regulatora rasta za sprečavanje ove nepovoljne pojave mogu se koristiti NAA, AVG i MCP.

Najstarije sredstvo koje se koristi za sprečavanje opadanje plodova je NAA. Jedna primena NAA može odložiti opadanje plodova 10-14 dana posle tretmana. Sa dve primene se odlaže period opadanja plodova. Međutim, pošto NAA pojačava produkciju etilena koji dovodi do omekšavanja plodova, što je obično pojačano sa dve aplikacije NAA ili toplim vremenom nakon prve primene (Yuan & Li, 2008).

Amino ethoxy vinyl glycine (AVG, trgovačko ime = Retain) je inhibitor ACC synthase, prvog koraka u sintezi etilena u plodovima (Lurie, 2010). Značajno smanjuje opadanje plodova pred berbu kod sorte Mekintoš (Robinson et al., 2010). On se može primeniti i kod koštičavih voćaka za sprečavanje opadanja plodova (breskva, nektarina i šljiva) što im omogućava da postignu krupnije plodove (Lurie, 2010). Kao sporedni negativni efekat redukovanja opadanja plodova izazvanih primenom AVG-a je odlaganje razvoja dopunske boje ploda, što se od strane brojnih proizvođača smatra velikim nedostatkom ovog sredstva (Robinson et al., 2006). Zbog toga se primenjuju manje koncentracije od preporučenih ili se vrši prskanje bliže normalnom datumu berbe da bi se eliminisao negativan uticaj na boju ploda, uz postizanje zadovoljavajuće kontrole opadanja plodova. Međutim, pojedinih godina AVG nepotpuno kontroliše opadanje plodova. To se dešava u toplim godinama kada u avgustu dnevne temperature prelaze 35°C, biljke doživljavaju stres i produkuju veću količinu etilena i formiraju sloj za odvajanje početkom ili sredinom avgusta. U tim godinama AVG primenjen u propisanoj koncentraciji i u određeno vreme može smanjiti, ali ne i u potpunosti zaustaviti opadanje plodova (Robinson et al., 2010).

Kombinacija AVG i NAA kontroliše osipanje plodova sorti Crveni delišes i Zlatni delišes bolje nego obe hemikalije pojedinačno (Yuan & Li, 2008). Slično je i kod sorte Mekintoš. Kombinacija AVG (822 g·ha<sup>-1</sup>) i NAA (20 mg·l<sup>-1</sup>) primenjena dve nedelje pre normalnog datuma berbe ima sinergistički efekat i može kontrolisati bolje opadanja plodova nego kada su obe supstance primenjene pojedinačno (Robinson et al., 2010)

Osim pojedinačne ili kombinovane primene AVG ili NAA za sprečavanje opadanja plodova se može koristiti posebna formulacija 1-MCP (Methylcyclopropene), namenjena za korišćenje u polju pre berbe (Yuan & Li, 2008). Primena 1-MCP redukuje sintezu etilena i usporava omekšavanje plodova nakon čuvanja. 1-MCP (160 ili 320 mg l<sup>-1</sup>) i AVG (125 mg l<sup>-1</sup>) + NAA (20 mg l<sup>-1</sup>), kada se primene 15 dana pre planiranog termina berbe značajnije redukuju opadanje plodova od NAA ili AVG korišćenih pojedinačno, proširujući sezonu berbe plodova uz zadržavanje kvaliteta plodova (Yuan & Li, 2008). Između jednostruke i dvostruke primene 1-MCP ne postoji razlika u produkciji etilena, čvrstoći ploda i kontroli

opadanja plodova (Yuan & Li, 2008). Primena 1-MCP u polju kod sorte kruške Viljamovka pokazuje istu efikasnost na sprečavanje opadanja plodova kao i NAA (Villalobos-Acuna et al., 2010). Čuvanjem ovakvih plodova u trajanju dužem od 3,5 meseci efekat primene se postepeno gubi.

Kod sorte jabuke Hanikrisp tretiranje sa 1-MCP (3,8% a.i.; Harvista; AgroFresh Inc., Spring House, PA) pre berbe u koncentraciji 160 mg l<sup>-1</sup> uz utrošak vode od 1850 L ha<sup>-1</sup> može se samnjiti učestalost pojave Soft skalda do 6 meseci u hladnjači, a zadržati dobra čvrstoća ploda (DeEll & Ehsani-Moghaddam, 2010).

### **Bioregulatori za poboljšanje kvaliteta plodova**

Giberelinska kiselina se najčešće koristi za popravljavanje oblika ploda kod voćaka jer izdužuje oblik ploda, smanjuje pojavu rđaste prevlake i utiče na razvoj partenokarpnih plodova (Looney, 1993). Rđasta prevlaka i pojava beličaste prevlake na pokožici ploda (scarf skin) su kozmetičke promene na plodovima pojedinih sorti jabuke koje su inicirane povredama u epidermalnom i hipodermalnom sloju ćelija u prvih 40 dana posle cvetanja. Ova oštećenja mogu izazvati velike ekonomske štete kod nekih sorti jabuke. Uobičajeno se primenjuje GA<sub>4+7</sub> odmah nakon cvetanja da bi se umanjila jačina štete.

Trešnja tretirana sa GA<sub>3</sub> pokazuje manje rupičavosti, poremećaj koji se javlja posle iznošenja iz hladnjače, a uslovljen je ubojima napravljenim na plodovima tokom berbe. Kod nekih sorti trešnje primena GA<sub>3</sub> u koncentraciji 20 mg l<sup>-1</sup> (početak faze II-odrvenjavanje koštice) usporava sazrevanje podova, smanjuje pucanje plodova zbog dejstva kiše, povećava masu ploda i sadržaj rastvorljive suve materije (Usenik et al., 2005).

Primena etefona kod sorte jabuke Jonagold (480 mg l<sup>-1</sup> četiri nedelje pre očekivane berbe) podstiče razvoj antocijana, ali ne i drugih flavonoida ili hlorogenske kiseline. Sa druge strane, primena GA<sub>3</sub> (500 mg l<sup>-1</sup> 17-19 nedelja posle punog cvetanja) usporava razvoj antocijana u pokožici ploda ove sorte (Awad & de Jager, 2002).

### **Bioregulatori za poboljšanje trajajnosti i skladišne sposobnosti voća**

Jabuka kao sveže voće ima najveću potrošnju među kontinentalnim voćem tokom cele godine (Lu, 2012). Senzoričke osobine kao što su čvrstoća ploda, ukus i izgled su veoma značajni parametri kvaliteta, ali osim njih od velikog značaja je i sadržaj hranljivih komponenti.

Jedan od načina za produženje sezone čuvanja i prodaje plodova klimakteričnog voća, a najviše jabuke je primena odgovarajućih tehnologija čuvanja. Danas se koriste savremene hladnjače sa niskim sadržajem kiseonika (LO), veoma niskim sadržajem kiseonika (ULO) i najnoviji tip hladnjače je sa dinamički kontrolisanom atmosferom preko praćenje fluoroscencije hlorofila (DCA-CF). Ona

sadrži ekstremno niski sadržaj kiseonika da bi se redukovalo disanje i odložilo dozrevanje plodova (Zanella & Rossi, 2015). Direktna efekat DCA-CF hladnjače je limitiran na period čuvanja unutar komore, dok efekat 1-MCP tretmana se može nastaviti i nakon vađenja plodova iz hladnjače (Zanella & Rossi, 2015). 1-MCP tretman može inhibirati sintezu isparljivih organskih komponenti redukujući aromu voća (Mattheis, 2008), dok je negativni sporedni efekat manje izražen na plodovima koji su izloženi čuvanju u DCA-CF

Drugi način koji se koristi za produžetak čuvanja i trajašnosti klimakteričnih plodova jeste primena bioregulatora koji inhibiraju aktivnost etilena. Methylcyclopropene (1-MCP) je osnova nove tehnologije čija primena se povećava da bi se popravio stepen čuvanja plodova posle berbe i održao njihov kvalitet. 1-MCP deluje preko preferencijalne interakcije sa receptorima etilena, tako da inhibira efekat kako endogenog tako i egzogenog etilena i tako uslovljava usporavanje procesa dozrevanja plodova i produkcije etilena u njima (Zanella & Rossi, 2015).

Koristni efekti 1-MCP preko usporavanje disanja i produkcije etilena ogledaju se u usporavanju dozrevanje plodova i ublažavanju nekih fizioloških bolesti koje se javljaju tokom dozrevanja, a izazvane su etilenom (Mattheis, 2008; Lu, 2012; Park, 2012). Ozbiljni fiziološki poremećaji na plodovima se mogu ispoljiti tokom čuvanja jabuka u hladnjačama, a površinski skald je jedan od glavnih oštećenja na plodovima sorte Greni smit. Skald ne zahvata meso ploda, a prepoznaje se kao prisustvo braon fleka nepravilne veličine na pokožici ploda. Plodovi sorti jabuke imaju veliku osetljivost na ovu pojavu, posebno kada su ubrani u nedozreloom stanju. Primena MCP u koncentraciji od 625-900  $\mu\text{l l}^{-1}$  sprečava pojavu skalda (Mogia et al., 2009; Tomic, et al., 2016). On deluje tako to što smanjuje sadržaj svih komponenti koje utiču na pojavu skalda:  $\alpha$ -farnesene (AF), konjugovanih triena (CT) i ukupnih antioksidanata (AO), i povećava stabilnost ćelijske membrane (Mogia et al., 2010). Osim kod sorte Greni Smit MCP može smanjiti pojavu skalda i kod sorte Crveni delišes (Golding et al., 2005). Plodovi sorte Greni Smit tretirani sa 1-MCP se uspešno mogu čuvati i u hladnjačama sa normalnom atmosferom pri čemu zadržavaju dobre senzorne karakteristike u odnosu na plodove tretirane sa DPA ili netretirane plodove (Tomic et al., 2016).

Kod koštičavih voćaka efikasan je samo kod šljive, dok kod breskve i nektarine nije pokazao efikasnost (Lurie, 2010).

## **Bioregulatori za regulisanje bujnosti voćaka**

Visokointenzivni sistem gajenja jabuke i kruške je polazna tačka modernog voćnjaka. Mala stabla koja ulaze u rodnost u drugoj godini nakon sadnje su osnovni preduslov za postizanje redovnog i visokog prinosa sa plodovima visokog kvaliteta uz smanjenje troškova berbe i rezidbe. Zato je veoma bitno u takvim voćnjacima držati bujnost pod kontrolom.

Prekomeran vegetativni rast dovodi do nedovoljnog prodora svetlosti u unutrašnost krune i redukovanja formiranja dopunske boje na plodovima, krupnoće ploda (Unrath, 1999), kontrole bolesti i štetočina (Miller & Tworkoski, 2003) i diferenciranja generativnih pupoljaka, posebno u donjoj polovini krune. Tome najviše doprinosi bujni porast mladara u vršnom delu krune u visokointenzivnim zasadima sa smanjenim rastojanjem između redova, a povećanom visinom stabla. Osim toga, ako postoji sistem protivgradne mreže, terminalni mladari, skloni su prorastanju kroz mrežu otežavajući i poskupljujući manipulaciju sa istom.

Potreba za dobijanjem visokih prinosa po jedinici površine sa krupnim plodovima često zahteva pojačano navodnjavanje i ishranu biogenim elementima, koji dodatno pojačavaju bujnost, bez obzira na to što su za zasnivanje ovih zasada korišćene slabo bujne podloge.

Za kontrolu bujnosti najbolje je koristiti nehemijske metode. Upotreba podloga male bujnosti i dobra rodnost omogućavaju najefikasniju kontrolu rasta stabla. Osim njih koriste se i druge tehnike koje sputavaju preveliki porast mladara u kruni. Glavna mera jeste zimska rezidba, koja osim kontrole rodnosti kontroliše i bujnost stabla. Takođe i letnja rezidba može smanjiti bujnost stabla. Pored njih mogu se primeniti i dodatne mere: rezidba korenovog sistema, zasecanje debla, postavljanje metalnih prstenova, savijanje grana i redukcija ishrane ili navodnjavanja. Ove mere mogu biti veoma skupe za izvođenje, a neke su i veoma rizične. Primenjene mere moraju biti usklađene sa karakteristikama sorti, koje u okviru određene voćne vrste pokazuju različite stepene bujnosti (Rademacher et al., 2004).

### **Upotreba bioregulatora za kontrolu bujnosti**

Ponekad se moraju koristiti i hemijske mere koje se zasnivaju na upotrebi regulatora rasta. Oni se koriste u poslednjih nekoliko decenija. Svi PGR (chlormequat, daminozide i paclobutrazol) koji se koriste za regulisanje bujnosti, izuzev etefona, zasnivaju se na redukciji sinteze giberelina (GA) (Rademacher, 2000; Lurie, 2010). Upotreba najvećeg broja je zabranjena zbog toksičnosti (daminozid), odnosno velike količine rezidua (chlormequat chloride) koja je dovela do kontaminacije zemljišta (Rademacher et al., 2004) i velike stabilnosti u biljkama (paklobutrazol). Korišćenje etefona, sredstva koje oslobađa etilen, kao retardanta rasta je moguće, ali može imati ograničeno korišćenje na rodnim stablima zato što u zahtevanim dozama za efektivnu kontrolu rasta stabla može izazvati značajno proređivanje plodova.

Novi regulator rasta prohexadione–calcium® - ProCa (BASF 125W) je registrovan za upotrebu kod jabuke i kruške u Severnoj Americi (Apogee) i Evropi (Regalis).

ProCa je takođe inhibitor biosinteze giberelina i ima karakteristike redukovanja rasta mladara (Unrath, 1999). On redukuje GA<sub>1</sub> nivo (aktivni giberelin) i povećava koncentraciju njegovog prekursora GA<sub>20</sub> (neaktivni giberelin). Koristi se za folijarno tretiranje. Ne poseduje rezidualne efekte na voćkama (Rademacher et al.,

2004). Smatra se bezbednom hemikalijom jer se koristi u maloj koncentraciji, vrlo brzo se razlaže (ograničena postojanost), tako da on ne predstavlja opasnost za potrošača i životnu sredinu.

Upotrebom ovog regulatora rasta smanjenje rasta mladara može biti veće od 40%. Redukovan rast mladara uslovljen je skraćivanjem internodija, a ne smanjenjem broja nodusa (Bubán et al., 2004). Kod jabuke su se pokazale kao mnogo efikasnije višekratne primene ProCa u malim koncentracijama nego jednokratna primena (Unrath, 1999). Prvo prskanje se primenjuje jednom kada mladari počnu da rastu i drugi put tokom sezone rasta, na početku novog porasta mladara. Drugo prskanje je obično potrebno da bi se izbegao ponovni rast mladara (Medjdoub et al., 2004).

Odgovor na jednokratnu primenu traje 3-4 nedelje, tako da višekratne primene treba vršiti na 2-3 nedelje (Unrath, 1999). Ako su doze primene ispod  $125 \text{ mg l}^{-1}$  tokom perioda osetljivog za zametanje plodova (opadanje kruničnih listića pa sve do 14 dana posle opadanja kruničnih listića) kvalitet plodova nije ugrožen (Unrath, 1999). Primena ProCa kod nekih sorti kruške u koncentraciji  $50\text{-}250 \text{ mg l}^{-1}$  primenjena jednom do tri puta redukuje rast mladara kod svih sorti (Smit et al., 2005).

### **Sporedno pozitivno dejstvo primene prohexadione–calcium (ProCa)**

McArtney et al. (2006) su utvrdili sinergistički efekat ProCa sa  $\text{GA}_{4+7}$  protiv pojavljivanja beličaste prevlake na pokožici ploda (“scarf skin”) kod sorte Gala. Prohexadione–calcium ( $250 \text{ mg l}^{-1}$ ) primenjen dva dana posle prvog tretmanom  $\text{GA}_{4+7}$  u koncentraciji  $20 \text{ mg l}^{-1}$  (od ukupno tri tretmana) može značajno više smanjiti intenzitet pojave beličaste prevlake na pokožici ploda nego samostalna primena oba preparata. Ovi autori smatraju da ProCa, inhibirajući enzim dioksigenazu zavisnu od 2–oksoglutaridne kiseline, rezultira povećanjem nivoa endogene  $\text{GA}_4$  i redukuje smanjenje nivoa  $\text{GA}_4$  i  $\text{GA}_7$ , koje su dodate egzogeno.

ProCa kod nekih sorti jabuke povećava zametanje plodova kada se primeni u trenutku opadanja kruničnih listića u početnoj dozi od  $125\text{-}250 \text{ mg l}^{-1}$  (Greene, 2007). Njegova primena može smanjiti pojavu bakteriozne plamenjače kod jabuke i kruške (Bubán et al., 2004), ali u koncentracijama većim od  $250 \text{ mg l}^{-1}$ . Kod kruške sekundarno cvetanje može biti značajno smanjeno primenom ProCa, čak i do 80% (Costa et al., 2001). Sekundarni cvetovi su često mesto prodora bakterije *Erwinia amylovora*, koja izaziva pojavu bakteriozne plamenjače (Rademacher et al., 2004).

Tri tretmana sa ProCa sorte Krips pink u koncentracijama od  $500$  i  $750 \text{ mg l}^{-1}$  izvedena 3, 33 i 63 dana posle punog cvetanja značajno povećava procenat crvene boje na plodovima (Wan Zaliha & Singh, 2013).

### **Sporedno negativno dejstvo primene prohexadione–calcium (ProCa)**

Uticaj na zametanje i krupnoću plodova i diferenciranje generativnih pupoljaka je često kontradiktoran. Tretmani sa ProCa ne utiču negativno na

zametanje plodova i diferenciranje generativnih pupoljaka (Bubán et al., 2004; Medjdoub et al., 2004; Asin et al., 2007). Međutim, drugi autori navode da kod nekih sorti jabuke i kruške ProCa može smanjiti krupnoću ploda, kao i diferenciranje generativnih pupoljaka (Smit et al., 2005). Prohexadion–calcium primenjen u koncentraciji 250 mg l<sup>-1</sup> redukuje veličinu ploda sorte Gala (McArtney et al., 2006), a može redukovati i veličinu ploda kod nekih sorti kruške (Viljamovka, Boskova bočica), što ne mora uvek biti povezano sa povećanim opterećenjem rodnom (Sugar et al., 2004; Greene, 2007). Strategije regulisanja bujnosti koje uključuju manje doze ProCa mogu redukovati ili potpuno eliminisati njegov negativan efekat na krupnoću plodova (Greene, 2007; Asin et al., 2008). Najčešće se preporučuje njegovo kombinovanje sa rezidbom korenovog sistema (Maas, 2008).

Kod nekih sorti jabuke čiji su plodovi skloni pucanju pokožice (‘Stayman’) prskanje stabala u cilju redukovanja bujnosti sa ProCa može pojačati ovu pojavu. Ona se može smanjiti tretiranjem plodova sa GA<sub>4+7</sub> nakon primene ProCa, ali ne u potpunosti (Miller, 2007).

### Bioregulatori registrovani za primenu u Srbiji

Spisak bioregulatora čija primena je dozvoljena u proizvodnji voća u Srbiji nalaze se na listi registrovanih sredstava za zaštitu bilja. Registrovani bioregulatori su prikazani u tabeli 1.

**Tabela 1.** Lista registrovanih sredstava za zaštitu bilja (26.01.2016).

Ime	Aktivna supstanca		Proizvođač	Rešenje o registraciji važi do:
	Naziv	Sadržaj		
<b>HEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA – REGULATORI RASTA</b>				
Regalis	proheksadion-kalcijum	100 g/kg	BASF SE, Deutschl&	01.07.2018
Regalis plus	proheksadion-kalcijum	100 g/kg	BASF SE, Deutschl&	31.12.2021.
<b>BIOPESTICIDI – REGULATORI RASTA (BIOHEMIJSKI)</b>				
Smartfresh	1-metilciklopropen	33 g/kg	Rohm & Haas, USA	29.07.2023
Gibb plus	giberelin GA4 i GA7	10 g/l	Globachem, Belgium	09.03.2025
Gibbalin	giberelin GA4 i GA7 + 6-benziladenin	19 + 19 g/l	Globachem, Belgium	28.08.2023
Globaryll 100	6-benziladenin	100 g/l	Globachem, Belgium	15.07.2023
Kelpak	ekstrakt morske alge (Auksini +Citokinini)	10,7+0,03 mg/l	Kelp Products, South Africa	31.12.2019

Iz tabele 1 se vidi da sredstva koja sadrže etefon, NAA ili NAAM, AVG i 1-MCP (namenjen za tretiranje plodova pre berbe) nisu registrovana. Da bi se proizvođačima obezbedila veća mogućnost regulisanja brojnih fizioloških procesa u biljkama poželjno je registrovati sva sredstva čija upotreba nije zabranjena u



zemljama Evropske unije, pre svega u onim članicama koje imaju slične klimatske uslove kao Srbija. Na taj način proizvodnja voća bi se intenzivirala, a proizvedeno voće bi svojim kvalitetom moglo da izdrži konkurenciju na svetskom tržištu voća.

## Zaključak

Za kontrolisanje brojnih fizioloških procesa kod kontinentalnih vrsta voćaka, voćarima na raspolaganju stoje bioregulatori koji se smatraju bezbednim za upotrebu. Jedan broj njih je registrovan za primenu i u Srbiji, a neophodna je registracija i drugih bioregulatora koji su značajni za proizvodnju voća. Ove komponente mogu imati veliki efekat na visinu prinosa i kvalitet proizvedenih plodova, kao i na njihovo ponašanje nakon berbe. Proizvođači treba da budu svesni da mnogi bioregulatori, bilo da su primenjeni u proizvodnji sadnica, proizvodnji plodova i na ubranim plodovima mogu imati korisne efekte ako su pravilno upotrebljeni. Nestručna primena u smislu koncentracije, načina i vremena primene, meteoroloških uslova i bioloških osobina vrste, odnosno sorte može imati nesagledive posledice po ekonomičnost proizvodnje.

## Literatura

- Asin, L., Alegre, S., Montserrat, R. 2007. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit irrigation, summer pruning & root pruning on shoot growth, yield, & return bloom, in a 'Blanquilla' pear orchard. *Scientia Horticulturae*. 113:142–148.
- Asín, L., Vilardell, P. 2008. Effect of root pruning, prohexadione-Ca & their combination on growth control, return bloom & yield, in a 'Blanquilla' pear orchard. *Acta Hort.* 800:147-153.
- Awad, A.M., de Jager, A. 2002. Formation of flavonoids, especially anthocyanin & chlorogenic acid in 'Jonagold' apple skin: influences of growth regulators & fruit maturity. *Scientia Horticulturae*. 93: 257-266.
- Balkhoven-Baart, J.M.T., Wagenmakers, P.S., Bootsma, J.H., Groot, M.J., Wertheim, S.J. 2000. Developments in Dutch apple plantings. *Acta Hort.* 513:261-269.
- Bangerth, F. 2000. Abscission & thinning of young fruit & their regulation by plant hormones & bioregulators. *Plant Growth Regulation*. 31: 43–59.
- Belleggia, A., Murri, G., Neri, D. 2010. Crop load control of 'Fuji' apple in central Italy. *Acta Hort.* 884:399-406.
- Bound, S.A. 2006. Comparison of two 6-benzyladenine formulations & carbaryl for post-bloom thinning of apples. *Scientia Horticulturae*. 111: 30–37.
- Bound, S.A. 2010. Alternate Thinning Chemicals for Apples. *Acta Hort.* 884:229-236.
- Bregoli, A. M., Fabbroni, C., Raimondi, V., Brunner, P., Costa, G. 2007. 6-BA & NAA effect on 'Galaxy' fruit growth, abscission & quality: a comparison between the Po Valley & the South Tyrol producing areas. *Erwerbs-Obstbau*. 49:97–100.
- Bubán, T., Csiszár, L., Sallai, P., & Varga, A. 2004. Experiences with the bioregulator prohexadione-Ca used in apple & pear orchards. *Acta Hort.* 636. 67-74

- Clever, M. 2007. A comparison of different thinning products applied to the apple variety ‘Elstar Elshof’ in the Lower Elbe region. *Erwerbs-Obstbau*. 49:107–109
- Čmelik, Z., Tojniko, S. 2005. Pospješivanje razvoja prijevremenih izbojaka na sadnicama jabuke u rasadniku. *Pomologia Croatica*. 11(3-4):155-166.
- Coneva, E., Cline, A.J. 2006. Gibberellic acid inhibits flowering & reduces h& thinning of ‘Redhaven’ peach. *HortScience*. 41(3):1596-1601.
- Costa, G., &reotti, C., Bucchini, F., Sabatini, E., Bazzi, C., Malaguti, S., Rademacher, W., 2001. Prohexadione-Ca): growth regulation & reduced fire blight incidence in pear. *Horticult. Sci*. 36, 931–933.
- Costa, G., Blanke, M.M., Widmer, A. 2013. principles of thinning in fruit tree crops – needs & novelties. *Acta Hort*. 998: 17-26.
- Dal Cin, V., Boschetti, A., Dorigoni, A., & Ramina, A. 2007. Benzylaminopurine application on two different apple cultivars (*Malus domestica*) displays new & unexpected fruitlet abscission features. *Annals of Botany*. 99: 1195–1202.
- DeEll, R.J., Ehsani-Moghaddam, B. 2010. Preharvest 1-Methylcyclopropene treatment reduces soft scald in ‘Honeycrisp’ apples during storage. *HortScience*. 45(3):414–417.
- Dennis, F.G. Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation*. 31: 1–16.
- Devis, E.D. 2002. Inhibition of flower bud initiation & development in apple by defoliation, gibberellic acid & crop load manipulation. Doctor’s dissertation. Blacksburg, Virginia.
- Dorigoni, A., Lezzer, P. 2007. Chemical thinning of apple with new compounds. *Erwerbs-Obstbau*. 49:93–96.
- Dussi, M.C. 2011. Sustainable use of plant bioregulators in pear production. *Acta Hort*. 909:353-368
- Dussi, M.C., Giardina, G., Reeb, P., De Bernardin, F. & Apendino, E. 2006. Fruit thinning effects in the apple cv. ‘Royal Gala’. *Acta Hort*. 727:401-408.
- Dussi, M.C., Sugar, D. 2011. Fruit thinning & fruit size enhancement with 6-Benzyladenine application to ‘Williams’ pear. *Acta Hort*. 909:403-408.
- Elfing, D.C. 1985. Comparison of cytokinin & apical-dominance-inhibiting growth regulators for lateral-branch induction in nursery & orchard apple trees. *Journal of Horticultural Science*. 604:447-454.
- Elfving, D., Visser, D. 2006. The use of bioregulators in the production of deciduous fruit trees. *Acta Hort*. 727:57-66.
- Elfving, D.C. 2010. Plant bioregulators in the deciduous fruit tree nursery. *Acta Hort*. 884:159-166
- Elfving, D.C., Visser, D.B. 2003. Managing growth, fruiting & fruit quality in Washington with bioregulators. *The Compact Fruit Tree*. 36(3):79-80
- Fallahi, E., Greene, D.W. 2010. The impact of blossom & postbloom thinners on fruit set & fruit quality in apples & stone fruits. *Acta Hort*. 884.179-188.
- Giovanaz, M.A., Spagnol, D., Bartz, J., da Silveira Pasa, M., Chaves, F.C., Fachinello, J.C. 2015. Abscisic acid as a potential chemical thinner for peach. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília. 50(10):989-992.
- Golding, B.J., Ward, R.K., Satyan, H.S. 2005. 1-MCP (SmartFresh™) controls superficial scald development & maintains apple quality during long term storage. *Acta Hort*. 687:219-226.
- Gonzalez-Rossia, D., Reig, C., Juan, M., Agusti, M. 2007. Horticultural factors regulating effectiveness of GA3 inhibiting flowering in peaches & nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). *Scientia Horticulturae*. 111 352–357.

- Greene D.W. 2012. Influence of abscisic acid & benzyladenine on fruit set & fruit quality of ‘Bartlett’ pears. *HortScience*. 47(11):1607–1611.
- Greene, D., Costa, G. 2013. Fruit thinning in pome- & stone-fruit: state of the art. *Acta Hort*. 998:93-102.
- Greene, D.W. 2010. the development & use of plant bioregulators in tree fruit production. *Acta Hort*. 884:31-40.
- Greene, W.D. 2007. The effect of prohexadione-calcium on fruit set & chemical thinning of apple trees. *HortScience*. 42(6):1361–1365.
- Greene, W.D. 2008. The effect of repeat annual applications of prohexadione–calcium on fruit set, return bloom, & fruit size of apples. *HortScience*. 43(2):376–379. 2008.
- Gudarowska E., Szewczuk A. 2004. The influence of agrotechnical methods used in the nursery on quality of planting material & precocity of bearing in young apple trees in the orchard. *Journal of Fruit & Ornamental Plant Research*. 12:91-96.
- Harris, W.R. 1975. Pruning fundamentals. *Arboriculture*. 1(2):221-226.
- Hrotko, K., Magyar, L. Ronay, Z. 2000. Improved feathering on apple nursery trees by BA application. *Acta Hort*. 514:113-122.
- Kolarič, J., Stopar, M. 2013. Role of ethylene related genes in apple (*Malus domestica* Borkh.) fruitlet abscission after plant growth regulator application or shading. *Acta Hort*. 998:67-76.
- Lakso, A.N., Robinson, T.L., Goffinet, M.C., White, M.D. 2001. Apple fruit growth responses to varying thinning methods & timing. *Acta Hort*. 557:405-412.
- Lang, G.A., Ophardt, D.R. (2000). Intensive crop regulation strategies in sweet cherries. *Acta Hortic*. 514: 227-233.
- Lenahan, M.O., Whiting, D.M., Elfing, C.D. 2006. Gibberellic acid inhibits floral bud induction & improves ‘Bing’ sweet cherry fruit quality. *HortScience*. 41(3) 654-659.
- Link, H. 2000. Significance of flower & fruit thinning on fruit quality. *Plant Growth Regulation*. 31:17–26.
- Looney, N.E. 1993. Improving fruit size, appearance, & other aspects of fruit crop "quality" with plant bioregulating chemicals. *Acta Hortic*. 329: 120-127.
- Lu, X., Ma, Y., Liu, X. 2012. Effects of maturity & 1-MCP treatment on postharvest quality & antioxidant properties of ‘Fuji’ apples during long-term cold storage. *Hort. Environ. Biotechnol*. 53(5):378-386.
- Lurie, S. 2010. Plant growth regulators for improving postharvest stone fruit quality. *Acta Hortic*. 884:189-198.
- Maas, F. 2006. Thinning ‘Elstar’ apple with benzyladenine. *Acta Hortic*. 727:415-422.
- Maas, F. 2008. Strategies to control tree vigour & optimise fruit production in ‘Conference’ pears. *Acta Hortic*. 800:139-146
- Mattheis, P.J. 2008. How 1-Methylcyclopropene has altered the Washington state apple industry. *HortScience*. 43(1):99-101
- McArtney, S., Feere, D., Schmid, J., Obermiller, J.D, Greene, D. 2006. Effects of Prohexadione-Ca & GA4+7 on scarf skin & fruit maturity in apple. *HortScience*. 41(7):1602-1605.
- McArtney, S.J., Obermiller, J.D. 2012. Use of 1-aminocyclopropane carboxylic acid & metamitron for delayed thinning of apple fruit. *HortScience*. 47(11):1612–1616.
- McArtney, S.J., Obermiller, J.D., Arellano, C. 2012. Comparison of the effects of metamitron on chlorophyll fluorescence & fruit set in apple & peach. *HortScience*. 47(4):509–514.

- Medjdoub, R., Val, J., Blanco, A. (2004) Prohexadione–Ca inhibits vegetative growth of ‘Smoothie Golden Delicious’ apple trees. *Scientia Horticulturae*. 101: 243–253
- Miller, S.S. 2007. Prohexadione–calcium Inhibits Shoot Growth but Reduces the Efficacy of Gibberellin A4 + A7 in Suppressing ‘Stayman’ Apple Cracking. *HortTechnology*. 17(4):523-531.
- Moggia, C. Moya-León, M. A., Pereira, M. J., Yuri, A. Lobos, G. A. 2010. Effect of DPA & 1-MCP on chemical compounds related to superficial scald of Granny Smith apples *Spanish Journal of Agricultural Research*. 8(1):178-187.
- Moggia, C., Hernández, O., Pereira, M., Lobos, G.A., Antonio Yuri, J. 2009. Effect of the cooling system & 1-MCP on the incidence of superficial scald in ‘Granny Smith’ apples. *Chilean journal of agricultural research*. 69(3):383-390
- Neri, D., Papachatzis, G., Dalmonte, C. 2005. Produzione di astoni ramificati nel melo. [www.inea.it/isf/cartella%20del%20WG/Neri%20D.htm](http://www.inea.it/isf/cartella%20del%20WG/Neri%20D.htm)
- Palmer, J.W., Warrington, I.J. 2000. Underlying principles of successful apple planting systems. *Acta Hort*. 513:357-363.
- Park, Y. 2012. 1-MCP Application for horticultural commodities in Korea:practical potential & future task. *Hort. Environ. Biotechnol*. 53(6):441-446.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis & othermetabolic pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol*. 51:501–531
- Rademacher, W., K., van Saarloos, J. A., Garuz Porte, F., Riera Forcades, Y., Senechal, C. &reotti, F., Spinelli, E., Sabatini, & G., Costa. 2004. Impact of prohexadione-Ca on the vegetative & reproductive performance of apple & pear trees. *Europ.J.Hort.Sci.*, 69 (6):221–228
- Radivojević, D., Momirović, I, Milivojević, J., Veličković, M., Oparnica, Č., Lukić, M. 2015. The influence of BA & BA +GA<sub>4+7</sub> on formation of sylleptic shoots on one-year-old apple nursery trees. *Journal of Agricultural Sciences*. 60(1):89-95.
- Radivojević, D., Zivić, M., Milivojević, J., Oparnica, Č., Veličković, M. 2016. Effect of 6-BA+GA<sub>(4+7)</sub> & nitrogen fertigation on feathering of 'Golden Reinders' apple nine-month-old nursery trees. *Acta Hort*. 1139:497-502
- Robinson, T. Hoying, S. Iungerman, K., Kvikly, D. 2010. AVG combined with NAA control pre-harvest drop of ‘McIntosh’ apples better than either chemical alone. *Acta Hort*. 884:343-350.
- Robinson, T.L., Lakso, A.N. 2004. Between year & within year variation in chemical fruit thinning efficacy of apple during cool springs. *Acta Hort*. 636: 283-294.
- Rossi, A.D., Rufato, L., Giacobbo, C.L., Gomes F.R.C., Fachinello J.C. 2004:Use of promalin® on one-year old trees of the apple cv. ‘Catarina’. *Acta Hort*. 636:145-149.
- Smit, M., Meintjes, J.J., Jacobs, G., Stassen, P.J.C., Theron, K.I. (2005) Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium. *Scientia Horticulturae*. 106:515–529
- Stover, E., Fargione, M, Risio, R., Yang, X., Robinson, T. 2001. Fruit weight, croplod, & return bloom of ‘Empire’ apple following thinning with 6-benzyladenine & NAA at several phenological stages. *HortScience*. 36(6):1077–1081.
- Sugar, D., Elfing C.D., Mielke, A.E. 2004. Effect of prohexadione-Calcium on fruit size & return bloom in pear. *HortScience*. 39(6):1305-1308.
- Theron, K.I., Steyn, W.J., Jacobs G. 2000. Induction of proleptic shoot formation on pome fruit nursery trees. *Acta Hort*. 514:239-244.

- Tomic, N., Radivojevic, D., Milivojevic, J., Djekic, I., Nada Smigic, N. 2016. Effects of 1-methylcyclopropene & diphenylamine on changes in sensory properties of ‘Granny Smith’ apples during postharvest storage. *Postharvest Biology & Technology*. 112:233–240
- Tromp, J. 1996. Sylleptic shoot formation in young apple trees exposed to various soil temperature & air humidity regimes in three successive periods of the growing season. *Annals of Botany*. 77:63-70.
- Unrath, C.R. 1999. Prohexadione-Ca: A Promising chemical for controlling vegetative growth of apples. *HortScience*. 34(7):1197-1200.
- Untiedt, R., Blanke, M. 2001. Effects of fruit thinning agents on apple tree canopy photosynthesis & dark respiration. *Plant Growth Regulation*. 35: 1–9.
- Usenik, V., Kastelec, D., Stampar, F. 2005. Physicochemical changes of sweet cherry fruits related to application of gibberellic acid. *Food Chemistry*. 90:663–671
- Van den Berg, A. 2003: Certified nursery tree production in Holl&. *The Compact Fruit Tree*. 36(2):43-45.
- Villalobos-Acuna, G.M., Biasi, V.W., Flores, S., Mitcham, J.E., Elkins, B. R., Willits, N.H. 2010. Preharvest application of 1-methylcyclopropene influences fruit drop & storage potential of ‘Bartlett’ pears. *HortScience*. 45(4):610–616.
- Volz, R. K., Gibbs, H. M., Popenoe, J. 1994: Branch induction on apple nursery trees: effects of growth regulators & defoliation. *New Zeal& Journal of Crop & Horticultural Science*. 22:277-283.
- Wan Zaliha, W.S., Singh, Z. 2013. Exogenous application of prohexadione-calcium promotes fruit colour development of ‘Cripps Pink’ apple. *Acta Hort*. 1012:219-226
- Wertheim, S.J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple & pear. *Plant Growth Regulation*. 31: 85–100.
- Wertheim, S.J., Estabrooks, E.N. 1994. Effect of repeated sprays of 6-benzyladenine on the formation of sylleptic shoots in apple in the fruit-tree nursery. *Scientia Horticulturae*. 60:31-39
- Wertheim, S.J., Wagenmakers, P.S., Bootsma, J.H., Groot, M.J. 2001. Orchard systems for apple & pear: conditions for success. *Acta. Hort*. 557:209-227.
- Wertheim, S.J., Wagenmakers, P.S., Bootsma, J.H., Groot, M.J. 2000: Orchard systems–conditions for success. *The Compact Fruit Tree*. 33(3):79-81.
- Wilson, B. F. 2000: Apical control of branch growth & angle in woody plants. *American Journal of Botany*. 875:601–607.
- Yildirim, A. F., Kankaya, A. 2004. The spontaneous growth & lateral branch habit of new apple cultivars in nursery. *Int. J. Agri. Biol*. 6(3):492-494.
- Yuan, R. 2007. Effects of temperature on fruit thinning with ethephon in ‘Golden Delicious’ apples. *Scientia Horticulturae*. 113:8–12.
- Yuan, R., Greene, D.W. 2000. ‘McIntosh’ apple fruit thinning by benzyladenine in relation to seed number & endogenous cytokinin levels in fruit & leaves. *Scientia Horticulturae*. 86:127-134.
- Yuan, R., Li, J. 2008. Effect of sprayable 1-MCP, AVG, & NAA on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, & quality of ‘Delicious’ apples. *HortScience*. 43(5):1454–1460.
- Zanella, A., Rossi, O. 2015. Post-harvest retention of apple fruit firmness by 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment or dynamic CA storage with chlorophyll fluorescence (DCA-CF). *Europ. J. Hort. Sci*. 80 (1):11–17.

## **The Use of Plant Bioregulators in Deciduous Fruit Trees**

Dragan Radivojević, Jasminka Milivojević, Milovan Veličković,  
Čedo Oparnica

*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia*  
Email: draganr@agrif.bg.ac.rs

### **Summary**

Intensive fruit production, primarily pome and stone fruits, without the use of plant bioregulators, which are a powerful tool for the regulation of many physiological processes in fruit trees, would be very difficult. The most important bioregulators are as follows:  $\alpha$ -Naphthaleneacetic acid (NAA), 6-Benzyladenine (BA), Giberellins (GAs), Etefon, Amino ethoxy vinyl glycine (AVG) and 1-Methylcyclopropene (1-MCP). They are successfully used in the production of nursery trees in order to improve their quality. These compounds are also used for regulation of fruit trees vigor and productivity as well as for improving fruit quality. In addition to this, bioregulators can be applied on harvested fruits to increase their storage ability and reduce the incidence of physiological diseases during storage.

**Key words:** NAA, BA, GAs, etephon, AVG, 1-MCP.