

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Katedra za voćarstvo

# **INOVACIJE U VOĆARSTVU**

VII savetovanje

**Zbornik radova**

Tema Savetovanja:

**Savremene agrotehničke i pomotehničke mere u voćarstvu**

Beograd,

12. februar 2019. godine

# INOVACIJE U VOĆARSTVU

VII savetovanje

## Zbornik radova

*Izdavač:*

Poljoprivredni fakultet, Beograd

Katedra za voćarstvo

*Za izdavača:*

Prof. dr Dušan Živković, dekan

*Urednik:*

Prof. dr Dragan Radivojević

*Tehnički urednik:*

Prof. dr Dragan Radivojević

*Štampa:*

*Pekograf d.o.o.*

*Zemun , Vojni put 258/d*

*Tiraž:*

400 primeraka

ISBN

9788678343216

*Programski odbor:*

Prof. dr Dragan Radivojević,  
predsednik  
Prof. dr Jasminka Milivojević  
Prof. dr Dragan Milatović  
Prof. dr Čedo Oparnica  
Prof. dr Milovan Veličković  
Prof. dr Mihailo Nikolić  
Prof. dr Todor Vulić  
Prof. dr Dragan Nikolić  
Prof. dr Mića Mladenović  
Prof. dr Nebojša Nedić

*Organizacioni Odbor:*

Prof. dr Boban Đorđević,  
predsednik  
Mast. inž. polj. Đorđe Boškov,  
sekretar  
Prof. dr Dejan Đurović  
Prof. dr Milica Fotirić Akšić  
Prof. dr Gordan Zec



## Sadržaj/Content

UMESTO PREDGOVORA.....	1
Dorđević B. PRIMENA SAVREMENIH AGRO I POMOTEHNIČKIH MERA U VOĆARSKOJ PROIZVODNJI.....	7
<i>Application of modern management practices in fruit production</i>	
Naor A. IRRIGATION SCHEDULING OF DECIDUOUS FRUIT TREES .....	41
Vercammen J. MODERN PEAR ORCHARD MANAGEMENT IN BELGIUM.....	51
Đurović D., Dorđević B., Milatović D., Zec G., Radivojević D., Radović A. UTICAJ ZALIVANJA NA VEGETATIVNE I GENERATIVNE OSOBINE SORTE JABUKE GRENI SMIT .....	69
<i>Influence of irrigation on vegetative and generative properties of apple cultivar Granny Smith</i>	
Cvetković M., Mičić N., Bratić M., Životić A. SORTNE SPECIFIČNOSTI POMOTEHNIKE U INTENZIVNIM SISTEMIMA GAJENJA ŠLJIVE .....	79
<i>Cultivar specifics in relation to the applied pomotechnics in intensive plum production systems</i>	
Meland M. RECENT DEVELOPMENTS IN PROTECTIVE PRODUCTION OF SWEET CHERRY.....	93
Stānicā F. TRAINING AND PRUNING PEACH AND APRICOT TREES.....	109
Glišić I., Milošević T. RANA LETNJA REZIDBA KAJSIJE - JEDNA OD MERA UNAPREĐENJA TEHNOLOGIJE GAJENJA.....	129
<i>Early summer pruning of apricot – one of measures to improve growing technology</i>	
Milivojević J. DIZAJNIRANJE OPTIMALNOG REŽIMA ISHRANE BOROVNICE – NOVA PARADIGMA.....	141
<i>Designing optimal nutrient management for blueberries - a new paradigm</i>	

Miletić N., Tamaš N., Sretenović M.

ZAŠTITA BOROVNICE OD PROUZROKOVAČA BILJNIH

BOLESTI I ŠTETOČINA..... 157

*The protection of blueberries from the causative agents of plant diseases and pests*

Paunović S., Nikolić M., Milinković M., Karaklajić Stajić Ž., Tomić J., Pešaković M., Rilak B.

UTICAJ TEMPERATURE I VLAŽNOSTI ZEMLJIŠTA PRI RAZLIČITIM

NAČINIMA MALČIRANJA NA BIOLOŠKE OSOBINE CRNE RIBIZLE..... 169

*Effect of soil temperature and moisture with different mulching types on biological properties of black currant*

## UMESTO PREDGOVORA

U martu 2019. godine Poljoprivredni fakultet slavi značajan jubilej – 100 godina postojanja. Pridružujući se aktivnostima oko proslave ovog jubileja, Katedra za voćarstvo organizuje tradicionalno, sedmo po redu, savetovanje „Inovacije u voćarstvu”. Povodom ovog veoma značajnog jubileja, dajemo kratak osvrt na istorijat i aktivnosti naše Katedre.

Katedra za voćarstvo je jedna od dve katedre u okviru Instituta za hortikulturu. Od osnivanja Fakulteta postojala je Katedra za višegodišnje zasade (voćke i vinovu lozu) sa jednim nastavnikom, Milutinom Stojanovićem, koji je bio direktor Poljoprivredne škole u Bukovu. On je držao nastavu iz predmeta Voćarstvo do 1930. godine. Od 1930. do 1936. godine nastavu je izvodio prof. dr Mladen Josifović. 1937. godine za asistenta za predmet Voćarstvo sa preradom voća izabran je Dušan Stanković. Od 1939. godine kao poseban predmet uvodi se i Pčelarstvo.

U periodu posle drugog svetskog rata nastavu iz predmeta iz oblasti voćarstva, oplemenjivanja voćaka i pčelarstva su izvodili sledeći nastavnici i saradnici:

1. Dušan Stanković, 1945-1978, voćarstvo;
2. Spasoje Bulatović, 1950-1984, voćarstvo;
3. Borivoje Pejkić, 1950-1987, oplemenjivanje voćaka i vinove loze;
4. Bogoljub Konstantinović, 1957-1987, pčelarstvo;
5. Stanoje Savić, 1953-1986, voćarstvo;
6. Dobrosav Rahović, 1959-1994, voćarstvo;
7. Mladen Jovanović, 1960-1998, voćarstvo;
8. Momčilo Milutinović, 1960-1999, oplemenjivanje voćaka i vinove loze;
9. Milivoj Mijačika, 1960-1999, voćarstvo;
10. Nenad Rajković 1973-1978, voćarstvo;
11. Evica Mratinić, 1980-2015, voćarstvo;
12. Radovan Bošković, 1984-1992, oplemenjivanje voćaka i vinove loze
13. Lazar Dražeta, 1990-1998, voćarstvo.

Trenutno je na Katedri za voćarstvo zaposleno 15 osoba u nastavnom zvanju, od čega je 14 nastavnika i jedan saradnik, kao i četiri osobe u nenastavnom zvanju.

Nastavno osoblje po zvanjima čine:

1. dr Milovan Veličković, redovni profesor
2. dr Mića Mladenović, redovni profesor
3. dr Mihailo Nikolić, redovni profesor
4. dr Todor Vulić, redovni profesor
5. dr Dragan Nikolić, redovni profesor
6. dr Čedo Oparnica, redovni profesor
7. dr Dragan Milatović, redovni profesor
8. dr Jasminka Milivojević, vanredni profesor
9. dr Nebojša Nedić, vanredni profesor
10. dr Milica Fotirić Akšić, vanredni profesor

11. dr Dragan Radivojević, vanredni profesor
12. dr Gordan Zec, vanredni profesor
13. dr Dejan Đurović, vanredni profesor
14. dr Boban Đorđević, vanredni profesor
15. dipl. inž. Đorđe Boškov, saradnik u nastavi

Nenastavno osoblje po zanimanjima čine:

1. dipl. inž. Milovan Stevanović, stručni saradnik
2. Ljiljana Živančević, tehnički saradnik
3. Gordana Stanojević, tehnički saradnik
4. Jadranka Štiklica, tehnički saradnik

U okviru Katedre postoje tri uže naučne oblasti: Opšte voćarstvo, Posebno voćarstvo i Oplemenjivanje voćaka i vinove loze. Pored toga Katedri pripadaju i nastavnici koji izvode nastavu iz grupe predmeta vezanih za Pčelarstvo (uža naučna oblast Odgajivanje i reprodukcija domaćih i gajenih životinja).

Nastavnici i saradnici Katedre za voćarstvo učestvuju u izvođenju nastave na većem broju studijskih programa i modula na raznim nivoima studija. Na osnovnim akademskim studijama postoji ukupno 26 predmeta (16 obaveznih i 10 izbornih), na master akademskim studijama 14 predmeta i na doktorskim studijama 11 predmeta.

Naučne oblasti kojima se bave članovi Katedre su:

- Biohemijska, fiziološka i genetička istraživanja u voćarstvu;
- Stvaranje novih sorti voćaka;
- Proučavanje novointrodotovanih sorti voćaka;
- Sakupljanje i proučavanje autohtonih sorti voćaka;
- Proučavanje genetičkih resursa voćaka i formiranje banke gena;
- Razvoj novih tehnologija u proizvodnji voća (proizvodnja sadnica, podizanje zasada, rezidba, navodnjavanje, đubrenje, primena regulatora rasteanja);
- Selekcija generativnih podloga;
- Ekologija voćaka;
- Biologija ishrane voćaka;
- Biologija cvetanja, oprašivanja i oplodjenja voćaka;
- Proučavanje kvaliteta plodova;
- Proučavanje promena plodova u toku čuvanja;
- Organska proizvodnja voća;
- Proučavanje biologije medonosne pčele i njene uloge u oprašivanju voćaka;
- Unapređenje tehnologije proizvodnje pčelinjih proizvoda.

Katedra vodi Centar za voćarstvo na OD „Ramilovac“ koji služi za edukaciju studenata i naučno – istraživački rad nastavnika i saradnika.

Nastavnici Katedre su učestvovali u stvaranju tri nove sorte voćaka, koje su priznate 2014. godine: trešnja Canetova, višnja Lenka, kajsija Ruža, kao i pet sorti vinove loze koje su priznate 2017. godine. Od toga su tri sorte: Kalina, Despina i Antonina, a dve su vinske sorte: Vožd i Vladun.



Katedra je u saradnji sa *ISHS* (International Society for Horticultural Sciences) organizovala dva međunarodna naučna skupa:

- 1) X International Rubus and Ribes Symposium, Zlatibor, 22-26. jun 2011. godine. Konveneri su bili Mihailo Nikolić i Brankica Tanović. Radovi sa simpozijuma (72) su štampani u časopisu *Acta Horticulturae* 946 (2012), urednik: Brankica Tanović.
- 2) Third Balkan Symposium on Fruit Growing, Beograd, 16-18. septembar 2015. godine. Konvener je bio Dragan Milatović. Radovi sa simpozijuma (128) su štampani u časopisu *Acta Horticulturae* 1139 Vol 1-2 (2016), urednici: Dragan Milatović, Jasminka Milivojević i Dragan Nikolić.

Katedra za voćarstvo je organizovala i 14. Kongres voćara i vinogradara Srbije sa međunarodnim učešćem, koji je održan 9-12. oktobra 2012. godine u Vrnjačkoj Banji. Predsednik Programskog odbora i urednik Zbornika radova i apstrakata je bio Dragan Nikolić.

Svake druge godine Katedra organizuje tematsko naučno stručno Savetovanje sa međunarodnim učešćem pod nazivom „**Inovacije u voćarstvu**“. Do sada je održano šest savetovanja:

- 1) 2007. godine - Inovacije u voćarstvu i vinogradarstvu  
Predsednik Programskog odbora i urednik zbornika radova Evica Mratinić.
- 2) 2009. godine - tema: „Unapređenje proizvodnje jabučastog voća“  
Predsednik Programskog odbora i urednik zbornika radova Dragan Milatović.
- 3) 2011. godine - tema: „Unapređenje proizvodnje trešnje i višnje“  
Predsednik Programskog odbora i urednik zbornika radova Dragan Milatović.
- 4) 2013. godine - tema: „Unapređenje proizvodnje breskve i kajsije“  
Predsednik Programskog odbora i urednik zbornika radova Dragan Milatović.
- 5) 2015. godine - tema: „Unapređenje proizvodnje jagode“  
Predsednik Programskog odbora i urednik zbornika radova Jasminka Milivojević.
- 6) 2017. godine - tema: „Primena bioregulatora u voćarstvu“  
Predsednik Programskog odbora i urednik zbornika radova Milica Fotirić Akšić.

U ovoj jubilarnoj godini postojanja i rada Poljoprivrednog fakulteta, Katedra za voćarstvo organizuje sedmo po redu savetovanje sa temom „Savremene agrotehničke i pomotehničke mere u voćarstvu“. Predsednik Programskog odbora je Dragan Radivojević.

Nastavnici Katedre za voćarstvo imaju razvijenu saradnju sa naučnim i nastavnim institucijama u zemlji i inostranstvu. Od institucija u Srbiji najplodnija saradnja je sa Institutom za voćarstvo u Čačku. Takođe Katedra ima dobru saradnju sa odgovarajućim katedrama drugih poljoprivrednih fakulteta u Srbiji (Novi Sad, Čačak, Lešak).

Međunarodna saradnja Katedre je veoma razvijena i ogleda se u uspešnoj realizaciji projekata, učešću na inostranim naučnim skupovima i studijskim boravcima u mnogim zemljama, kao što su: Slovenija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Hrvatska, Makedonija, Mađarska, Rumunija, Bugarska, Češka, Poljska, Italija, Francuska, Španija, Portugalija, Grčka, Velika Britanija, Norveška, Nemačka, Belgija, Holandija, Danska, Rusija, Belorusija, Jermenija, Izrael, Turska, SAD i Kina.

Nastavnici i saradnici Katedre za voćarstvo su učestvovali na većem broju domaćih projekata, koje su finansirali Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (trenutno su u toku tri projekta) i Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije (trenutno je u toku jedan projekat). Članovi Katedre su bili angažovani na deset posebnih projekata Ministarstva poljoprivrede koji se odnose na edukaciju proizvođača i zaposlenih u savetodavnoj službi RS. Takođe, članovi Katedre su bili učesnici većeg broja međunarodnih projekata: dva FP-7 projekta, jednog TEMPUS projekta, četiri COST Action projekta, četiri projekta sa Kraljevinom Norveškom (Milica Fotirić Akšić), kao i sedam bilateralnih projekata: pet sa Slovenijom (rukovodioci Dragan Nikolić, Dejan Đurović i Jasminka Milivojević), Hrvatskom (Dragan Nikolić) i Kinom (Dragan Milatović).

Doprinos Katedre za voćarstvo unapređenju voćarske proizvodnje u Srbiji ogleda se u aktivnom učešću članova Katedre u realizaciji aktivnosti na različitim projektima, čiji rezultati imaju direktnu implementaciju u proizvodnoj praksi. Među značajnijim projektima su:

2005-2007. „Geografski zaštićene voćne rakije i specijalne voćne rakije” (nacionalni projekat 341 004). Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, rukovodilac Milovan Veličković.

2008-2010. „Nove sorte, selekcije i tehnologije gajenja kao faktori intenziviranja voćarske proizvodnje“ (BTR 20103.B). Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, rukovodilac Milovan Veličković.

2011-2019. „Primena novih genotipova i tehnoloških inovacija u cilju unapređenja voćarske i vinogradarske proizvodnje“. (TR 31063). Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, rukovodilac Dragan Nikolić.

2013-2016. Advancing Research in Agricultural and Food Sciences at Faculty of Agriculture, University of Belgrade FP7-REGPOT-2012-2013-1, No. 316004-AREA, The European Union, European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Rukovodilac Radmila Stikić, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.

2018-2020. „Rejonizacija voćarskog područja u Beogradu, Južnoj i Istočnoj Srbiji“, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, rukovodilac Dejan Đurović.

Nastavnici Katedre su autori ili koautori velikog broja udžbenika i monografija, koji primarno služe kao nastavna literatura studentima, ali i za unapređenje znanja poljoprivrednih inženjera, tehničara i proizvođača voća. U nastavku je dat spisak novije literature, čiji su autori nastavnici Katedre.

1. Vulić, T., Oparnica, Č., Đorđević, B. (2011). Voćarstvo. Udžbenik. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu (203 strane).
2. Nikolić, D. (2012). Oplemenjivanje vinove loze. Monografija. Fleš, Zemun (243 strane).
3. Milatović, D. (2013). Kajsija. Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak (442 strane).
4. Gaši, F., Kurtović, M., Nikolić, D., Pejić, I. (2013). Genetika i oplemenjivanje jabuke. Monografija. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo (216 strana).

5. Veličković, M. (2014). Opšte voćarstvo. Udžbenik. Poljoprivredni fakultet. Beograd (411 strana).
6. Milatović, D., Nikolić, M., Miletić, N. (2015). Trešnja i višnja, drugo dopunjeno izdanje. Monografija. Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak (540 strana).
7. Mratinić, E., Đurović, D. (2015). Biološke osnove čuvanja voća. Udžbenik. Partenon i Vibeko agrar, Beograd (382 strane).
8. Nikolić, M., Milivojević, J. (2015). Jagodaste voćke – Tehnologija gajenja, drugo dopunjeno izdanje. Udžbenik. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (631 strana).
9. Plavša, N., Nedić, N. (2015). Praktikum iz pčelarstva. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet (153 strane).
10. Radivojević, D., Marković, N. (2015). Voćarstvo i vinogradarstvo. Udžbenik. Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet. Beograd (515 strana).
11. Mratinić, E., Rakonjac, V., Fotirić Akšić, M. (2015). Wild (bird) cherry (*Prunus avium* L.) in natural population of Serbia. LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany (161 pp).
12. Oparnica, Č., Đorđević, B., Zec, G. i Vulić, T. (2016). Osnovi voćarstva. Udžbenik. Poljoprivredni fakultet-Beograd (244 strane).
13. Milivojević J. (2018). Posebno voćarstvo 3 – Jagodaste voćke. Udžbenik. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd (532 strane).

Članovi Katedre za voćarstvo su autori velikog broja naučnih radova koji su objavljeni u domaćim i stranim časopisima ili saopšteni na skupovima nacionalnog i međunarodnog značaja. Preko 100 radova je objavljeno u časopisima međunarodnog značaja (sa *SCI* liste). Nastavnici Katedre su i koautori šest poglavlja u monografijama međunarodnog značaja (Milica Fotirić Akšić, Jasminka Milivojević, Dragan Nikolić, Dragan Milatović, Boban Đorđević).

Poseban doprinos članova Katedre razvoju voćarstva u Srbiji ogleda se u vrlo uspešnoj stručnoj saradnji sa velikim brojem firmi, koje se bave voćarskom proizvodnjom. Rezultati toga su brojni projekti za zasnivanje i održavanje savremenih zasada voćaka, koji predstavljaju praktičnu implementaciju naučnih saznanja iz različitih oblasti voćarstva.

U ime Katedre za voćarstvo pozdravljam sve učesnike savetovanja u želji da svi zajedno damo doprinos daljem razvoju voćarstva u Srbiji.

Beograd, 12.02.2019.

Prof. dr Dragan Milatović

Šef Katedre za voćarstvo



# PRIMENA SAVREMENIH AGRO I POMOTEHNIČKIH MERA U VOĆARSTVU

Boban Đorđević

*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet*

E-mail: [b.djordjevic@agrif.bg.ac.rs](mailto:b.djordjevic@agrif.bg.ac.rs)

**Izvod.** Uspešna, rentabilna i profitabilna proizvodnja voća ne može se zamisliti bez primene savremenih agro i pomotehničkih mera. Osnovni ciljevi održavanja zemljišta ogledaju se u poboljšanju i očuvanju njegovih fizičkih i hemijskih karakteristika, kontroli razvoja korova i štetne flore i faune, kao i poboljšanju svetlosnih uslova u voćnjacima. Neophodnost održivog upravljanja i povećanja stepena iskorišćavanja pristupačne vode primenom novih metoda i tehnika doprinelo je prevazilaženju, smanjenju ili ublažavanju stresa kod voćaka izazvanog nedostatkom vode za navodnjavanje. Ishrana voćaka, kao jedna od osnovnih agrotehničkih mera, predstavlja dodavanje potrebnih količina biogenih elemenata voćkama preko korenovog sistema ili lista, sa ciljem održavanja normalnog toka svih fizioloških i biohemijskih procesa u voćkama. Rezidbom voćaka uspostavlja se ravnoteža vegetativnog i generativnog potencijala stabla, reguliše rodnost i kvalitet plodova, sprečava odumiranje krune i kontroliše razvoj bolesti i štetočina. Međutim, visoki troškovi ručne rezidbe i težnja ka promeni sistema gajenja u cilju povećanja produktivnosti i profitabilnosti proizvodnje daju sve veći značaj primeni mašinske rezidbe voćaka. U cilju sprečavanja ili ublaživanja posledica neadekvatne rodnosti i razvoja voćaka, ogroman značaj u voćarskoj proizvodnji ima upotreba biljnih regulatora rasta.

**Ključne reči:** održavanje zemljišta, deficit vode, ishrana, rezidba, kontrola rasta i rodnosti

## Uvod

Uspešna i profitabilna proizvodnja voća ne može se zamisliti bez primene savremenih agro i pomotehničkih mera. Proučavanje tih mera u agroekološkim uslovima Srbije od strane naučnih i stručnih institucija i upoznavanje proizvođača voća sa njihovim prednostima i načinima primene su preduslovi za intenziviranje voćarske proizvodnje. Promene uslova gajenja voćaka, prvenstveno uslovljeni klimatskim promenama, ali i zahtevniji i strožiji kriterijumi velikih trgovinskih lanaca i potrošača, doprinose širenju svesti proizvođača o značaju bezuslovne primene savremenih agro i pomotehničkih mera.

Podizanje intenzivnih zasada jabuke, kruške, trešnje, a u poslednjih nekoliko godina i borovnice zahteva velika investiciona ulaganja (Radiojević i sar., 2017). Da bi se uložena sredstva što pre vratila potrebno je obezbediti rano

plodonošenje posađenih stabala, uz uspostavljanjem ravnoteže između vegetativnog i reproduktivnog potencijala, koja će obezbediti kontinuiran prinos i vrhunski kvalitet plodova. To se može obezbediti pravilnom i pravovremenom primenom odgovarajućih agro i pomotehničkih mera

Osnovna karakteristika proizvodnje voća je njeno, uglavnom, organizovanje pod otvorenim nebom. Izazovi koji se postavljaju pred proizvođačima ogledaju se u kontroli i upravljanju resursima, kako prirodnim (voda, zemljište, svetlost, energija i dr.), tako i ekonomskim (finansijska ulaganja, tržište, radna snaga i dr.). Smešten u umerenom pojasu sa dominantnom umereno-kontinentalnom klimom, prostor Srbije poseduje mnoge komparativne prednosti u odnosu na druge prostore za uspešnu proizvodnju kontinentalnog voća. Međutim, mnogi prostori predviđeni za kvalitetnu i ekonomski opravdanu proizvodnju voća, se i kod nas karakterišu određenim nedostacima, ali i viškom nekog materijalnog resursa. Otklanjanje tih nedostataka u cilju poboljšanja uslova i profitabilnosti proizvodnje moguće je uz primenu savremenih-inoviranih agro i pomotehničkih mera (Oparnica i sar., 2016).

U poslednje dve dekade, potrebe tržišta za svežim plodovima voćaka vrhunskog kvaliteta sa minimalno dozvoljenim koncentracijama pesticide je izraženije nego ikada pre. Kyriacou and Roupheal (2018) definišu novi pojam kvalitet voća kao jedan dinamičan sistem koji zavisi od njegovih fizičko-hemijskih osobina i percepcije, odnosno opažanja potrošača. Pored bioloških potencijala svake vrste i sorte voćaka (genetički faktor), kvalitet njihovih plodova u najvećoj meri je uslovljen agroekološkim uslovima (zemljište, temperatura, svetlost, vlažnost i vetar), kao i primenejenim agrotehničkim (održavanje-upravljanje zemljištem, navodnjavanje i prihrana preko zemljišta) i pomotehničkim (rezidba stabala i korena, stepen rodnosti, proreda plodova, kontrola bujnosti) merama.

Primarni ciljevi upravljanja zemljištem su poboljšanje i očuvanje njegovih fizičkih i hemijskih karakteristika, kontrola razvoja korova i štetne flore i faune, kao i poboljšanje svetlosnih uslova u voćnjacima upotrebom adekvatnih materijala za malčiranje njegove površine (Guerra and Steenwerth, 2012; Kumar *et al.*, 2016). Kontrola vodnih resursa je kritičan i krucijalan zadatak mnogih proizvođača voća svuda u svetu (Boland *et al.*, 2006). Neophodnost održivog upravljanja i povećanja stepena iskorišćenja pristupačne vode, podstakao je naučne radnike da razviju nove metode i tehnike za prevazilaženje, smanjenje i ublažavanje stresa kod voćaka izazvanog nedostatkom vode za navodnjavanje (Stroosnijder *et al.*, 2012; Fernandez, 2014). Primenjena tehnika deficit navodnjavanja je tradicionalno bila definisana kao strategija navodnjavanja kojom se upotrebljava manja količina vode od optimalnih vrednosti koje zahteva gajena biljna kultura. Deficit navodnjavanja poboljšava stepen iskorišćenja vode bez značajnog gubitka u prinosu i kvalitetu plodova (Pérez-Pastor *et al.*, 2007; Thakur and Singh, 2013; Naor, 2014). Merenje električne provodljivosti voćaka pomoću utisnute sonde u njegovo deblo ili merenje električnog potencijala među različitim tkivima stabla, može se iskoristiti za praćenje vodnog statusa (Gurovich and Hermosilla, 2009). Mineralna ishrana voćaka, utiče na zdravstveno stanje voćaka i kontrolu razvoja korova, njihovu rodnost i otpornost na stresne uslove gajenja. Pored toga, ona upravlja

snabdevanjem, dostupnošću, apsorpcijom, translokacijom i upotrebom neorganskih formi elemenata neophodnih za rast i razvoj voćaka (Fageria, 2009). Različiti načini prihrane voćaka (zemljišna aplikacija granuliranih đubriva, fertigacija preko sistema za navodnjavanje, folijarna prihrana) utiču na stepen ishranjenosti voćaka i kvalitet prinosa i plodova (Jivan and Sala, 2014).

Svakako, jedna od najbitnijih pomotehničkih mera, koja se svake godine izvodi u voćnjacima, je rezidba stabala. Cilj svake rezidbe je formiranje pravilnog uzgojnog oblika, koji je uslovljen gustom sadnje i sistemom gajenja (Sansavini and Corelli-Grappadelli, 1997), uspostavljanje balansa između vegetativnog rasta i rodnosti voćaka, regulisanje rodnosti i opterećena stabala prinomom (Radivojević i sar., 2017), poboljšanja svetlosnih uslova u kruni voćaka koji će uticati na povećanje procenta plodova vrhunskog kvaliteta (Sharma *et al.*, 2018a). Intenzitet zimske rezidbe može biti modeliran na osnovu broja diferenciranih rodni pupoljaka i na taj način predstavlja prvi korak u regulisanju rodnosti voćaka. Letnja rezidba voćaka poseban značaj ima za popravljivanje kvaliteta formiranih plodova, preko iskorišćenja poboljšanih svetlosnih uslova u kruni, koja doprinosi lepšoj dopunskoj boji, kao i povećanju sadržaja rastvorljive suve materije i indeksa slasti (Zhang *et al.*, 2018a). Takođe, primena letnje rezidbe kod jabuke može doprineti poboljšanju skladišnih osobina plodova, kao i povećanju sadržaja makro i mikro elemenata i ugljenih hidrata (Moatamed, 2012). Visoka cena koštanja radne snage prilikom ručne rezidbe, koja dodatno opterećuje troškove proizvodnje, nameće proizvođačima potrebu za pronalaženjem alternativnog rešenja prilikom sprovođenja ove mere. Nekoliko kontinentalnih voćaka, a među njima i jagodaste vrste, se mogu uspešno orezivati mašinskim putem (Mika *et al.*, 2016). Precizno definisan sistem mašinske rezidbe kod jabuke može doprineti upotrebi mašina i u berbi, što će u velikoj meri povećati profitabilnost proizvodnje (Zhang *et al.*, 2018b). Kontrola rasta voćaka predstavlja veliki izazov proizvođačima, naročito kod vrsti sa prirodnom tendencijom ka formiranju stabala velike bujnosti. Preobilna bujnost stabala utiče na odlaganje rodnosti, visinu prinosa i kvaliteta roda, kao i na otežanu kontrolu zdravstvenog stanja voćaka. Rezidba korenovog sistema pruža mogućnost uspešnoj kontroli vegetativnog potencijala voćaka (Wang *et al.*, 2014). Pored toga, rezidbom korena se uspešno reguliše rast mladara kao i problem vezan za diferenciranje rodni pupoljaka i sprečavanje pojave alternativnog rađanja (Khan *et al.* 1998a; Asin *et al.*, 2007).

Redovna i obilna rodnost voćaka je težnja svakog proizvođača voća. Pravilno opterećenje stabala rodnom, koje direktno uslovljava kvalitet i prinos plodova, predstavlja samo prvi korak ka profitabilnoj voćarskoj proizvodnji. Na tom putu ka uspehu, proizvođačima se nalaze biljni regulatori rasta, koji pravilnom i pravovremenom primenom mogu da podstiču ili inhibiraju brojne biohemijske procese u voćkama (Dussi, 2011). Biljnim regulatorima rasta se može uticati na stepen opterećenja voćaka plodovima, preko prorede cvetova i plodova (Fallahi and Greene, 2010; Costa *et al.*, 2013) i stimulisani oplodnje (Costa, 2017), kvalitete ploda i njegove skladišne sposobnosti (Usenik *et al.*, 2006; Tomić *et al.*, 2016; Tyagi *et al.*, 2017), poboljšanja diferenciranja rodni pupoljaka (Cowgill and Autio, 2016; Reyes *et al.*, 2016) i dr.

Ozbiljan problem u uspostavljanju stabilne rodnosti, a posebno visokog kvaliteta plodova, proizvođačima predstavlja prevelika bujnost voćaka, koja može nastati pod različitim uticajima. Primenom odgovarajućih agrotehničkih mera, samostalno ili zajedno u kombinaciji sa biljnim regularotima rasta, bujnost voćaka se može uspešno smanjiti, kontrolisati i održavati (Smit *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2012; Vercammen *et al.*, 2016).

Cilj ovog rada je da prikaže novije metode i tehnike savremenih agro i pomothničkih mera u voćarskoj proizvodnji, i da se proizvođači upoznaju sa načinima i rezultatima njihove primene.

## **Održavanje-upravljanje zemljištem u voćnjacima**

Zemljište je rastresiti, površinski sloj Zemljine kore, koji predstavlja glavni izvor biogenih elemenata i vode. Preko svoje čvrste, tečne i gasovite faze u velikoj meri usmerava tok i dinamiku odvijanja biohemijskih procesa kod voćaka. Način održavanja zemljišta u voćnjacima zavisi od mehaničkog sastava zemljišta, položaja i nagiba terena, količine i rasporeda padavina, voćne vrste i dr. On treba da omogući najkvalitetniji razvoj korenovog sistema voćaka preko kontrole razvoja korova, održavanja povoljnog vodnog statusa, poboljšanje hemijskih i fizičkih osobina (Kumar *et al.*, 2016). Zadržavanje i očuvanje zemljišne vlage, koja direktno utiče na apsorpciju i pristupačnost biogenih elemenata, posebno u uslovima semiaridne i aridne klime, predstavlja problem koji pravilno održavanje zemljišta može rešiti. Takođe, na pristupačnost i koncentraciju biogenih elemenata utiče i način upravljanja zemljištem, što je od posebnog značaja kod azota. Na dubini do 30 cm, zemljišta malčirana organskim materijalom ili sa formiranim travnim pokrivačem oko voćaka, imaju do 20 puta sporiji proces mineralizacije azota u odnosu na zemljišta koja se održavaju u stalno obrađenom stanju (Tomala, 1997).

Upotreba različitih materijala za zastiranje-malčiranje u značajnoj meri utiče na biohemijske procese u zemljištu. Primenjeni organski i mineralni materijali menjaju vlažnost zemljišta i temperaturu, smanjuju kolebanja dnevne temperature u zoni korena, kao i propustivost vode u dublje slojeve zemljišta i sprečavaju razvoj korova. Poredem četiri različita materijala za zastiranje zemljišta u zasadu jabuke u toplijim i vlažnijim agroklimatskim uslovima, utvrđeno je da primena komposta ima najveći uticaj na kvalitet i prinos stabala (Choi and Rom, 2011). Orgoman značaj primena komposta prilikom zastiranja zemljišta u proizvodnji maline ogleđa se poboljšanju fizičkih i hemijskih osobina, a takođe u smanjenju prisustva štetnih nematode, u odnosu na neke druge organske ostatke koji se mogu koristiti za zastiranje (Forge *et al.*, 2016).

U proizvodnji jagodastog voća neizbežna je upotreba polietilenskih folija. Savremena proizvodnja jagode, borovnice, maline i kupine je praktično nezamisliva bez njihove primene. Njihovom upotrebom bitno se menjaju osobine zemljišta i na taj način direktno utiče na razvoj voćaka. Primenjene polietilenske folije kod jagodastih voćaka povećavaju prinos i kvalitet plodova, kontrolišu razvoj bolesti, poboljšavaju koeficijent iskorišćenja vode i utiče na smanjenje koeficijenta



evaporacije (Steinmetz *et al.*, 2016). Pored klasičnih crnih u praksi se koriste folije sive, bele, crvene, žute, plave i zelene boje (Casierra-Posada *et al.*, 2011). Prateći uticaj folija različite boje na prinos i kvalitet jagode došlo se do zaključka da su sorte gajene na crnoj foliji imale najveći procenat plodova prve klase (Johnson and Fenimore, 2005). Taparauskiene i Miseckaite (2014) su utvrdili da je jagoda gajena na crnoj foliji imala za 60% veći prinos bez gubitka u kvalitetu plodova u odnosu na druge materijale za malčiranje zemljišta. Sa druge strane, jagoda gajena na crvenoj foliji imala je slične produktivne osobine kao na crnoj foliji, dok su sorte gajene na foliji sive boje imale najmanje prinose, kao i najslabiji kvalitet ploda (Casierra-Posada *et al.*, 2011).

Već je apostrofirano da samo plodovi vrhunskog kvaliteta proizvođačima obezbeđuje brzi povratak investicije i profitabilnu proizvodnju. Plodovi vrhunskog kvaliteta osim odgovarajuće krupnoće, pravilnog oblika, odsustva oštećenja na pokožici, kod većine voćaka i njihovih sorti moraju da imaju značajan procenat dopunske boje. Sve učestalija topla i suva leta, nepravilna ishrana i navodnjavanje, prevelika bujnost i visina stabala, preobilne padavine praćene učestalom oblačnošću, kod pojedinih vrsti voćaka negativno utiču na kvalitet plodova, koje je dodatno praćeno smanjenjem razvoja dopunske boje na pokožici (Shmidt *et al.*, 2014). Međutim, pravilno odabrani način upravljanja-održavanja zemljišta može ublažiti ove negativne posledice. Iz tih razloga u proizvodnji jabuke, kruške, breskve, šljive i trešnje sve je češća upotreba reflektujućih folija koje se postavljaju po površini zemljišta u međurednom prostoru. Postavljena reflektujuća folija, neposredno nakon punog cvetanja ili dve do četiri nedelje pred početak berbe (Bertelsen, 2005), značajno poboljšava svetlosne uslove u kruni (Overbeck *et al.*, 2013), fotosintetsku aktivnost listova (Jakopič *et al.*, 2010), posebno u donjim delovima stabala. Pored uticaja na kvalitet plodova reflektujuća folija doprinosi većoj vegetativnoj aktivnosti nižih grana u kruni, pri čemu se na njima formira znatno veći broj rodnih pupoljaka (Einhorn *et al.*, 2012). Primenom ove folije utiče se na povećanje prosečne temperature čime se ubrzava dozrevanje plodova, što omogućava njihov raniji plasman (Andreotti *et al.*, 2010).

Prateći njen uticaj kod sorte jabuke Jonagold, Mika *et al.* (2007) utvrdili su da se na visini stabla do 75 cm količina svetlosti za osam puta povećava, na visini od 1,5 m četiri puta, a na visini od 2,25 m samo 10% u odnosu na kontrolna stabla. Kim *et al.* (2008) su proučavajući uticaj reflektujuće folija kod šljive utvrdili da ranija primena, četiri nedelje pre berbe, utiče na veći procenat plodova prve klase, a dodatno je značajno smanjila dužinu mladara. Značajan pozitivan uticaj njena primena ima u poboljšanju svetlosnih uslova u voćnjacima ispod protivgradne mreže. Meinhold *et al.* (2014) u desetogodišnjem istraživanju kod jabuke sorte Gala, navode da su svetlosni uslovi u kruni stabla ispod protivgradne mreže, bili do 80% bolji. Poboljšanje svetlosnih uslova je doprinelo povećanju prinosa plodova prve klase. Jedini nedostatak njenog korišćenja je povećanje troškova od 200 €/ha za postavljanje i uklanjanje nakon berbe.

Korišćenje aktivnog uglja, sa čijom upotrebom se poboljšavaju karakteristike zemljišta, zauzima sve značajnije mesto u voćarskoj proizvodnji. Aktivni ugalj je organska materija koja nastaje kao proizvod pirolize biljnih

ostataka na visokim temperaturama bez prisustva kiseonika. Fizičke i hemijske osobine aktivnog uglja zavise od vrste materijala i termohemijske obrade, pri čemu aktivni ugalj istog porekla i načina postanka ispoljava različita dejstva prema voćnim vrstama (Gluszek *et al.*, 2017). Od posebnog je značaja na lakšim i zemljištima niže pH vrednosti, jer doprinosi povećanju adsorpcionog kompleksa zemljišta i pristupačnosti biogenih elemenata korenovom sistemu, vodnog kapaciteta zemljišta, kao i aktivnosti korisnih mikroorganizama (Elad *et al.*, 2010). Primenjen u periodu osnovnog đubrenja, smanjio je štetni uticaj visoke koncentracije natrijuma u zemljištu apsorbujući preko 50% njegove količine u zoni korenovog sistema (Fazal i Bano, 2016). Pored toga, aktivni ugalj povećava stepen iskorišćenja upotrebljenih mineralnih đubriva, a posebno utiče na smanjenje gubitka azota u zemljištu, kao posledica njegovog ispiranja u dublje slojeve. Ventura *et al.* (2012) navode da primenjeni aktivni ugalj u količini od 5 t/ha, prilikom pripreme zemljišta, uticao na smanjenje ispiranja nitratnog azota u A horizontu za 75%. Takođe, korišćenjem aktivnog uglja smanjuje se emisija N<sub>2</sub>O u atmosferu od 10 do 90% čime se značajno utiče na očuvanje životne sredine (Cayuela *et al.*, 213). Primenjen u hidropskom uzgoju jagode aktivni ugalj je značajno povećao prinos bokora i smanjio procenat oštećenja listova i plodova od patogene gljive *Bortyris cinerea* L.

### **Navodnjavanje voćaka u cilju poboljšanja kvaliteta i prinosa plodova**

Prema podacima Međunarodne organizacije za hranu i poljoprivredu - FAO (FAO, 2018) oko 330 miliona hektara u svetu se navodnjava, što čini preko 70% ukupne godišnje potrošnje vode. Iako je deficiti vode za primenu u poljoprivredi izražen, dodatno se ovaj resurs za uspešnu proizvodnju koristi na neadekvatan način i pogrešno se sa njim upravlja (Perry, 2007). Prema Hoogeveen *et al.* (2015) od ukupne količine vode za navodnjavanje biljke iskoriste između 40 i 65%, dok se preostali deo nepovratno gubi. U sektoru poljoprivrede, posebno u biljnoj proizvodnji, poboljšanje efikasnosti navodnjavanja i povećanje produktivnosti iskorišćene vode su ključni faktori održivog upravljanja vodom i adaptacije na klimatske promene (Uner *et al.*, 2017).

Pod pojmom *efikasnosti upotrebe vode* u voćarstvu, podrazumeva se odnos iskorišćene vode prema prinosu koji se ostvari (Pereira *et al.*, 2002). Morris *et al.* (2017) navode da se za uspešnu jednogodišnju proizvodnju jagode u Velikoj Britaniji iskoristi između 800-2.000 m<sup>3</sup>, pri čemu se cena m<sup>3</sup> kreće od 1,5 do 2,7 €. Prema ovim autorima u ukupnoj ceni koštanja jagode navodnjavanje učestvuje sa 6-10%. U ukupnom lancu proizvodnje jednog kilograma jabuke potroši se oko 550 l vode (Tadeschi *et al.* 2017). Morison *et al.* (2008) navode da klimatske prognoze predviđaju mnogo manje količine kišnih padavina, što će doprineti manjoj dostupnosti vode za navodnjavanje, i shodno tome efikasnost iskorišćene vode treba povećati. Prema Boland *et al.* (2006) najefikasniji način korišćenja vode za navodnjavanje u voćnjacima uključuje brojne faktor, poput, poznavanja rasporeda norme navodnjavanja, kvaliteta vode, osobina zemljišta, načina ishrane voćaka, fenologije voćaka i dr.

U cilju očuvanja dostupnih količina vode i povećanja efikasnosti njenog iskorišćenja istraživači su u poslednjih dvadesetak godina razvili brojne strategije navodnjavanja voćaka. Ove strategije su zasnovane na kontrolisanoj upotrebi vode za navodnjavanje na osnovu stvarnih potreba voćaka za vodom ili vodnog potencija/statusa voćaka (Puerto *et al.*, 2013; Volschenk and Gindaba, 2014; De la Rosa *et al.*, 2016). Potreba voćaka za vodom definisana je preko potencijalne-referentne evapotranspiracije ( $ET_o$ ) i koeficijenta kulture ( $K_c$ ). Izračunati koeficijent kulture zavisi od fenološke faze, veličine stabla, orijentacije listova, razvoja korenovog sistema voćaka (Allen and Pereira, 2009; Campos *et al.*, 2009). Pomoću ovih pokazatelja određuje se potrebe voćaka za vodom, odnosno vrednost koeficijenta evapotranspiracije ( $ET_c$ ) preko jednačine,  $ET_c = ET_o * K_c$ , kojim su definisane norme zalivanja. Kod sorte jabuke 'Zlatni delišes' Volschenk (2017) je podelila faze razvoja na četiri dela, i to na početni rast i deobu ćelija (trajanje 63 dana), izduživanje ćelija i završetak rasta mladara (72 dana), sazrevanje plodova do berbe (33 dana) i faza nakon berbe (60 dana). Prosečna maksimalna vrednost koeficijenta kulture za tri godine iznosila je 0,81, tokom faze razvoja dva i tri. Najveću potrošnju vode u količini od 41% od ukupne potrebe ustanovila je u drugoj fazi.

Na osnovu ovih pokazatelja, preporučene su različite strategije-metode deficita navodnjavanja, kojima se upotrebljava manja količina vode od optimalnih vrednosti za gajena voćaka. Deficitom navodnjavanja kod voćaka se poboljšava koeficijent iskorišćenja vode, sprečava se nepotrebno ispiranje biogenih elemenata, smanjuju se troškovi proizvodnje i doprinosi povećanju njene konkurentnosti (De la Rosa *et al.*, 2016). Pravilno primenjen princip deficita navodnjavanja ne ugrožava prinos i kvalitet plodova, kao i razvoj voćaka. Primenjujući deficit navodnjavanja od 115 dana od punog cvetanja pa do početka berbe, kod sorte jabuke Breaburn, sačuvano je 60% vode u odnosu na režim punog navodnjavanja, pri čemu je ostvaren prinos na istom nivou, kao i procenat plodova prve klase (Yang *et al.*, 2011). Jedina prednost režima punog navodnjavanja uočena je u krupnoći ploda. Chenafi *et al.* (2016) su kod sorte jabuke Gala pri regulisanom deficitu navodnjavanja tokom jula i početka avgusta, sačuvali 47% vode u odnosu na tretman sa punim navodnjavanjem, bez gubitka prinosa i kvaliteta plodova. Međutim, Lopez *et al.* (2018) su pri režimu deficita navodnjavanja od 50 do 70% u odnosu na maksimalne potrebe značajno smanjili prinos i kvalitet plodova. Mpelasoka *et al.* (2001) ističu da efektivnost navodnjavanja, koje će obezbediti maksimalne prinose i kvalitet plodova, leži u dobrom razumevanju i pravilnom odnosu opterećenja voćaka rodnom sa količinom pristupačne vode u zemljištu. Pri takvom pristupu i u uslovima izrazitog nedostatka pristupačne vode za navodnjavanje može se ostvariti prinos plodova jabuke prve klase iznad 90%. Primenom PRD tehnike navodnjavanja (delimično sušenje zemljišta u zoni korenovog sistema), pri kojem se naizmenično jedna polovina zone korena u zemljištu navodnjava, a druga ne, može se sačuvati 50 do 60% vode, a da se pri tome ne umanja prinos i kvalitet plodova, diferenciranje rodni pupoljaka, spreči bujan rasta mladara i povećava koeficijent iskorišćenja vode (Brian *et al.*, 2006; Senyigit and Ozdemir, 2011; Zegbe *et al.*, 2016).

Deficit navodnjavanja kod koštičavih voćaka primenjen tokom različitih faza razvoja plodova doprinosi značajnom poboljšanju koeficijenta produktivnosti iskorišćene vode. Miras-Avalos *et al.* (2016) navode da primenjeni deficit navodnjavanja, kod sorti breskve srednjeg vremena zrenja, u drugoj fazi razvoja ploda (tokom maja i juna) i nakon završene berbe (od polovi jula do septembra) doprinosi smanjenju upotrebe vode od 43 do 65%, pri čemu se ne redukuje prinos i kvalitete plodova. Kod sorti šljiva ranijeg vremena zrenja, primenjenim deficitom navodnjavanja nakon berbe, procenat sačuvane vode iznosio je 70%, pri čemu je kvalitet plodova i prinos u narednoj godini bio na nivou maksimalnog navodnjavanja, dodatno praćen smanjenjem troškova rezidbe (Samperio *et al.*, 2015). Prema brojnim autorima kod koštičavih voćaka najosetljivija period na nedostatak vode je treća faza razvoja plodova, jer ona u najvećoj meri utiče na kvalitete i prinos (Perez-Pastor *et al.*, 2009; Perez-Sarmiento *et al.*, 2010). Međutim, Pascal *et al.* (2016) su zabeležili da umereni deficit navodnjavanja (70% od maksimalne potrebe) primenjen u trećoj fazi razvoja ploda kod breskve (trajanje faze od 55 dana) predstavlja najprofitabilniju strategiju navodnjavanja u semi aridnom regionu.

Primenjeni deficit navodnjavanja kod jagode u periodu nakon inicijalnog rasta primarnog ploda značajno je smanjio krupnoću sekundarnih plodova kod većine sorti, ali je poboljšao organoleptička svojstva (Bardonaba and Terry, 2010). Pored toga, Liu *et al.* (2007) su primenjujući tehnike deficita navodnjavanja i delimičnog sušenja zemljišta u zoni rasta korena, kod jagode u periodu od početka cvetanja do kraja berbe, zabeležili značajan gubitak kvaliteta i prinosa u odnosu na maksimalno navodnjavanje, i shodno tome ne preporučuju primenu ovih rezima navodnjavanja. Deficit navodnjavanja u količini od 50% kod borovnice, primenjen u periodu od dve nedelje pre punog cvetanja do berbe, značajno je uticao na kvalitet i prinos, ali kod deficita od 25% značajnog uticaja nije bilo, pri čemu se i kvalitet plodova toko 60 dana čuvanja nije menjao (Lobos *et al.*, 2016). Prema Keen and Slavich (2011) deficit navodnjavanja u nivou od 50% od *ETc* kod borovnice u periodu od kraja berbe do opadanja listova je značajno uticao na povećanje produktivnosti iskorišćene vode, visinu prinosa po žbunu i smanjenju procenta plodova druge klase.

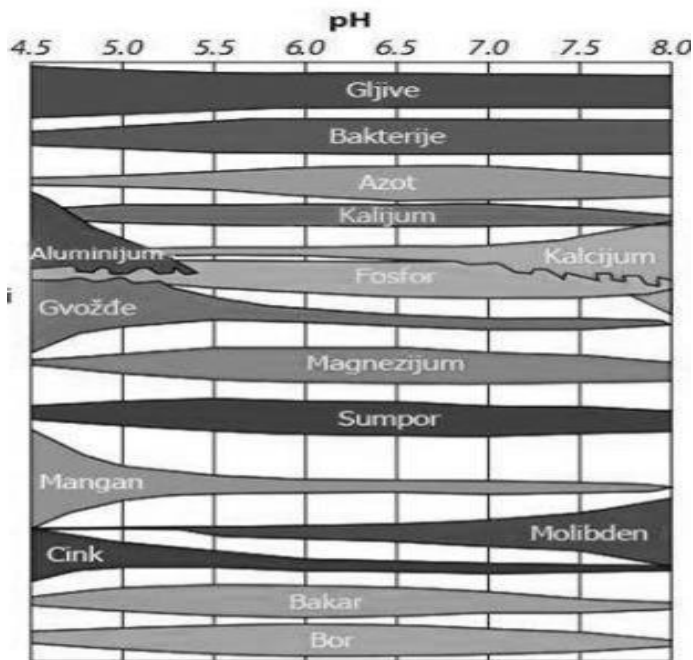
Praćenje vodnog potencijala voćaka, regulisanje stresa izazvanog nedostatkom vode, poboljšanje produktivnosti iskorišćene vode, povećanje prinosa i dr., danas je u okviru *Precizne poljoprivrede* moguće ostvariti primenom alata i tehničkih rešenja poput digitalnih kamera supersenzitivnog spektra, termalnih daljinskih senzora, termalnih infracrvenih kamera, izrade matematičkih algoritama, bežičnog upravljanja i dr. (Kim *et al.*, 2011; Osroosh *et al.*, 2016; Khanal *et al.*, 2017), ali je njihova upotreba još uvek nedostupna za individualne proizvođače.

## **Prihrana - đubrenje voćaka u cilju poboljšanja prinosa i kvaliteta plodova**

Za normalan rast i razvoj, visoke i redovne prinose, dobru otpornost na biotičke i abiotičke činioce gajenja, voćkama je neophodna pravilna i izbalansirana

ishrana svake godine. Dostupne količine biogenih elemenata u zemljištu i njihov pravilan međusobni odnos su osnov uspješne ishrane voćaka. Nedovoljna količina bilo kog elementa izaziva nepravilnosti u funkcionisanju voćke, što na kraju rezultira smanjenjem njene proizvodne sposobnosti. Ishrana voćaka kao jedna od osnovnih agrotehničkih mera, predstavlja dodavanje potrebnih količina nedostajućih biogenih elemenata voćkama, preko korenovog sistema ili lista (folijarni tretmani), pomoću materija koja se nazivaju đubrivima (Džamić i Stevanović, 2007).

Cilj prihrane voćaka ogleda se u težnji da se nadoknade nedostajuće količine biogenih elemenata, kako bi se svi fiziološki i biohemijski procesi voćaka odvijali normalno. Sa druge strane, preobilna i prekomerna upotreba sredstava za ishranu voćaka veoma često pravi probleme koji se ogledaju u povećanju troškova proizvodnje, prevelikoj bujnosti stabala, smanjenju otpornosti, gubitku prinosa, kvaliteta i skladištenih sposobnosti plodova, kao i zagađenju životne sredine. Prihranom treba obezbediti optimalnu ishranu voćaka kako bi se svake godine ostvarivali visoki i redovni prinosi, sa značajnim učešćem plodova vrhunskog kvaliteta u ukupnom prinosu. Nivoi dostupnosti i mobilnosti makro, a posebno mikroelemenata, uslovljeni su pH vrednošću zemljišnog rastvora (Dierend, 2006). Pristupačnost biogenih elemenata u zavisnosti od pH reakcije prikazan je u grafikonu 1.



**Grafikon 1.** Pristupačnost mikro i makroelemenata i aktivnost mikroflora u zemljištu u zavisnosti od pH zemljišta  
*Accessibility of micro and macroelements and microflora activity in the soil depending on pH of soil*

Količine đubriva koju prihranom treba dodati voćkama zavise od brojnih faktora: plodnosti zemljišta, teksture i strukture zemljišta, načina đubrenja, starosti voćke, iznošenja biogenih elemenata preko prinosa plodova, porasta višegodišnjih i jednogodišnjih delova stabla i formiranja listova i dr. Osim količine đubriva, efikasnost prihrane voćaka zavisi od vremena (osnovna i dopunska), načina prihrane (rasturanje po površini zemljišta, fertigazija, folijarna), kao i vrste đubriva (organska, mineralna, granulirana, tečna, vodotopljiva). Način prihrane voćaka u značajnoj meri zavisi od količine i rasporeda padavina tokom vegetacije. U uslovima semi-aridne klime, u kojoj se nalazi i naša zemlja, najefikasniji način prihrane voćaka je preko sistema za navodnjavanje „kap po kap“, odnosno fertigacija. U poslednje dve dekade, učestala je pojava sušnih leta sa visokim temperaturama, tako da prihrana voćaka istovremeno sa navodnjavanjem predstavlja obaveznu i osnovnu agrotehničku meru za postizanje odličnih proizvodnih rezultata. Uzimajući u obzir vrednost evapotranspiracije sa primenom fertigacije u uslovima naše zemlje treba početi u prvoj polovini leta, a nekada i znatno ranije. Prateći uticaj četiri načina prihrane kod jabuke zabeležen je najveći uticaj fertirigacije na rast i razvoj voćaka. Stabla prihranjena ovim načinom imala su od 20-60% veći prinos u odnosu na druge načine prihrane. Takođe, pristupačnost azota i kalijuma na dubini od 0-30 cm, kao i iskorišćenje primenjenih đubriva je izraženije prilikom fertigacije (Suman and Raina, 2014; Kumar *et al.*, 2016).

Takođe, prilikom određivanja normi đubrenja treba voditi računa o količinama mineralizovanih biljnih ostataka, poput opalih listova i plodova, rezidbom odbačenih grana i delova odumrelog korenovog sistema. Njihovom mineralizacijom se u zemljištu mogu značajno povećati koncentracije makroelemenata, pri čemu se smanjuju doze primenjenih đubriva u prihrani. U dvogodišnjem ispitivanju mineralizacije opalih listova jabuke uočeno je da se u prvoj godini u zemljište vrati oko 10% azota, 8-11% fosfora i 50-80% kalijuma, dok se u drugoj godini znatno povećava procenat mineralizovanog azota, do 38% (Han *et al.*, 2011). Sporija oslobađanje azota iz biljni ostataka u prvoj godini je rezultat povećane aktivnosti zemljišne mikroflore, pri čemu je uočeno da se kod breskve ona dešava 7-8 nedelja nakon opadanja listova, a kod jabuke krajem zime i početkom proleća (Ventura *et al.*, 2010). Pored toga, razgradnjom opalih listova se u proleće može obezbediti 25-30 kg/ha kalijuma koje korenov sistem može da usvoji (Tagliavini *et al.*, 2007). Značajan izvor biogenih elemenata su ostaci grana nakon rezidbe. Dva meseca nakon rezidbe procenat mineralizacije azota iz ostataka grana je veoma spor, oslobodi se svega oko 10% se, dok je značajno veći deo, oko 85% estrahovan u obliku huminskih i fulvo kiselina (Tono *et al.*, 2007). Uticaj rezidbenih ostataka na povećanje sadržaja biogenih elemenata može oceniti tek nakon treće godine razgradnje (Lyu *et al.*, 2017). Orjentacione, godišnje norme đubrenja voćaka u cilju postizanja vrhunskih prinosa po hektaru nalaze se u tabeli 1.

## Značaj biogenih elemenata u ishrani voćaka

Izbalansirana prihrana voćaka je jedini pravi pristup ka ostvarivanju glavnih ciljeva proizvođača voća, a to su brzi povratak investicije i profitabilna proizvodnja (tabela 1.). Princip, što više dodatog đubriva, za dobijanje većeg prinosa, proizvođači moraju što pre odbaciti. Nepravilna primena đubriva između ostalog može da poveća troškove proizvodnje i do 15% (Tagliavini *et al.*, 2007). Kako bi se prihrani voćaka pristupio na pravi način, preduslovi su poznavanje fiziologije voćaka i kakav uticaj imaju biogeni elementi na tok odvijanja biohemijskih i fizioloških procesa. Prema DRIS sistemu, u mladim zasadima jabuke i breskve, u inicijalnim fazama razvoja, stablo ima najveće potrebe ka makro elementima prema sledećem rasporedu  $Mg > N > S > P > Ca > K$  (Savita *et al.*, 2016; Sofi *et al.*, 2017).

Azot (N) ispoljava značajnu ulogu u vegetativnom i generativnom razvoju voćaka, utiče na rast mladara, diferenciranje rodnih pupoljaka, zametanje i razvoj plodova. Najveću aktivnost ima azot u obliku nitrata ( $NO_3^-$ ), zatim u amonijačnom obliku ( $NH_4^+$ ) i na kraju amidnom ( $CO(NH_2)_2$ ). Primena đubriva sa nitratskim oblikom azota u mnogo većoj meri utiče na pojavu gorkih pega nego đubriva koja imaju amonijačni oblik. Količine i vreme primene azotnih đubriva su većita dilema brojnih istraživača. Primenjeni azot u količini od 75, 150 i 225 kg/ha aktivne materije u zasadu jabuke uticao je na različiti stepen iskorišćenja, ispiranja u dublje slojeve zemljišta i isparenja. Primenjena najmanja doza je pokazala najveći stepen iskorišćenja azota (31,5%) i izbalansiran razvoj stabala (Shun-Feng *et al.*, 2011). Prihrana kruške azotnim đubrivima pre početka cvetanja najviše se iskoristi za rast listova i plodova, dok primenjeni azot u vremenu berbe se najviše deponuje u koren i višegodišnje delove kao rezerva za narednu vegetaciju (Quarteri *et al.*, 2002). Šljiva, prihranjena u količinama azota od 40, 80, 120, 160 i 200 kg/ha, najbolje proizvodne rezultate i kvalitet plodova je imala u najmanjoj korišćenoj dozi. Raspored i količine primenjenog azota je bila 30% u punom cvetanju, 30% nakon prerede plodova i 40% nakon berbe (Cuquel *et al.* 2011). Azot primenjen u tri različita termina, početkom vegetacije, nakon punog cvetanja i početkom septembra, najveću iskorišćenost od strane oraha je imao u poslednjem terminu aplikacije. Takođe, azot deponovan u stablo i letoraste je imao najveći uticaj na razvoj voćaka u narednoj vegetaciji, pri čemu je kasna letnja primena azotnih đubriva imala najveći efekat (TerAvest, 2010; Bravo *et al.*, 2017). Sa druge strane, u redovnoj proizvodnji borovnice ne preporučuje se primena azotnih đubriva nakon polovine jula (Nikolić i Milivojević, 2015).

Fosfor (P) u razvoju voćaka ima ogroman uticaja na dinamiku cvetanja i razvoj plodova, ukorenjavanje i razvoj obrastajućih žila korena, ali i stvaranja energije za sve procese metabolizma kod voćaka. Voćke koje u ishrani imaju dovoljnu količinu fosfora karakterišu se čvrstim i lepo obojenim plodovima. Voćke u nedostatku fosfora su osetljivije na stresne faktore, jer im je narušena sinteza nukleinskih kiselina, fosfolipida i adenoizid-tri-fosfata (ATP) koji igraju važnu ulogu u sprečavanju i ublaživanju tih pojava (Ebert, 2009).

Kalijum (K) je drugi biogeni element prema značaju za rast i razvoj voćaka jer kontroliše odvijanje brojnih fizioloških procesa. Karakteriše ga velika mobilnost kroz biljku i lako usvajanje, kako preko korenovog sistema tako i preko lista (Sotiropoulos *et al.*, 2010). Poseban značaj ima kod regulacije vodnog potencijala i povećanja otpornosti na niske temperature i štetne mikroorganizme (Dantoff *et al.*, 2007). Kalijum utiče na rad enzima voćaka, a poseban značaj ispoljava na kvalitet plodova, doprinoseći poboljšanju hemijskih (sadržaj suve materije, vitamina C i šećera) i fizičkih (krupnoća i dopunska boja) osobina. Plodovi pravilno ishranjeni kalijumom imaju veću otpornost na ožegotine (Solhjo *et al.*, 2017). Godišnje potrebe jabuke za kalijumom u cilju postizanja vrhunskih prinosa kreću se između 120-160 kg/ha, dok je koštičavim voćakama potrebno između 100-120 kg/ha (Cuquel *et al.* 2011; Zuoping *et al.*, 2014). Folijarno primenjena kalijumova đubriva, tri do četiri nedelje pre berbe, u koncentraciji od 1,0 do 2,0%, u značajnoj meri poboljšavaju karakteristike plodova (Prasad *et al.*, 2015). Međutim, preveliki sadržaj kalijuma u plodovima, posebno kada je odnos K/Ca >30, bitno utiče na smanjenje njihove skladištene sposobnosti. Zemljišta u Srbiji, u većini voćarskih regiona, imaju dovoljan sadržaj kalijuma, jer minerali gline predstavljaju glavni izvor ovog elementa. Međutim, problem u ishrani voćaka na takvim zemljištima se javlja u sušnim uslovima, jer koloidi gline čvrsto vezuju kalijum za sebe ili se prekidaju kapilarne veze kojima se kalijum transportuje do površine korena.

Kalcijum (Ca) je strukturni element u građi stabla i plodova. Njegov transport do plodova je veoma otežan, jer zavisi od nivoa transpiracije koji je u plodovima jako nizak. Dodatni problem sadržaju kalcijuma u plodovima čini njihova kompetencija sa mladim listovima, u čijem je sastavu visoka koncentracija ovog elementa. Kalcijum ima specifičnu ulogu u građi ćelija, pa nedostatak u ishrani voćaka dovodi do kidanja ćelijskog zida, pri čemu dolazi do razvoja fizioloških oštećenja i lakšeg razvoja patogenih mikroorganizama na plodovima (Ebert, 2009). Plodovi jabuke namenjeni čuvanju ne bi smeli da imaju sadržaj kalcijuma manji od 5 mg u 100 g svežeg ploda, a kruške, manji od 10 mg. Najveća količina kalcijuma od strane plodova usvoja se u ranim fazama njegovog razvoja. U cilju uspostavljanja balansa u sadržaju makro elemenata u plodu, u prvim fazama razvoja ploda u ishrani voćaka, posebno jabuke, ne smeju se u velikoj meri koristiti đubriva sa aktivnim materijama elementima koji su antagonisti kalcijumu, kao  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Mg^{2+}$ . (Casero *et al.*, 2017). Primena kalcijuma preko zemljišta daje slabe rezultate u rešavanju problema njegovog nedostatka u plodovima (Jan *et al.*, 2013), dok folijarni tretmani u periodu od 3 do 9 nedelja nakon punog cvetanja (Solhjo *et al.*, 2017) imaju najviše uspeha. Takođe, primenjen folijarnim putem kalcijum kod jagodastih i koštičavih voćaka pored poboljšanja kvaliteta plodova, njihove čvrstoće i transportabilnosti, utiče i na smanjenje pucanja plodova, pojave truleži i oštećenja izazvanih od strane insekata (Wojcik and Lewandowski, 2003; Erogul, 2014; Lee *et al.*, 2016).

Značaj mikroelelenata u ishrani voćaka još uvek nije do detalja istražen. Međutim, vrlo dobro je poznato da su mikro elementi odgovorni za normalan tok brojnih fizioloških procesa, da se njihov nedostatak može vizuelno uočiti na listovima i plodovima, kao i da je njihovo usvajanje iz zemlje uslovljeno



odgovarajućom hemijskom reakcijom zemljišnog rastvora (Ebert, 2009). Gvožđe (Fe) ima značajnu ulogu u procesu fotosinteze, jer se preko 80% ukupnog sadržaja ovog elementa nalazi u hloroplastima. Nedostatak ovog elementa je posebno izražen na karbonantnim zemljištima čija je pH>7. Dodatni problem u ishrani voćaka predstavlja mala mobilnost gvožđa kroz biljku. Pozitivni efekti u pravilnoj ishrani voćaka borom (B) ogledaju se u razvoju reproduktivnih organa voćaka. Bor folijarno primenjen u količini od 2 l/ha u jesenjem-posle berbe tretmanu uticao je na povećanje prinosa od 33% uz smanjenje razvoja defektnih cvetova za 35% (Kirligad *et al.*, 2017). Folijarno primenjen bor na početku vegetacije i posle precvetavanja u količini od 0,8-2,5 l/ha može značajno povećati prinos i kvalitet plodova, njihovu transportabilnost i čuvanje (Wojcik and Lewandowski, 2003). Pored toga, bor utiče na lakše usvajanje i rešavanje deficit kalcijuma u plodovima, jer utiče na propustljivost ćelijskog zida i lakšu ugradnju u njegovu strukturu (Ganie *et al.*, 2013). Nedostatak bora u ishrani izaziva pojavu rdaste prevlake kod jabuke i kruške, deformitet plodova kod jagodastih voćaka, kao i pucanje plodova kod trešnje. Mangan (Mn) utiče na kvalitet plodova, pri čemu poboljšava intenzitet zelene boje pokožice, što je posebno važno kod jabuke sorte 'Greni Smit' (Deckers *et al.*, 1997). Takođe, olakšava usvajanje i protok azota i magnezijuma kroz voćke.

**Tabela 1.** Orijentacione količine biogenih elemenata u ishrani voćaka za postizanje visokih prinosa (kg/ha)

*Approximate amount of biogenic elements in the nutrition of fruit trees (kg/ha)*

Vrsta voćaka	Azot	Fosfor	Kalijum	Kalcijum	Mg-jum	Bo r	Gvožđe
Jabuka	100-120	50-60	120-150	120-150	30-50	2-3	15-20
Kruška	80-100	40-50	100-120	100-120	20-30	1-2	10-15
Trešnja	60-80	40-50	100-120	100-120	20-30	1-2	10-15
Šljiva	60-80	40-50	100-120	100-120	20-30	1-2	10-15
Jagoda	80-90	60-70	100-120	110-130	20-30	1-2	10-15
Malina	60-70	80-90	100-120	80-100	30-40	1-2	10-15

U poslednjih nekoliko godina poseban značaj u ishrani i očuvanju životne sredine imaju mikrobiološki preparati (biođubriva ili biofertilizatori) jer redukuju primenu mineralnih đubriva i pesticida, pri čemu doprinose pravilnom razvoju voćaka i postizanju visokih prinosa i kvaliteta plodova (Sharma *et al.*, 2018a). Oni predstavljaju rastvore korisnih mikroorganizama (bakterija, algi i gljiva) koji svojim prisustvom u zoni korenovog sistema ili lista, potpomažu fiziološke i biohemijske procese, bez štetnih efekata po voćake. Njihovim unošenjem u zemljište aktiviraju se odgovarajući mikrobiološki procesi, koji omogućavaju bolje i ravnomernije snabdevanje voćaka azotom, fosforom i kalijumom, kao i nekim mikroelementima. Kao komponente mikrobioloških đubriva mogu biti različite bakterije iz roda *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Trichoderma*, *Enterobacter*, *Lactobacillus* i mnogi drugi. Primenom različitih sojeva bakterija roda *Bacillus* nerastvorljivi oblici fosfora u zemljištu

prevode se u usvojive oblike za korenov system, pri čemu je potvrđen njihov uticaj na sprečavanje infekcije korena od strane štetnih gljiva iz roda *Dematophora*, *Fusarium* i *Phytophthora* (Mehta *et al.*, 2014). Mikroorganizmi koji ulaze u sastav mikrobioloških preparata produkuju materije rasta, polisaharide, vitamine, enzime, aminokiseline i dr (Mehta *et al.*, 2010). Ova jedinjenja stimulišu rast i razvoj voćaka, što se pozitivno odražava i na prinos i kvalitet prinosa. Unošenje mikrobioloških đubriva u zemljište utiče na tok i usmeravanje mikrobioloških procesa, što dodatno doprinosi popravci kvaliteta zemljišta.

Pored toga, primenjeni mikrobiološki preparati mogu se primeniti u zaštiti voćaka od patogenih bakterija i gljiva, jer sprečavaju njihov razvoj na vočkama (Ju *et al.*, 2014). Primenom mikrobioloških preparata sa različitim sojevima bakterija iz roda *Bacillus* i *Pantoea*, u vreme cvetanja jabuke, smanjilo je propadanje cvetova i mladara za 53-66% od infekcije izazvane *Ervinia amylovora* Burrill (Bahadou *et al.*, 2017). U biološkoj i organskoj proizvodnji jagodastog voća, primena preparata na bazi: *Trichoderma*, *Bacillus*, *Aureobasidium*, kao i ekstrakta *Reynoutria* je nezamenljiva u borbi protiv sive truleži plodova

## **Rezidba voćaka u cilju poboljšanja prinosa i kvaliteta plodova**

Rezidba voćaka je osnovna pomotehnička mera. Ona predstavlja uklanjanje višegodišnjih, jednogodišnjih grana i mladara iz tekuće vegetacije. Rezidba je prva mera kojom se uspostavlja ravnoteža između vegetativnog i generativnog potencijala, reguliše rodnost i kvalitet plodova, sprečava propadanje krune i kontroliše razvoj bolesti i insekata (Badrulhisham and Othman, 2016; Sharma *et al.*, 2018a). Stvaranje i oblikovanje zdravog i produktivnog stabla je najveća briga prilikom primene ove mere. Rezidbom se uvek moraju ukloniti odumrele, osušene i zaražne grane u kruni (Zhang *et al.*, 2018a). Pravilno urađena rezidba, pored ostalog, obezbediće i održaće ravnotežu rasta između korena i stabla, razvoj krune u kojem višlje grane neće zasenjivati grane na nižim pozicijama i zadržati oblik krune koji je najkorisniji odabranom sistemu gajenja (Maughan *et al.*, 2017).

Vreme i intenzitet rezidbe zavisi od voćne vrste i sorte, starosti i veličine stabla, vodeći stalno računa o pravilnom rastu voćke, njenoj rodnosti i razvoju cvetnih pupoljaka za narednu vegetaciju na najboljim pozicijama u kruni. Najbolje vreme za rezidbu voćaka u periodu mirovanja (zimski rezidba) je od sredine januara do kraja marta. Zimski rezidba voćaka obavljena pre tog perioda može umanjiti njihovu otpornost na niske temperature, pa je iz tog razloga treba izbegavati, jer izaziva ozbiljna oštećenja stabala (Carroll, 2017). Međutim, organizacija zimski rezidbe u tako kratkom vremenskom periodu, u voćnjacima velikih površina je praktično neizvodljiva. Zbog toga, u pojedinim godinama, rezidbu treba početi i pre samog prirodnog opadanja listova. Rezidba u ovom periodu ima određene negativne posledice na rod i kvalitet plodova u narednoj godine. Rano uklonjena lisna masa zajedno sa orezanim granama, utiča na redukovanu sintezu ugljenih hidrata i drugih organskih jedinjenja, koji se deponuju u višegodišnjim organima voćaka, a imaju ključnu ulogu za razvoj voćke u

narednoj godini (Ikinci, 2014). Rezidba sorte jabuke 'Gala' u različitim terminima pre prirodnog opadanja listova (46, 25 i 5 dana) negativno je delovalo na kvalitet diferenciranih cvetnih pupoljaka, procenat oplodnje i prinos. Najveći negativni uticaj na proizvodne osobine ove sorte jabuke imala je rezidba koja je urađena 45 dana pre prirodnog opadanja listova (Almeida and Fioravanço, 2018). Kod jabuke, da bi došlo do diferenciranja cvetnih pupoljaka, mladari moraju da imaju od 100 do 150 cm<sup>2</sup> lisne površine u poslednjih 90 dana vegetacije (Koutinas *et al.*, 2010).

Efekat zimske rezidbe na uspostavljanje ravnoteže između rasta i rodosti voćaka, u korelaciji je sa njenim intenzitetom. Ukljanjanje 50% cvetnih pupoljaka zimskom rezidbom kod jabuke je uticalo na preobilnu rodnost, ali i pojavu alternativne rodnosti, dok uklanjanje 75% cvetnih pupoljaka neutrališe tu pojavu bez gubitka prinosa i kvaliteta plodova (Musacchi, and Serra, 2018). Sa druge strane, kod pojedinih koštičavih voćaka primećen je negativni uticaj zimske rezidbe na bujnost stabla, prinos i kvalitet plodova (Sosna, 2010; Neri and Masetani, 2011). Kod trešnje na slabobujnim vegetativnim podlogama prinos i kvalitet plodova zavise od odnosa lisne površine i broja plodova. Intenzivno orezana stabla trešnje u period zimskog mirovanja imala su za 44% niži prinos, ali krupnije plodove, veću lisnu površinu i duže mladare u odnosu na stabla orezana manjim intenzitetom (Ayala *et al.*, 2018). Međutim, kod breskve je intenzivna rezidba poboljšala krupnoću ali ne i ostale osobine plodova (Bussi *et al.*, 2011), dok je umerena zimska rezidba uticala na povećanje koeficijenta rodnosti uz postizanje visokog procenta plodova prve klase (Tworkoski and Glenn, 2010). Zimska rezidba borovnice umerenog intenziteta (uklonjeno 30% izdanaka iz žbuna) u odnosu na intenzivniju rezidbu (uklonjeno 50% izdanaka iz žbuna) uticala je pozitivnije na skoro sve ispitivane vegetativne i generativne osobine (Lee *et al.*, 2015).

Kao dopuna zimskoj rezidbi, a kod pojedinih voćaka i kao osnovna, letnja rezidba ima ogroman uticaj na regulisanje rodnosti i poboljšanju kvaliteta plodova, na kontrolu rasta voćaka, smanjenje bujnosti i dr, pri čemu se obezbeđuje sigurna proizvodnja voća (Cline *et al.*, 2009). Sama tehnika letnje rezidbe se zasniva na prekraćivanju uspravnih i bujnih mladara, a znatno ređe na njihovom proređivanju (Neri and Masetani, 2011; Bhusal *et al.*, 2017). Svakako, letnjoj rezidbi treba pristupiti sa puno pažnje, jer se nepravilnim i nepravovremenim obavljanjem mogu dobiti neželjeni efekti ove pomotehničke mere (Ashraf and Ashraf, 2014; Musacchi and Serra, 2018). Kod jabučastih voćaka letnju rezidbu treba primeniti nakon prestanka opasnosti od razvoja bakteriozne plamenjače, a kod koštičavih rezidbu ne treba izvoditi u period kiše ili velike vlažnosti vazduha, jer može doći do pojave gljivičnih i bakterioznih obolenja krune (Maughan *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2018a). Rezidba trešnje u kasno leto pozitivno je uticala na sintezu i akumulaciju šećera, posebno u cvetnim pupoljcima, što je uticalo na veći prinos i kvalitet plodova naredne vegetacije (Measham *et al.*, 2014). Poredeći termine letnje rezidbe kod visokožbunaste borovnice Lee *et al.* (2015) su zaključili da je srednji termin rezidbe (20. jul) imao značajno veći efekat na prinos i kvalitet plodova, u odnosu na druga dva termina (20. jun i 20. avgust). Pored toga, kod kasno orezanih žbunova borovnice, krajem avgusta i početkom septembra, dolazi do razvoja novih

prirasta u žbunu, koji na sebi formiraju samo vegetativne pupoljke, uz znatno smanjenje otpornosti na zimske mrazeve (Karimi *et al.*, 2017).

Prekraćivanje mladara kod kruške za 1/2, 1/3 i 3/4 dužine početkom avgusta pozitivno je uticalo na bujnost mladara, lisnu površinu, sadržaj hlorofila u listovima, broj diferenciranih pupoljaka i kvalitet plodova. Poredeći ova tri intenziteta letnje rezidbe uočeno je da umerena rezidba pozitivno deluje na većinu ispitivanih parametara, dok je jaka rezidba imala značajniji uticaj na čvrstoću i sadržaj suve materije u plodu (Moatamed, 2012). Pinciranje, uklanjanje kratkog 3-5 cm vršnog dela izdanka, kod maline ima pozitivan uticaj na povećanje broja rodnihih grana, prinos i smanjenje perioda berbe (Milivojević *et al.*, 2013). Ogroman uticaj i značaj letnje rezidbe kod voćaka ogleda se i u poboljšanju svetlosnih uslova u kruni, što doprinosi poboljšanju fotosintetske aktivnosti listova, odnosno većoj sintezi ugljenih hidrata, boljoj obojenosti i kvalitetu plodova, slabijem rastu mladara, kasnijem ulasku u narednu vegetaciju što može pozitivno uticati na smanjenje oštećenja od prolećnih mrazeva, većem učinku radnika u berbi, boljim skladišnim sposobnostima plodova (Guerra and Casquero, 2010; Sosna 2010; Bussi and Plenet, 2012; Ikinci, 2014; Moale, 2015).

Kod jabučastih voćaka, naročito mladih stabala i bujnih sorti, savijanje grana ima značajan efekat na poboljšanje proizvodnih osobina. Savijanje grana jabuke i kruške utiče na smanjenje bujnosti, smanjenje dužine mladara, diferenciranje cvetnih pupoljaka, kvalitet plodova i dr (Costes *et al.*, 2006). Prateći uticaj savijanja letorasta pod različitim uglovima (70°, 90° i 110°), kod sorti jabuke 'Gala' i 'Fuji', Zhang *et al.* (2017) su zabeležili značajno povećanje broja diferenciranih cvetnih pupoljaka, kako na terminalnim, tako i na bočnim pozicijama na mladaru, uz formiranje velikog broja kratkih-naboritih rodnihih grana. Pored toga, uočen je veći sadržaj ugljenih hidrata i povoljniji odnos C/N u listovima. Kod sorte 'Gala' idealno savijanje mladara je pod uglom od 90°, a kod sorte 'Fuji' 110°, pri čemu se prema autorima primenom ove mere može ublažiti problem alternativne rodnosti.

Visoka cena koštanja ručne rezidbe, zatim, težnja ka promeni sistema gajenja i povećanju produktivnosti i profitabilnosti proizvodnje, daje sve veći značaj primeni mašinske rezidbe voćaka, kako tokom perioda mirovanja, tako i tokom vegetacije. Ručna rezidba iziskuje od 80-120 sati aktivnog rada, što povećava troškove proizvodnje, posebno u evropskim zemljama, na skoro 20% ukupnih troškova (Gallardo *et al.*, 2009). Mašinska rezidba se primenjuje kod velikog broja voćnih vrsti (ribizle, breskve, vinove loze, šljive, jabuke) ispoljavajući različite efekte (Ferguson *et al.*, 2012; Krueger *et al.*, 2013). Mašinska rezidba ima veliki značaj u smanjenju toškova berbe, jer doprinosi povećanju učinka berača. Primenjujući mašinsku rezidbu u zimskom period jabuke sorte Jonagold, tokom trogodišnjeg ispitivanja, Mika *et al.* (2016) su zaključili da je ona pozitivno uticala na prinos, koeficijent rodnosti, kao i smanjenje bujnosti stabala, u odnosu na ručno orezana stabla. Sa druge strane, mašinski orezana stabla imala su slabiju osvetljenost krune tokom vegetacije, posebno u donjim delovima, manji procenat plodova prve klase, naročito u pogledu stvaranja dopunske boje. Ovaj negativni efekat bio je najizraženiji u trećoj godini ispitivanja. Prateći efekat

intenzivnosti zimske mašinske rezidbe, gde su grane prekraćivane na dužini od 10 cm, 15 cm i 23 cm, zabeleženo je da se sa smanjenjem dužine grane povećava procenat oštećenih plodova od ožegotina. Međutim, ovaj sistem rezidbe omogućava primenu mašinske berbe, uz visok procenat ubranih plodova bez mehaničkih oštećenja (Zhang *et al.*, 2018b). Najidealniji termin za obavljanje letnje mašinske rezidbe je sredina leta, nakon prestanka intenzivnog rasta mladara. Uklanjanjem gornjih delova mladara poboljšavaju se svetlosni uslovi u kruni i kvalitet plodova, pospešuje se diferenciranje rodni pupoljaka za sledeću godinu. Međutim, intenzivna i neblagovremena primena ove mere može povećati procenat oštećenih plodova od ožegotina i prouzrokovati novi porast mladara. Optimalna dužina prekraćivanja mladara kod sorti jabuke je oko 23-25 cm, ili 16-20 internodija. Svakako, mašinska rezidba će uskoro postati redovna pomotehnička mera, a pred istraživačima se nameće zadatak ispitivanja njenog uticaja na različite vrste i sorte voćaka, termine i intenzitet rezidbe, kao bi efekti ove mere bili za dobrobit proizvođača.

Stabla velike bujnosti ispoljavaju negativan efekat na prinos plodova (Passa and Einhorn, 2014), pa se za kontrolu njihovog rasta koriste zimska i letnja rezidba, koje mogu značajno da povećaju troškove proizvodnje (Carra *et al.*, 2017). Uspešna alternativa ovim merama u kontroli rasta voćaka, smanjenju bujnosti, povećanju rodnosti, poboljšanju kvaliteta roda, uz rast produktivnosti proizvodnje može biti rezidba korenovog sistema (Sharma *et al.*, 2008). Rezidbom korena se ograničava njegova površina, redukuje se protok biogenih elemenata, vode i hormona ka granama, što sve zajedno rezultira slabijim rastom stabla (Maas, 2008). Takođe, rezidbom korena se sprečava opadanje plodova pred berbu i poboljšavaju se njihove skladištene osobine. Poseban značaj rezidba korena ima u sistemima guste sadnje, kao uspešna mera u kontroli rasta i rodnosti voćaka. Primenom ove mere 70-80% korenove površine nalazi se na dubini do 30 cm sa horizontalnim rasporedom korenovih žila (Robinson *et al.*, 2013).

Rezidba korena najbolje efekte ispoljava ako se uradi u periodu zimskog mirovanja voćaka, pri čemu treba biti obazriv kod intenziteta rezidbe. Primenom rezidbe sa jedne strane korena, u pravcu pružanja redova, postiže se umereniji efekat, dok rezidba korena sa obe strane može biti preoštra, praćena lošim uticajem na razvoj stabla (Khan *et al.*, 1998b). Kod kruške, primenjena rezidba korena na dubini od 30 cm i udaljenosti 40 cm od debla i to sa obe strane, pred početak vegetacije, uticala je na smanjenje prosečne dužine mladara za 72% i ukupnog broja mladara za 43%, uz povećanje diferenciranja cvetnih pupoljaka, ali uz smanjenje krupnoće plodova (Wang *et al.*, 2014). Značajan pozitivan uticaj na prinos i kvalitet plodova kod sorti jabuke imala je rezidba korenovog sistema u dva termina, jesenjem nakon opadanja listova i u proleće pred cvetanje (Mitre *et al.*, 2012). Rezidba korenovog sistema jabuke primenjena u cilju kontrole rasta, neposredno nakon junskog opadanja plodova, imala je negativan uticaj na prinos i kvalitet plodova, izazivajući intenzivno opadanje plodova pred berbu (McArtney and Belton, 1992).

## Dopunsko regulisanje bujnosti i rodnosti voćaka u cilju poboljšanja prinosa i kvaliteta plodova

Visoka i redovna rodnost voćaka, sa značajnim delom plodova prve klase, preduslov je uspešne voćarske proizvodnje. Međutim, u pojedinim godinama, a zbog različitih razloga, proizvođači nisu u mogućnosti da takvu proizvodnju ostvare, uprkos primeni odgovarajućih agro i pomotehničkih mera. U cilju sprečavanja ili ublaživanja posledica neadekvatne rodnosti i rasta voćaka, ogroman značaj u voćarskoj proizvodnji ima upotreba biljnih bioregulatora. Rast, generativni potencijal, kvalitet i čuvanje plodova kontroliše se i usmerava primenom različitih hemijskih sredstava (Dussi, 2011; Radivojević *i sar.*, 2017).

U visokointenzivnim zasadima jabuke, kruške, a u poslednjih nekoliko godina i trešnje, u kojima se primenjuje sistem guste sadnje, neophodna je pravilna kontrola rasta voćaka, rani ulazak stabala u period rodnosti, i redovni prinosi. Previše bujna stabla narušavaju ovakav koncept gajenja. Iz tog razloga se u poslednjih nekoliko decenija u kontroli rasta voćaka primenjuju hemijske mere, zasnovane na primeni biljnih regulatora rasta. Princip njihovog delovanja ogleda se u sprečavanju sinteze giberelina, biljnog hormona zaduženog za vegetativni rast voćaka (Lurie, 2010). Većina od tih sredstava je sada zabranjena, zbog štetnog delovanja na zdravlje ljudi i okolinu, ili što njihova upotreba može ispoljiti kontra efekat u pogledu visine prinosa i kvaliteta plodova (Radivojević *i sar.*, 2017). Hemijsko sredstvo koje se uspešno može koristiti za kontrolu rasta voćaka je prohexadione–calcium (Regalis). Ovo sredstvo redukuje nivo aktivnog giberelina u biljnim tkivima, a povećava koncentraciju njegovog prekursora, tj neaktivnog giberelina. Primenom ovog regulatora rasta može se smanjiti dužina mladara za 50-80%, povećati prinos, krupnoća, čvrstoća i čuvanje plodova (Ramirez *et al.*, 2006). Prohexadione–calcium se primenjuje u različitim koncentracijama (125-250 mg l<sup>-1</sup>), obično u dva termina. Pored kontrole bujnosti ovo sredstvo pozitivno utiče i na zametanje plodova, povećanje dopunske boje na plodovima, smanjenje razvoja bolesti i dr. (Greene, 2007; Wan Zaliha and Singh, 2013; Cline and Bakker, 2016).

Nakon završene zimske rezidbe, koja predstavlja prvu meru za regulisanje rodnosti, na stablima ostaje preveliki broj cvetnih pupoljaka, ili se kasnije razvije preobilan broj plodova, koji mogu narušiti prinos voćaka, kvalitetu plodova i diferenciranju generativnih pupoljaka za sledeću vegetaciju. Za proredu cvetova i plodova, uglavnom jabučastih voćaka, uspešno se koriste sintetički regulatori rasta na bazi etilena (etefon), abscininske kiseline (ABA), auksina (naftil sirćetna kiselina-NAA), giberelina (benzil adenine-BA), i pojedina sredstva koja su prvenstveno namenu imali kao pesticidi (metamitron). Za hemijsku proredu cvetova preporučuje se primena etefona, ali uz veliku dozu opreza, jer može dovesti do masovnog opadanja cvetova. Najčešće se koristi u fazi balona, a koncentracija primene zavisi od vrste voćaka i sorte. Veće koncentracije (450-600 mg l<sup>-1</sup>) ovog sredstva primenjuju se kod obilnog cvetanja sorti jabuke, koje su sklone alternativnom rađanju (Greene, 2007; Fallahi and Greene, 2010). Za proredu plodova, pri krupnoći od 7-15 mm centralnog ploda u gornji, samostalno ili u kombinaciji, primenjuju se sredstva na bazi NAA i BA. Koncentracija primene

NAA, u zavisnosti od biotičkih i abiotičkih faktora, kreće se od 5-15 mg l<sup>-1</sup>, a sredstava na bazi BA 80-150 mg l<sup>-1</sup>. Mnogo su pouzdanija sredstva u praksi, a njihovo delovanje je uglavnom uslovljeno temperaturom vazduha (Maas, 2006; Bregoli *et al.*, 2007; Fallahi and Greene, 2010). Sredstva na bazi metamitrona su se prvenstveno koristila kao herbicidi u biljnoj proizvodnji. Efekat njegovog delovanja ogleda se u sprečavanju normalnog toka fotosinteze, odnosno stvaranja ugljenih hidrata, neophodnih za normalanu ishranu i razvoj mladih plodova. Koristi se kada je centralni plod krupnoće od 8-15 mm. Efekat njegovog delovanja nije uslovljen temperaturom vazduha tokom primene (Dorigoni and Lezzer, 2007; Radivojević i Marković, 2016).

Međutim, veoma često primena ovih biljnih regulatora rasta u praksi ne daje željene rezultate. Uprkos njihovoj upotrebi veoma često dolazi do prevelike rodnosti, što za sobom povlači čitav niz neželenih posledica. Preobilna rodnost je glavni uzrok gubitka kvaliteta plodova, ali i pojave alternativne rodnosti kod većine voćaka, a naročito jabučastih vrsta. Pored toga, primena preparata na bazi giberelina, koji poboljšavaju karakteristike plodova (izduženost, odsustvo rdaste prevlake), u periodu od četiri nedelje nakon cvetanja može doprineti smanjenom broju diferenciranih cvetnih pupoljaka (Koutinas *et al.*, 2010). Kod većine sorti jabuke od 25-30 dana nakon punog cvetanja počinje inicijalno diferenciranje cvetnih pupoljaka (Cowgill and Autio, 2016). Da bi se sprečila ova pojava i poboljšalo diferenciranje cvetova za narednu vegetaciju, primenjuju se već pomenuti biljni regulatori rasta, ali u drugačijim koncentracijama i terminima. Primena NAA u koncentraciji od 5 mg l<sup>-1</sup> četiri puta u intervalu od dve nedelje, tokom juna i jula, značajno je uticala na povećanje broj diferenciranih pupoljaka kod sorti jabuke Zlatni delišes i Crveni delišes. Takođe, kombinovana primena etefona (300 mg l<sup>-1</sup>) i giberelina GA<sub>4+7</sub> (15 mg l<sup>-1</sup>), u istom periodu imala je pozitivan uticala na diferenciranje cvetova sorte Cameo (McArtney *et al.*, 2007; McArtney *et al.*, 2013).

## Literatura

- Allen, R.G.; Pereira, L.S. 2009. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. *Irrigation Science*, 28: 17–34.
- Almeida, G.K., Fioravanço, J.C. 2018. Yield of 'Royal Gala' apple trees in response to pruning before or after leaf drop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(4): 427-434.
- Andreotti, C., Ravaglia, D., Costa, G. 2010. Effects of fruit load and reflective mulch on phenolic compounds accumulation in nectarine fruit. *European Journal of Horticultural Science*, 75(2): 53–59.
- Ashraf, N., Ashraf, M. 2014. Summer pruning in fruit trees. *African Journal of Agricultural Research*, 9(2): 206-210.
- Asiín, L., Alegre, S., Montserrat, R. 2007. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth,

- yield, and return bloom, in a 'Blanquilla' pear orchard. *Scientia Horticulturae*, 113: 142–148.
- Ayala, M., Mora, L., Torreblanca, J. 2018. Effect of prebloom pruning on  $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$  distribution during early spring in sweet cherry. *HortScience*, 53 (6): 805-809.
- Badrulhisham, N., Othman, N. 2017. Knowledge in tree pruning for sustainable practices in urban setting: Improving our quality of life, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 234: 210–217.
- Bahadou, S., Ouijja, A., M.A., Boukhari, M., Tahiri, A. 2017. Development of field strategies for fire blight control integrating biocontrol agents and plant defense activators in Morocco. *Journal of Plant Pathology*, 99, 51-58.
- Bertelsen, M. 2005. Reflective mulch improves fruit size and flower bud formation of pear cv Clara Frijs. *Acta Horticulturae*, 671: 87-95.
- Bhusal, N., Han, S.G., Yoon, T.M. 2017. Summer pruning and reflective film enhance fruit quality in excessively tall spindle apple trees. *Horticulture, Environmental, and Biotechnology*, 58(6): 560-567.
- Bordonaba, G., Terry, L. 2010. Manipulating the taste-related composition of strawberry fruits (*Fragaria* × *ananassa*) from different cultivars using deficit irrigation. *Food Chemistry*, 122(4): 1020-1026.
- Boland, AM., Bewsell, D., Kaine, G. 2006. Adoption of sustainable irrigation management practices by stone and pome fruit growers in the Goulburn/Murray Valleys, Australia. *Irrigation Science*, 24: 137–145.
- Bravo, K., Marcolini, G., Sorrenti, G., Baldi, E., Quartieri, M., Toselli, M. 2017. Effect of time of application on nitrogen uptake, partitioning, and remobilization in walnut trees. *Journal of Plant Nutrition*, 40(5): 719-725.
- Bregoli, A. M., Fabbroni, C., Raimondi, V., Brunner, P., Costa, G. 2007. 6-BA and NAA effect on 'Galaxy' fruit growth, abscission and quality: a comparison between the Po Valley and the South Tyrol producing areas. *Erwerbs-Obstbau*, 49: 97–100.
- Bussi, C., Bruchou, C., Lescourret, F., 2011. Response of water sprout growth to fruit load and intensity of dormant pruning in peach tree. *Scientia Horticulture*, 130: 725–731.
- Bussi, C., Plenet, D. 2012. Effects of Centrifugal Pruning on Agronomic Performance and Fruit Quality in a Medium-Maturing Peach Cultivar. *European Journal of Horticultural Science*, 77(3): 129–136.
- Campos, I., Neale, C.M.U., Calera, A., Balbontín, C., González-Piqueras, J. 2009. Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). *Agriculture Water Management*, 98: 45–54.
- Carra, B., Fachinello, J.C., Abreu, E.S., Pasa, M.S., Spagnol, D., Giovanaz, M.A., Silva, S.P. 2014. Control of the vegetative growth of 'Shinseiki' pear trees



- by prohexadione calcium and root pruning. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(3): 177-185.
- Carroll, B. 2017. Annual Pruning of Fruit Trees. Oklahoma Cooperative Extension Service.
- Casierra-Posada, F., Fonseca, E., Vaughan, G. 2011. Fruit quality in strawberry (*Fragaria sp.*) grown on colored plastic mulch. *Agronomía Colombiana* 29(3): 407-413.
- Casero, T., Torres, E., Alegre, S., Recasens, I. 2017. Macronutrient accumulation dynamics in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition*, 40(17): 2468-2476.
- Cayuela, M., Sanchez-Monedero, M.A., Roig, A., Hanley, K., Akio Enders, A., Lehmann, J. 2013. Biochar and denitrification in soils: when, how much and why does biochar reduce N<sub>2</sub>O emissions? *Scientific Reports*, 1732(3): 1-7.
- Chenafi, A., Monney, P., Arrigoni, E., Boudoukh, A., Carlen, C. 2016. Influence of irrigation strategies on productivity, fruit quality and soil-plant water status of subsurface drip-irrigated apple trees. *Fruits*, 71(2): 69-78.
- Choi, H.S., Rom, C. 2011. Effects of ground cover treatments on growth and photosynthesis in young 'Enterprise' apple trees. *Journal of the American Pomological Society* 65(3): 147-157.
- Cline, J.A., Embree, C.G., Hebb, J., Nichols, D.S. 2008. Performance of prohexadione-calcium on shoot growth and fruit quality of apple - effect of spray surfactants. *Canadian Journal of Plant Science*, 88: 165-174.
- Cline, J., Bakker, C. 2016. Prohexadione-calcium, ethephon, trinexapac-ethyl, and maleic hydrazide reduce extension shoot growth of apple. *Canadian Journal of Plant Science*, 97(3): 457-465.
- Costa, G., Blanke, M.M., Widmer, A. 2013. Principles of thinning in fruit tree crops – needs & novelties. *Acta Horticulturae*, 998: 17-26.
- Costa, G. 2017. Bioregulators application in pear production. *Zbornik radova VI savetovanja „Inovacije u voćarstvu”*, Beograd, str. 37-50.
- Costes, E., Lauri, P.E., Regnard, J.L. 2006. Analyzing fruit tree architecture: implications for tree management and fruit production. In: Janick J (ed) *Horticultural review*, John Wiley & Sons Inc, New York, pp 1–61.
- Cowgill, W., Autio, W. 2016. Enhancing return bloom of apple. *Fruit Notes*, 81: 16-19.
- Cuquel, F.L., Motta, A.C., Tutida, I., De Mio, L.L. 2011. Nitrogen and potassium fertilization affecting the plum postharvest quality. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 328-336.
- Datnoff, E., Elmer, W.H., Huber, D.M. (Eds.). 2007. *Mineral Nutrition and Plant Disease*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.

- Deckers, T., Daemen, E., Lemmens, K., Missotten, C. 1997. Influence of foliar applications of Mn during summer on the fruit quality of Jonagold. *Acta Horticulturae*, 448: 467-474.
- De la Rossa, J.M., Conesa, M.R., Domingo, R., Aguayo, E., Falagán, N., Pérez-Pastor, A. 2016. Combined effects of deficit irrigation and crop level on early nectarine trees. *Agricultural Water Management*, 170: 120–132.
- Dierend, W. 2006. Nutrient uptake of fruit trees in the first and second year of cultivation. *Erwerbsobstbau* 48: 38-46.
- Dorigoni, A., Lezzer, P. 2007. Chemical thinning of apple with new compounds. *Erwerbs-Obstbau*. 49: 93–96.
- Džamić, R., Stevanović, D. 2007. *Agrohemija*, II izdanje. Partenon, Beograd.
- Ebert, G. 2009. Fertilizing for high yield and quality. Pome and stone fruits in temperate zone. International Potash Institute, Switzerland.
- Dussi, M.C. 2011. Sustainable use of plant bioregulators in pear production. *Acta Horticulturae*, 909: 353-368.
- Einhorn, T., Turner, J., Laraway, D. 2012. Effect of reflective fabric on yield of mature ‘d’Anjou’ pear trees. *HortScience*, 47(11): 1580–1585.
- Elad Y., David, D.R., Harel, Y.M., Borenshtein, M., Kalifa, H.B., Silber, A., Graber, E.R. 2010. Induction of systemic resistance in plants by biochar, a soil-applied carbon sequestering agent. *Phytopathology* 100: 913–921.
- Erogul, 2014. Effect of Preharvest Calcium Treatments on Sweet Cherry Fruit Quality. *Notule Botanicae Horti Agrobotanici*, 42(1): 150-153.
- Fageria, N.K. 2009. *The use of nutrients in crop plants*. CRC Press, Taylor & Francis Group. NW, USA.
- Fallahi, E., Greene, D.W. 2010. The impact of blossom & postbloom thinners on fruit set & fruit quality in apples & stone fruits. *Acta Horticulturae*, 884: 179-188.
- Fazal, A., Bano, A. 2016. Role of plant growth-promoting rhizobacteria (pgpr), biochar, and chemical fertilizer under salinity stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(17): 1985-1993.
- Ferguson, L., Glozer, K., Crisosto, C., Rosa, U.A., Castro-Garcia, S., Fichtner, E.J., Guinard, J.X., Lee, S.M., Krueger, W.H., Miles, J.A., Burns, J.K. 2012. Improving canopy contact olive harvester efficiency with mechanical pruning. *Acta Horticulturae*, 965: 83–87.
- Fernandez, J.E. 2014. Plant-based sensing to monitor water stress: Applicability to commercial orchards. *Agricultural Water Management*, 142: 99–109.
- Forge, T., Kenney, E., Hashimoto, N., Neilsen, D., Zebarth, B. 2016. Compost and poultry manure as preplant soil amendments for red raspberry: Comparative effects on root lesion nematodes, soil quality and risk of nitrate leaching. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 223: 48-58.

- Gallardo, R.K., Taylor, M., Hinman, H. 2009. Cost estimates of establishing and producing ‘Gala’ apples in Washington. Extension Fact Sheet FS005E. Pullman, WA: Washington State University.
- Ganie, M., Akhter, F., Bhat, M., Malik, A., Junaid, J., Abas Shah, M., Bhat, H., Bhat, T. 2013. Boron – a critical nutrient element for plant growth and productivity with reference to temperate fruits. *Current Science*, 104(1): 76-85.
- Gluszek, S., Sas-Paszt, L., Sumorok, B., Kozera, R. 2017. Biochar-Rhizosphere Interactions – a Review. *Polish Journal of Microbiology*, 62(2): 151-161.
- Greene, W.D. 2007. The effect of prohexadione-calcium on fruit set and chemical thinning of apple trees. *HortScience*, 42(6): 1361–1365.
- Guerra, M., Casquero, P.A. 2010. Summer Pruning: An Ecological Alternative to Postharvest Calcium Treatment to Improve Storability of High Quality Apple cv. ‘Reinette du Canada’. *Food Science and Technology International*, 16(4): 343-350.
- Guerra, B., Steenwerth, K. 2012. Influence of floor management technique on grapevine growth, disease pressure, and juice and wine composition: A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(2): 149-164.
- Gurovich, L., Hermosilla, P. 2009. Electric signaling in fruit trees in response to water applications and light-darkness conditions. *Journal of Plant Physiology*, 166: 290–300.
- Han, M., Zhang, L., Fan, C., Liu, L., Zhang, L., Li, B., Alva, A. 2011. Release of nitrogen, phosphorus, and potassium during the decomposition of apple (*Malus domestica*) leaf litter under different fertilization regimes in Loess Plateau, China. *Soil Science and Plant Nutrition*, 57: 549–557.
- Hoogeveen, J., Faures, J.M., Peiser, L., Burke, J., van de Giesen, N. 2015. GlobWat—a global water balance model to assess water usage in irrigated agriculture. *Hydrology and Earth System Science*, 19: 3829–3844.
- Ikinci, A. 2014. Influence of pre- and postharvest summer pruning on the growth, yield, fruit quality, and carbohydrate content of early season peach cultivars. *The Scientific World Journal*, 2014: 1-8.
- Jakopič, J., Štampar, F., Veberič, R. 2010. Influence of hail net and reflective foil on cyanidin glycosides and quercetin glycosides in ‘Fuji’ apple skin. *HortScience*, 45(10): 1447–1452.
- Jivan, C., Sala, F. 2014. Relationship between tree nutritional status and apple quality. *Horticultural Science*, 41(1): 1-9.
- Johnson, S., Fenimore, A., 2005. Weed and crop response to colored mulching plastic in strawberry production. *HortScience*, 40(5): 1371-1375.
- Ju, R., Zhao, Y., Li, J., Jiang, H., Liu, P., Yang, T., Bao, Z., Zhou, B., Zhou, X., Liu, X. 2014. Identification and evaluation of a potential biocontrol agent,

- Bacillus subtilis*, against *Fusarium* sp. in apple seedlings. Annual Microbiology, 64: 377–383.
- Karimi, F., Igata, M., Baba, T., Noma, S., Mizuta, D., Kim, J.G., Ban, T. 2017. Summer Pruning Differentiates Vegetative Buds to Flower Buds in the Rabbiteye Blueberry (*Vaccinium virgatum* Ait.). The Horticulture Journal, 86(3): 300–304.
- Karlıdag, H., Esitken, A., Turan, M., Atay, S. 2017. The effects of autumn foliar applications of boron and urea on flower quality, yield, boron and nitrogen reserves of apricot. Journal of Plant Nutrition, 40(19): 2721-2727
- Keen, B., Slavich, P. 2011. Comparison of irrigation scheduling strategies for achieving water use efficiency in highbush blueberry. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 40(1): 3-20.
- Khan, Z., McNeil, D., Samad, A. 1998a. Root pruning of apple trees grown at ultra-high density affects carbohydrate reserves distribution in vegetative and reproductive growth, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 26(4): 291-297.
- Khan, Z., McNeil, D., Samad, A. 1998b. Root pruning reduces the vegetative and reproductive growth of apple trees growing under an ultra high density planting system. Scientia Horticulturae, 77: 165–176.
- Khanal, S., Fulton, J., Shearer, S. 2017. An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 139: 22–32.
- Kim, E.J., Choi, D.G., Song, S.N. 2008. Effect of pre-harvest reflective mulch on growth and fruit quality of plum (*Prunus domestica* L.). Acta Horticulturae, 772: 323-326.
- Kim, Y., Glenn, D., Park, J., Ngugi, H., Lehman, B. 2011. Hyperspectral image analysis for water stress detection of apple trees. Computers and Electronics in Agriculture, 77: 155–160.
- Koutinas, N., Pepelyankov, G., Lichev, V. 2010. Flower induction and flower bud development in apple and sweet cherry. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 24(1): 1549-1558.
- Krueger, W.H., Niederholzer, F.J.A., Fichtner, E. 2013. Investigation of pruning strategies for dried plums including hand, mechanical and combinations. Acta Horticulturae, 985: 201–207.
- Kumar, V., Kumar, M., Rai, A.P. 2016. Mulching in fruit and vegetable crop production under rainfed conditions: A review. Journal of Soil and Water Conservation, 15(4): 313-317.
- Kumar, P., Suman, S., Spehia, R., Kumar, V., Kaith, N. 2016. Studies on method and rate of fertilizer application in apple under mulch in north-western Himalayas. Journal of Plant Nutrition, 39(2): 219-226.

- Kyriacou, M.C., Roupshael, Y. 2018. Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 234: 463-469.
- Lee, S.G., Cho, J.G., Shin, M.H., Oh, S.B., Kim, H.L., Kim, J.G. 2015. Effects of summer pruning combined with winter pruning on bush growth, yields, and fruit quality of ‘misty’ southern highbush blueberry for two years after planting. *Horticulture, Environmental, and Biotechnology*, 56(6): 740-748.
- Lee, J., Dalton, D., Swoboda-Bhattarai, K., Bruck, D., Burrack, H., Strik, B., Woltz, M., Walton, V. 2016. Characterization and manipulation of fruit susceptibility To *Drosophila suzukii*. *Journal of Pest Science*, 89(3): 771-780.
- Leib, B., Caspari, H., Redulla, C., Andrews, P., Jabro, J. 2006. Partial rootzone drying and deficit irrigation of ‘Fuji’ apples in a semi-arid climate. *Irrigation Science*, 24: 85-99.
- Liu, F., Savić, S., Jensen, C., Shahnazari, A., Jacobsen, S.E., Stikić, R., Andersen, M.N. 2007. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. *Scientia Horticulturae*, 111: 128-132.
- Liu, B., Cheng, L., Ma, F., Zou, Y., Liang, D. 2012. Growth, biomass allocation, and water use efficiency of 31 apple cultivars grown under two water regimes. *Agroforestry Systems*, 84: 117-129.
- Lobos, T., Retamales, J., Ortega-Farías, O., Hanson, E., López-Olivari, R., Mora, M. 2016. Pre-harvest regulated deficit irrigation management effects on post-harvest quality and condition of *V. corymbosum* fruits cv. Brigitta. *Scientia Horticulturae*, 207: 152-159.
- Lopez, G., Boini, A., Manfrini, L., Torres-Ruiza, J.M., Pierpaoli, E., Zibordi, M., Loscial, P., Morandia, B., Corelli-Grappadelli, L. 2018. Effect of shading and water stress on light interception, physiology and yield of apple trees. *Agricultural Water Management*, 210 140–148.
- Lurie, S. 2010. Plant growth regulators for improving postharvest stone fruit quality. *Acta Horticulturae*, 884: 189-198.
- Lyu, S., Lyu, D., Du, G., Yang, Y. 2017. Apple branch decomposition and nutrient turnover in the orchard soil. *BioResource*, 12(2): 3108-3121.
- Maas, F. 2006. Thinning ‘Elstar’ apple with benzyladenine. *Acta Horticulturae*, 727: 415-422.
- Maas, F. 2008. Strategies to control tree vigour and optimize fruit production in ‘Conference’ pears. *Acta Horticulturae*, 800: 139-146.
- Maesham, P., Quentin, A., MacNair, N. 2014. Effects of summer pruning and cropload on summer and winter bud carbohydrates in sweet cherry. *Journal of American Society of Horticulture Science*, 139(4): 478–486.
- Marcelle, R. 1993. Mineral nutrition and fruit quality. *Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Plants*, 383: 219–226.

- Maughan, T., Black, B., Roper, T. 2017. Training and Pruning Apple Trees. Horticulture, Extension, UtahState University, USA.
- McArtney, S., Belton, R. 1992. Apple shoot growth and cropping responses to root pruning. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 20(4): 383-390.
- McArtney, S., Unrath, D., Obermiller, J., 2007. Naphthaleneacetic acid, ethephon, and gibberellin A4 + A7 have variable effects on flesh firmness and return bloom of apple. *HortTechnology*, 17(1): 32-38.
- McArtney, S., Green, A., Schmidt, T., Yuan, R. 2013. Naphthaleneacetic acid and ethephon are florigenic in the biennial apple cultivars Golden Delicious and York Imperial. *HortScience*, 48(6):742–746.
- Mehta, P., Chauhan, A., Mahajan, R., Mahajan, P., Shirkot, C. 2010. Strain of *Bacillus circulans* isolated from apple rhizosphere showing plant growth promoting potential. *Current Science*, 98(4): 538-542.
- Mehta, P., Walia, A., Kakkar, N., Shirkot, C. 2014. Tricalcium phosphate solubilisation by new endophyte *Bacillus methylothrophicus* CKAM isolated from apple root endosphere and its plant growth-promoting activities. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36(8): 2033-2045.
- Meinhold, T., Damerow, L., Blanke, M. 2011. Reflective materials under hailnet improve orchard light utilisation, fruit quality and particularly fruit colouration. *Scientia Horticulturae*, 127(3): 447-451.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Nikolić, M. 2013. Uticaj zakidanja vrhova izdanka na proizvodna svojstva remontantnih sorti maline (*Rubus idaeus* L.). *Voćarstvo*, 183-184(3-4): 129-136.
- Mika, A., Treder, W., Buler, Z., Rutkowski, K. 2007. Attempts on improving light relation and apple fruit quality by reflective mulch. *Acta Horticulturae*, 732: 605-610.
- Mika, A., Buler, Z., Treder, W. 2016. Mechanical pruning of apple trees as an alternative to manual pruning. *Acta Scientia Polish Hortorum Cultus*, 15(1): 113-121.
- Miras-Avalos, J., Perez-Sarmiento, F., Alcobendas, R., Alarcón, J., Mounzer, O., Nicolás, E. 2016. Using midday stem water potential for scheduling deficit irrigation in mid-late maturing peach trees under Mediterranean conditions. *Irrigation Science*, 34: 161–173.
- Mitre, V., Mitre, I., Sestras, A., Sestras, R. 2012. Effect of roots pruning upon the growth and fruiting of apple trees in high density orchards. *Bulletin UASVM Horticulture*, 69(1): 254-259.
- Moale, C. 2015. Applying summer pruning to the apricot tree cultivars from the R.S.F.G. Constanța. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 49: 71-74.

- Moatamed, A.M.H. 2012. Effect of summer pruning on vegetative growth, yield and fruit quality of "Le-Conte" pear trees. *Journal of American Science*, 8(12): 640-647.
- Morison, J., Baker, N.R., Mullineaux, M.P., Davies, W.J. 2008. Improving water use in crop production. *Philosophical Transaction of the Royal Society B*, 363: 639–658.
- Mpelasoka, B.S., Behboudian, M.H., Green, S.R. 2001. Water use, yield and fruit quality of lysimeter grown apple trees: response to deficit irrigation and to crop load. *Irrigation Science*, 20: 107-113.
- Musacchi, S., Serra, S. 2018. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234: 409-430.
- Naor, A., 2014. Crop load and irrigation interactions—a new dimension of RDI. *Acta Horticulturae*, 1038: 113–119.
- Neri, D., Massetani, F. 2011. Spring and summer pruning in apricot and peach orchards. *Advance Horticultural Science*, 25(3): 170-178.
- Nikolić, M., Milivojević, J. 2015. Jagodaste voćke, Tehnologija gajenja. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- Oparnica, Č., Đorđević, B., Zec, G., Vulić, T. 2016. Osnovi voćarstva, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Osroosh, Y., Peters, R.T., Campbell, C., Zhang, Q. 2016. Comparison of irrigation automation algorithms for drip-irrigated apple trees. *Computers and Electronics in Agriculture* 128: 87–99.
- Overbeck, V., Schmitz-Eiberger, A.M., Blanke, M.M. 2013. Reflective mulch enhances ripening and health compounds in apple fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(10): 2575-2579.
- Pasa, M.S., Einhorn, T.C. 2014. Heading cuts and prohexadione calcium affect the growth and development of 'd'Anjou' pear shoots in a high-density orchard. *Scientia Horticulturae*, 168: 267-271.
- Pascal, M., Villar, J., Rufat, J. 2016. Water use efficiency in peach trees over a four-years experiment on the effects of irrigation and nitrogen application. *Agricultural Water Management*, 164: 253–266.
- Pereira, L.S., Oweis, T., Zairi, A. 2002. Irrigation management under water scarcity. *Agriculture Water Manage*, 57: 175–206.
- Pérez-Pastor, A., Ruiz-Sánchez, M.C., Martínez, J.A., Nortes, P.A., Artés, F., Domingo, R. 2007. Effect deficit of irrigation on apricot fruit quality at harvest and during storage. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 87: 2409–2415.
- Pérez-Pastor, A., Domingo, R., Torrecillas, A., Ruiz-Sánchez, M.C. 2009. Response of apricot trees to deficit irrigation strategies. *Irrigation Science*, 27: 231-242.

- Perez-Sarmiento, F., Alcobendas, R. Mounzer, O., Alarcon, J., Nicolas, E. 2010. Effects of regulated deficit irrigation on physiology and fruit quality in apricot trees. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2): 86-94.
- Perry, C. 2007. Efficient irrigation; inefficient communication; flawed recommendations, *Irrigation and Drainage*, 56 (4): 367-378.
- Prasad, B., Dimri, D., Bora, L. 2015. Effect of pre-harvest foliar spray of calcium and potassium on fruit quality of Pear cv. Pathernakh. *Scientific Research and Essays*, 10(11): 376-380.
- Puerto, P., Domingo, R., Torres, R., Pérez-Pastor, A., García-Riquelme, M. 2013. Remote management of deficit irrigation in almond trees based on maximum daily trunk shrinkage. *Water relations and yield. Agriculture Water Management*, 126: 33–45.
- Quartieri, M., Millard, P., Tagliavni, M. 2002. Storage and remobilization of nitrogen by pear (*Pyrus communis* L.) trees as affected by timing of N supply. *European Journal of Agronomy*, 17: 105–110.
- Radivojević, D., Marković, N. 2015. Voćarstvo i vinogradarstvo. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Radivojević, D., Milivojević, J., Veličković, M., Oparnica, Č. 2017. Primena biljnih bioregulatora kod kontinentalnih vrsta voćaka. Zbornik radova VI savetovanja „Inovacije u voćarstvu”, Beograd, str. 5-26.
- Ramirez, H., Alonso, S., Benavides, A. 2006. Prohexadione-ca modifies growth and endogenous hormones in the shoot apex in apple trees. *Acta Horticulturae*, 727:117-124.
- Reyes, F., De Jong, T., Franceschi, P., Taghavini, M., Gianelle, D. 2016. Maximum growth potential and periods of resource limitation in apple tree. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1-12.
- Robinson, T., Hoying, S., Sazo, M., DeMarree, A., Dominguez, L. 2013. A Vision for Apple Orchard Systems of the Future. *New York Fruit Quarterly*, 21(3): 11-16.
- Samperio, A., Prieto, M., Blanco-Cipollone, F., Vivas, A., Monino, M. 2015. Effects of post-harvest deficit irrigation in ‘Red Beaut’ Japanese plum: Tree water status, vegetative growth, fruit yield, quality and economic return. *Agricultural Water Management*, 150: 92–102.
- Sansavini, S., Corelli-Grappadelli, L. 1997. Yield and light efficiency for high quality fruit in apple and peach high density planting. *Acta Horticulturae*, 451: 559–568.
- Savita, B., Krishnappa R., Ngangom, B., Devi, T., Mishra, G., Rawat, D., Srivastava, P. 2016. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) approach on Nutritional Diagnosis in Fruit crops-A Review. *Journal of Applied and Natural Science*. 8 (4): 2337-2345.



- Schmidt, T., Hanrahan, I., Castillo, F., McFerson, J. 2014. Reflective ground covers increase yields of fruit trees. *Acta Horticulturae*, 1058: 313-320.
- Senyigit, U., Ozdemir, O. 2011. Effects of partial rootzone drying and conventional deficit irrigation on yield and quality parameters of “Williams Pride” apple cultivar drafted on M9 rootstock. *Scientific Research and Essays*, 6(17): 3776-3783.
- Sharma, S., Rehalia, A.S., Sharma, S.D. 2008. Vegetative growth restriction in pome and stone fruits – a review. *Agricultural Reviews*, 30: 13-23.
- Sharma, M., Tarafdar, A., Ghosh, R., Gopalakrishanan, S. 2018a. Biological control as a tool for eco-friendly management of plant pathogens. *Advances in Soil Microbiology: Recent Trends and Future Prospects*, 153-188.
- Sharma, S., Barman, K., Siddiqui, M. W., Nath, V. 2018b. Preharvest modulation of post-harvest fruit and vegetable quality training and pruning for improved post-harvest. *Fruit Quality*, 257-276.
- Shun-Feng, G.E., Yuan-Mao, J., Shao-Chong, W., Xiang-Ji, F. 2011. Nitrogen balance under different nitrogen application rates in young apple orchards. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 4.
- 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.
- Sofi, J., Rattan, R., Kirmani, N. Chesti, M., Bisati, I. 2017. Diagnosis and recommendation integrated system approach for major and micronutrient diagnostic norms for apple (*Malus Domestica* Borkh) under varying ages and management practices of apple orchards, *Journal of Plant Nutrition*, 40(12): 1784-1796.
- Solhjoo, S., Gharaghani, A., Fallahi, E. 2017. Calcium and potassium foliar sprays affect fruit skin color, quality attributes, and mineral nutrient concentrations of ‘Red Delicious’ apples. *International Journal of fruit science*, 358-373.
- Sosna, I. 2010. Effect of pruning time on growth, blooming and content of chemical constituents in leaves of four early ripening plum cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18: 151-160.
- Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Troger, J., Munoz, K., Fror, O., Schaumann, G. 2016. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? *Science of the Total Environment*, 550: 690-705.

- Stroosnijder, L., Moore, D., Alharbi, A., Argaman, E., Biazin, B. Elsen, E. 2012. Improving water use efficiency in drylands. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4: 497–506.
- Suman, S., Raina, J. 2014. Efficient use of water and nutrients through drip and mulch in apple. *Journal of Plant Nutrition*, 37(12): 2036-2049.
- Tagliavini, M., Tonon, G., Scandellari, F., Quinones, A., Palmieri, S., Menarbina, G., Gioacchini, P., Masia, A. 2007. Nutrient recycling during the decomposition of apple leaves (*Malus domestica*) and mowed grasses in an orchard. *Agriculture and Ecosystem Environmental*, 118: 191–200.
- Taparauskiene, L., Miseckaite, O. 2014. Effect of mulch on soil moisture depletion and strawberry yield on sub-humid area. *Polish Journal of Environmental Study*, 23(2): 475-482.
- Tedeschi, L.O., Katiane de Almeida, A., Atzori, A.S., Muir, J.P., Fonseca, M.A., Cannas, A. 2017. A glimpse of the future in animal nutrition science. 1. Past and future challenges. *Brazilian Journal of Animal Science*, 46(5): 438-451.
- TerAvest, D. 2010. Influence of orchard floor management and compost application timing on nitrogen partitioning in apple trees. *HortScience* 45(4): 637–642.
- Thakur, A., Singh, Z. 2013. Deficit irrigation in nectarine: fruit quality, return bloom and incidence of double fruits. *European Journal of Horticultural Science*, 78(2): 67–75.
- Tomala, K. 1997. Orchard factors affecting nutrient content and fruit quality. *Acta Horticulturae*, 448: 257-264.
- Tomic, N., Radivojevic, D., Milivojevic, J., Djekic, I., 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.
- Tonon, G., Ciavatta, C., Solimando, D., Gioacchini, P., Tagliavini, M. 2007. Fate of <sup>15</sup>N derived from soil decomposition of abscised leaves and pruning wood from apple (*Malus domestica*) trees. *Soil Science and Plan Nutrition*, 53: 78-85.
- Twoorkoski, T.J., Glenn, D.M., 2010. Long-term effects of managed grass competition and two pruning methods on growth and yield of peach trees. *Scientia Horticulture*, 126, 130–137.
- Tyagi, S., Sahay, S., Imram, M., Rashim, K., Mahesh, S.S. 2017. Pre-harvest Factors Influencing the Postharvest Quality of Fruits: A Review. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 23(4): 1-12.

- Unver, O., Bhaduri, A., Hoogeveen, J. 2017. Water-use efficiency and productivity improvements towards a sustainable pathway for meeting future water demand. *Water Security*, 1: 21-27.
- Usenik, V., Kastelec, D., Stampar, F. 2005. Physicochemical changes of sweet cherry fruits related to application of gibberellic acid. *Food Chemistry*, 90: 663–671.
- Ventura, M., Scandellari, F., Bonora, E., Tagliavini, M. 2010. Nutrient release during decomposition of leaf litter in a peach (*Prunus persica* L.) orchard. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 87: 115–125.
- Ventura, M., Sorrenti, G., Panzacchi, P., George, E., Tonon, G. 2012. Biochar reduces short-term nitrate leaching from a horizon in an apple orchard. *Journal of Environmental Quality*, 42(1): 76-82.
- Vercammen, J., Gomand, A., Bylemans, D. 2015. Improving the fruit set of 'Conference' with gibberellins or Regalis. *Acta Horticulturae*, 1094: 257-264.
- Volschenk, T., Gindaba, J., 2014. The effect of reduced soil water status on 'Golden Delicious' apple trees. *Acta Horticulturae*, 1058: 229–235.
- Volschenk, T. 2017. Evapotranspiration and crop coefficients of Golden Delicious/M793 apple trees in the Koue Bokkeveld. *Agricultural Water Management*, 194: 184–191.
- Wan Zaliha, W.S., Singh, Z. 2013. Exogenous application of prohexadione-calcium promotes fruit colour development of 'Cripps Pink' apple. *Acta Horticulturae*, 1012: 219-226.
- Wang, Y., Travers, S., Bertelsen, M.G., Thorup-Kristensen, K., Petersen, K.K., Liu, F. 2014. Effect of root pruning and irrigation regimes on pear tree: growth, yield and yield components. *Horticultural Science*, 41(1): 34-43.
- Wójcik, P., Lewandowski, M. 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of "Elsanta" strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 26(3): 671-682.
- Yang, Q., Zhang, F., Li, F. 2011. Effect of different drip irrigation methods and fertilization on growth, physiology and water use of young apple tree. *Scientia Horticulturae* 129: 119–126.
- Zegbe, J., Behboudian, H., Lang, A. 2016. Partial rootzone drying advances fruit maturity of royal gala apple. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(2): 187 – 192.
- Zhang, M., Ma, F., Shu, H., Han, M. 2017. Branch bending affected floral bud development and nutrient accumulation in shoot terminals of 'Fuji' and 'Gala' apples. *Acta Physiologica Plantarum*, 39:156-162.

- Zhang, L., Koc, A.B., Wang, X.N., Jiang, Y.X. 2018a. A review of pruning fruit trees. 2<sup>nd</sup> International Workshop on Renewable Energy and Development. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 153: 20-29.
- Zhang, X., Longsheng, F., Majeed, Y., He, L., Karkee, M., Whiting, M., Zhang, Q. 2018b. Field evaluation of data-based pruning severity levels (PSL) on mechanical harvesting of apples. IFAC Papers on Line, 51-17: 477–482.
- Zuoping, Z., Sha, Y., Fen, L., Puhui, J., Xiaoying, W., Yan, T. 2014. Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. *International Journal of Agriculture and Biological Engineering*, 7(2): 45-55.

# Application of modern management practices in fruit production

Boban Djordjevic

*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia*

E-mail: [b.djordjevic@agrif.bg.ac.rs](mailto:b.djordjevic@agrif.bg.ac.rs)

## Summary

Successful, cost-effective and profitable fruit production cannot be imagined without application of a modern management practices. The main objectives of soil management are improvement and preservation of physical and chemical characteristics of soil, weed control, as well as improving the lighting conditions within the orchards. The necessity of sustainable management and increased usage of easily accessible water by applying new methods and techniques contributed to overcoming, reducing and alleviating stress in fruit trees caused by lack of water for irrigation. The nutrition of fruit trees as one of the basic agro-technical practices represents application of biogenic elements to fruit trees through root system or leaf, with the aim of maintaining a normal function of all physiological and biochemical processes of the trees. By fruit trees pruning a balance between vegetative and generative potential of the trees, crop load and fruit quality regulation can be established. Also, preventing deterioration of the canopy and control the progress of disease and insects can be prevented too. However, a high cost of manual pruning, and tendency of changing planting system with an increasing productivity and profitability of production, gave important place to the application of mechanical pruning. In order to prevent or reduce the consequences of inadequate crop load and fruit tree development, the use of plant growth regulators are of enormous importance in fruit production.

**Key words:** soil management, water deficit, fertilizing, pruning, growth and crop load



## IRRIGATION SCHEDULING OF DECIDUOUS FRUIT TREES

Amos Naor

*Precision agriculture department, MIGAL, Tarshish St., P.O.B. 831, Kiryat  
Shmona 1101602, Israel*  
E-mail: amosnaor51@gmail.com

**Abstract.** Regulated Deficit Irrigation (RDI) was introduced to the fruit tree industry and improved the water use efficiency significantly. The rationale behind the RDI is that the optimal tree water status is not necessarily minimum water stress throughout the entire irrigation season. It allows water saving at certain phenological stages and maintains proper canopy size to improve fruit quality. In addition it may also optimize next season productivity by enhancing flower bud development. A new dimension of RDI, namely applying deficit irrigation when low crop load (the number of fruit per tree) is apparent will be presented in the following. The focus will be on demonstrating the importance of crop load in irrigation scheduling rather than reviewing the literature. Low crop loaded trees required lower irrigation rates than high crop loaded trees in order to maximize commercial crop yield in apple and olive, but it seems as a general response in fruit trees. Crop load determines the demand for assimilates on a tree level (sink capacity) and irrigation affects the assimilation rate (source capacity) where the combined effect of both of them determines the availability of assimilates which is reflected by shoot starch content in apple. Crop load alters the relationships between stem water potential and stomatal conductance which is more anisohydric at high crop load. This suggests that high crop loaded trees may extract more water from the soil profile compared with low crop loaded trees. In spite of the adjustment of tree water relations by the crop load higher water potentials should be maintained in order to maximize commercial crop yield at high crop loaded trees.

**Keywords:** Irrigation scheduling, crop load, water stress, water potential

## Introduction

Irrigation is a major horticultural activity and is the most intensively practiced operation throughout the season. Its importance depends on the climate, and increases with progress from temperate to drier and to arid zones. Dryland orchards can survive and be productive in temperate zones without irrigation, whereas the survival of fruit trees orchards in semi-arid zones depends on the availability of water for irrigation throughout most of the growing season. The performance of commercial orchards, i.e., crop yield, fruit size, fruit quality, storability, and long term productivity are highly dependent on irrigation, and different species respond differently to irrigation. Worldwide, the amount of fresh water available for agricultural use is decreasing and, since shortages of fresh water are to be expected there is a need to increase water use efficiency, either by improving genetic performance and horticultural practices, or by improving irrigation scheduling.

Irrigation scheduling of fruit trees improved dramatically during the past three decades and it include:

- The establishment of crop coefficients.
- Replacement of the evaporation pan by potential evapotranspiration ( $ET_0$ ) data based on weather data and increasing the accessibility to  $ET_0$  data.
- The introduction of Regulated Deficit Irrigation (RDI).
- Introduction of plant-based water stress indicators (e.g. stem water potential).
- Technological improvements in soil water stress assessment.
- Increasing the popularity of micro-irrigation over surface irrigation.
- Improvements in drippers design (pressure compensated, emitter discharge below 1 l/h).
- Technological improvements in irrigation controllers.
- Breakthrough in communication technologies which allows the operation of irrigation controllers from the office and easy acquisition of field sensor readings.

There are a few further improvements in irrigation scheduling that are expected to be developed and to penetrate into the fruit tree industry in the near future:

- Detection of irrigation system malfunctioning.
- Mapping tree water status non-uniformities.
- Precision irrigation (spatially) which requires technological and management tools developments.
- Increasing application efficiency and irrigation uniformity.



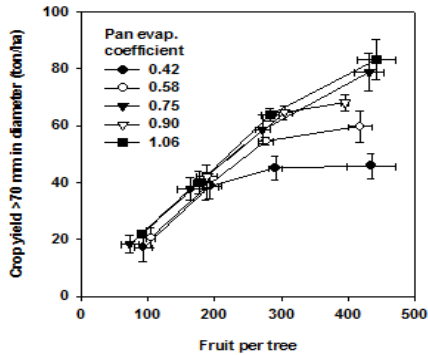
- Management tools to decrease water losses from the root zone.
- Decision support system as an irrigation management tool:
- Monitoring the actual versus planned irrigation volume.
- Forecast potential irrigation system malfunction.
- Manage precision irrigation.
- Horticultural practices that may affect tree water requirement (e.g. rootstocks, increasing the number of seeds in apple).

As mentioned above RDI was introduced to the fruit tree industry (Chalmers 1981) and improved the water use efficiency significantly. The rationale behind the RDI is that the optimal tree water status is not necessarily minimum water stress throughout the entire irrigation season (e.g. Naor, 2006). It allows water saving at certain phenological stages and maintains proper canopy size to improve fruit quality. In addition it may also optimize next season productivity by enhancing flower bud development. A new dimension of RDI, namely applying deficit irrigation when low crop load (the number of fruit per tree) is apparent will be presented in the following. The focus will be on demonstrating the importance of crop load in irrigation scheduling rather than reviewing the literature.

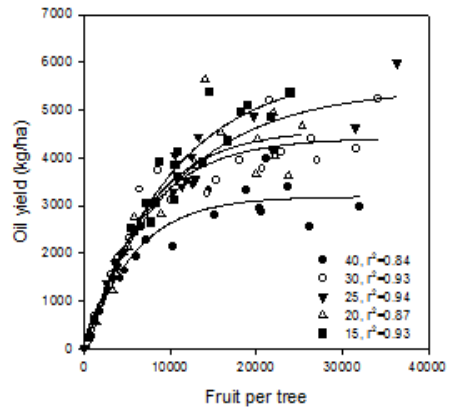
### **Crop load and irrigation requirements**

An old study in apple (Fig. 1; Naor et al., 1997) and recent study in olive (Fig. 2; Naor et al, 2013) demonstrates the effect of crop load on irrigation requirement. About 40 t/ha of commercial size apples (Fig. 1) can be produced by applying the lowest irrigation level and more than 1 t/ha of olive oil (Fig. 2) can be produced by applying the lowest irrigation level.

In both crops additional irrigation will be required to maximize commercial crop yield with further increase in crop load. It may suggest that a significant amount of water can be saved if irrigation level will be adjusted according to the actual crop load, where in practice, lower irrigation levels can be applied at “off” seasons. Crop yield varies also within each commercial plot in both apple and olive as well as in many other fruit trees, thus, growers may save water in each season in the future once precision irrigation technologies will be developed. The current procedures of estimating crop load early enough in the season are not good enough and the exploitation of the water saving using the current tools is limited. There is a need for the development of new tools to estimate crop load based on remote sensing.

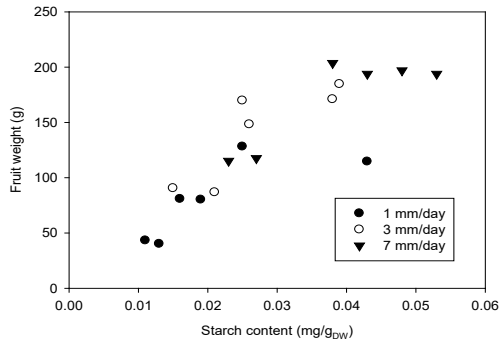


**Figure 1.** The effect of crop load on commercial apple yield (1250 trees per hectare) in five irrigation levels (pan evaporation coefficients). Bars denote standard error (Naor et al, 1997).



**Figure 2.** The effect of crop load on oil production (1250 trees per hectare) in Koroneiki olive in five irrigation levels that aimed at maintaining various midday stem water potentials denoted as pressure chamber readings (Naor et al, 2013).

Commercial crop yield increases with increasing crop load in each irrigation level (Figs, 1, 2) and the response attenuates at high crop loads. In both apple and olive the attenuation of the increase in commercial crop yield occurs at lower crop loads when low irrigation levels are applied, probably because the tree can't meet the demand for carbohydrates in the growing fruit. Irrigation level affects stomatal conductance/assimilation rate (source strength) and therefore the production of assimilates that are required for dry matter accumulation in the fruit where the number of fruit per tree affects the overall demand for assimilates (sink capacity) on the tree level. Recent study in apple (Naschitz et al, 2010) demonstrated the relationships between starch contents in the shoots and apple fruit weight (Fig. 3) where the nine combinations of irrigation levels (three) and crop loads (three) were used to create a wide range of starch contents. A single response curve of fruit weight to starch content was apparent in spite of the wide range of irrigation and crop load.

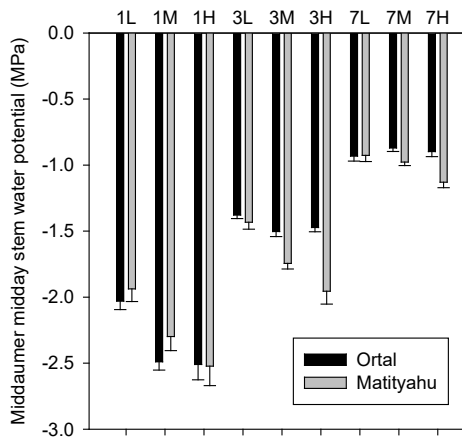


**Figure 3.** The effect of shoot starch content in the midsummer on Golden delicious apple fruit weight at three irrigation levels. Three crop loads were used in each irrigation level (2 trees per combination). In general the lower the crop load the higher the starch content in each irrigation level. (Naschitz et al, 2010)

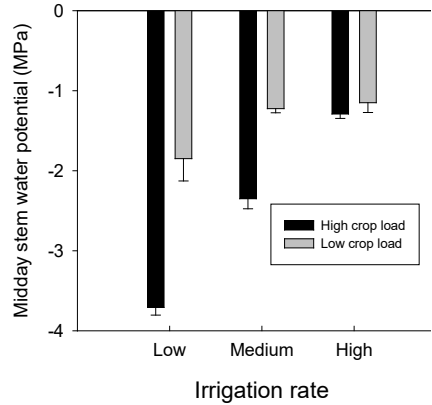
It may suggest that starch content in the shoot is correlated with the availability of assimilates to the fruit and it integrates the combined effect of irrigation on the source capacity and the crop load on the sink capacity. In addition, the unique relationships between fruit weight and starch content suggests: 1. the effect of crop load on fruit size is due its effect on the availability of assimilates rather than a hormonal effect on a tree basis; 2. the effect of irrigation on fruit size is through its effect on stomatal conductance and hence the source capacity and there is no significant effect of water potential on fruit growth in the wide range of irrigation levels examined here.

### Crop load and tree water relations

Crop load affects tree water status where in general lower water potentials are associated with higher crop load (Figs 4, 5; e.g. Naor, 2006). In both apple (Naor et al, 2008) and olives (Naor et al, 2013) the effect of crop load on stem water potential was more pronounced at lower irrigation levels.

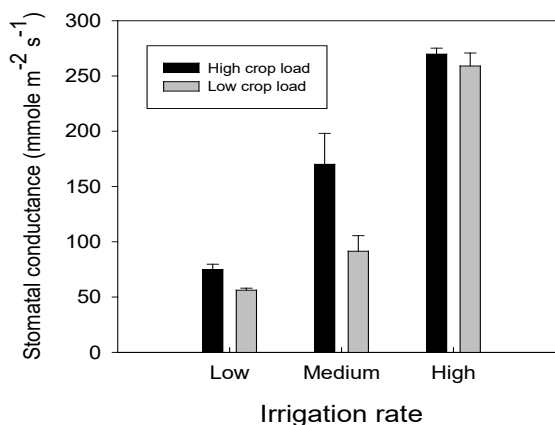


**Figure 4.** The effects of irrigation rate and crop load on midsummer midday stem water potential in apple in two locations in Israel. The number in the x-axis is irrigation rate (mm/day) and the letters (L, M, H) are low, medium and high crop loads. Bars denote standard error (Naor et al, 2008).



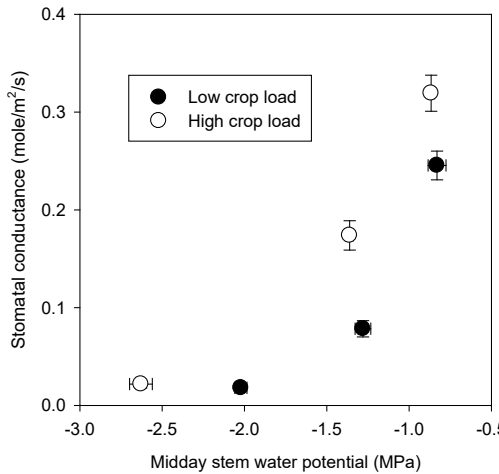
**Figure 5.** The effect of three irrigation rates and two crop loads on midday stem water potential in olive. Bars denote standard error (Naor et al, 2013)

Lower stem water potentials were associated with higher stomatal conductance in both apple (not shown) and olive (Fig. 6).

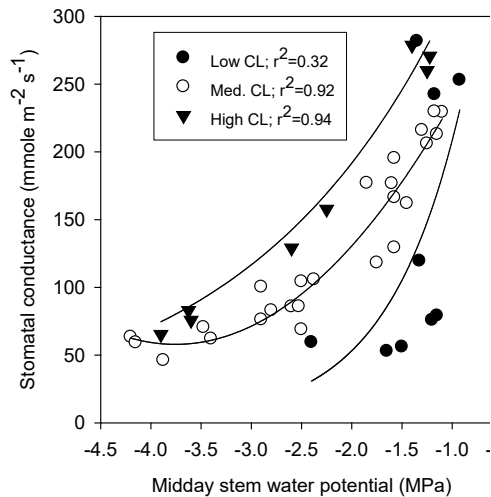


**Figure 6.** The effect of three irrigation rates and two crop loads on stomatal conductance in olive. Bars denote standard error (Naor et al, 2013).

Stomatal conductance decreased with decreasing stem water potential as expected but these relationships were shifted upwards by the high crop load (Figs. 7, 8). High crop loaded trees were more anisohydric as compared to low crop loaded trees which means that higher stomatal conductance values were apparent in the high crop load for a similar stem water potential (Figs 7, 8). In such conditions the high crop loaded tree will be able to extract more water from the soil profile before it will reach similar stomatal conductance as in low crop loaded tree.



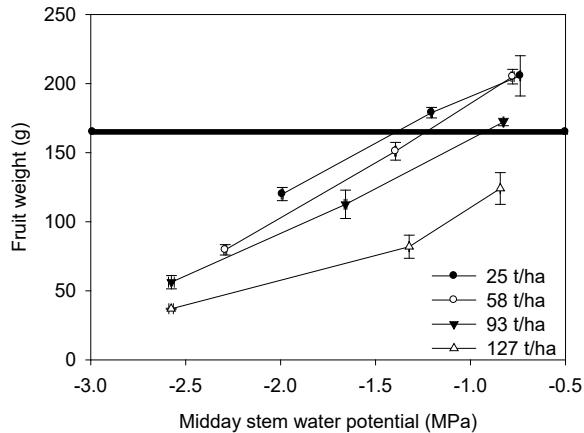
**Figure 7.** The relationships between stomatal conductance and stem water potential at low and high crop load in Golden delicious apple. Bars denote standard error (Naschitz et al, unpublished).



**Figure 8.** The relationships between stomatal conductance and stem water potential at three crop loads (CL) in Koroneiki olive. Bars denote standard error (Naor et al, 2013).

### Thresholds for irrigation

Apple fruit weight increased with increasing midday stem water potential (higher irrigation level) and with decreasing crop load (Fig. 9, Naschitz et al, unpublished) - irrigation rates were 1, 3, and 7 mm/day and crop loads were 25, 58, 93 and 127 t/ha.



**Figure 9.** The effect of midday stem water potential on Golden delicious apple fruit weight in four crop loads. Three irrigation rates (1, 3, and 7 mm/day) were applied. The horizontal line denotes the target commercial fruit size. Bars denote standard error. (Naschitz et al, unpublished).

Commercial fruit weights are around 170 g and it suggests that higher midday stem water potentials will be required to realize the commercial fruit size with increasing crop load. Thus, a threshold of midday stem water potential of -1.3 MPa, -1.2 MPa and -0.8 MPa should be maintained in order to maximize the commercial crop yield at 25, 58 and 93 t/ha of total crop yield. Extrapolating the highest crop load response curve to the optimal fruit weight results with a non-realistic midday stem water potential that can't be achieved in commercial orchards. It means that there is a limit of crop load that can produce optimal fruit size, thus fruit thinning at the right timing should be employed in the highest crop load treatment in order to maximize its commercial crop yield.

### Summary and conclusion

Low crop loaded trees required lower irrigation rates than high crop loaded trees in order to maximize commercial crop yield in apple and olive, but it seems as a general response in fruit trees. Crop load determines the demand for assimilates on a tree level (sink capacity) and irrigation affects the assimilation rate (source capacity) where the combined effect of both of them determines the availability of assimilates which is reflected by shoot starch content in apple. Crop load alters the relationships between stem water potential and stomatal conductance which is more anisohydric at high crop load. This suggests that high crop loaded trees may extract more water from the soil profile compared with low crop loaded trees. In spite of the adjustment of tree water relations by the crop load higher water potentials should be maintained in order to maximize commercial crop yield at high crop loaded trees.

## References

- Chalmers, D.J., P.D. Mitchell, and L. van Heek. 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density, and summer pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:307-312.
- Naor, A. 2006. Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. *Hort. Rev.* 32:111-166.
- Naor, A., I. Klein, I. Doron, Y. Gal, Z. Ben-David, and B. Bravdo. 1997. The effect of irrigation and crop load on stem water potential and apple fruit size. *J. Hort. Sci.* 72: 765-771.
- Naor, A., S. Naschitz, M. Peres, Y. Gal. 2008. Response of apple fruit size to tree water status and crop load. *Tree Physiology*, 28:1255-1261.
- Naor, A., S. Naschitz, M. Peres, Y. Gal. 2008. Response of apple fruit size to tree water status and crop load. *Tree Physiology*, 28:1255-1261.
- Naschitz, S., A. Naor, S. Genish, S. Wolf, and E. Goldschmidt. 2010. Internal management of non-structural carbohydrate resources in apple leaves and stems under a broad range of sink and source capacity manipulations. *Tree Physiology*, 30:715-727.
- Naor, A., D. Schneider, A. Ben-Gal, I. Zipori, A. Dag, Z. Kerem, R. Birger, M. Peres, Y. Gal. 2013. The effects of crop load and irrigation rate in the oil accumulation stage on oil yield and water relations of 'Koroneiki' olives. *Irr. Sci.* 31:781-791.





## MODERN PEAR ORCHARD MANAGEMENT IN BELGIUM

Jef Vercammen

*Pcfruit-Experimental Garden for pome and stone fruit, Fruittuinweg 1, 3800  
Sint-Truiden, Belgium*

E-mail: [jef.vercammen@pcfruit.be](mailto:jef.vercammen@pcfruit.be)

**Abstract.** In Belgium ‘Conference’ remains the main pear variety and is occupying nearly 90% of the pear acreage. Such dominant main variety has advantages as to branding and product recognition, but it could become a disadvantage since a low yield or low prices have a much larger impact on the earnings of the fruit grower and on our market position than when the risk is spread over more varieties. For most fruit growers the ideal tree is a tree that does not grow too vigorously, demands little labour and delivers yearly a qualitative and consistently high yield. In order to achieve this, varieties are grafted or budded on a rootstock. In Belgium this is mostly Quince C or Quince Adams, two rootstocks with moderate vigour. The choice of the planting system is also important. It must be a planting system where investments can be quickly recovered and where the amount of large pears with a green background colour is as high as possible. Each year, around flowering time most pear growers get nervous. After all, this is a crucial period since a good fruit set is often a prerequisite for a good financial result. Consequently, growers want to exploit all possibilities that can contribute to a maximum fruit set. Therefore, in practice, most growers use gibberellins to improve fruit set of ‘Conference’. With very good weather conditions and a lot of flower buds this can lead to an excessive fruit set. The question is of metamitron (Brevis) or 6-BA (Exilis, Globaryl 100 or MaxCel) in these circumstances is still able to thin excessive fruits.

**Key words:** New pear varieties, rootstocks, planting systems, improving fruit set, chemical thinning

### Introduction

In this paper we want to give an overview of the current situation of pear growing in Belgium, the new pear varieties that are currently being planted, the selection criteria for a new pear variety and the modern pear orchard management. Regarding the latter not only the choice of the rootstock and the planting system is important, but also the strategy to achieve every year a qualitative and consistently high yield. Depending on the year, the emphasis will be on improving the fruit set with gibberellins or on chemical thinning with metamitron (Brevis) or 6-BA (Exilis, Globaryl 100 or MaxCel).

### *Acreage of pears in Belgium*

In recent years the acreage of pears in Belgium has on average increased by 300 to 400 ha per year. In 2018 Belgium had a total of 10.184 ha pears (table 1). Not only the surface of ‘Conference’ has increased, but with the share of 87,6% it by far remains the most important variety (Vlaamse Overheid, Departement Landbouw & Visserij, 2018). The share of ‘Doyenné du Comice’ on the other hand has strongly decreased in the last 25 years, namely from 19,5% in 1990 to 5,5% in 2018. In the group of other varieties, we have among others ‘Beurré Hardy’, ‘Triomphe de Vienne’, ‘Beurré Alexander Lucas’ and new varieties such as ‘Corina®’/‘Saels’ and ‘Sweet Sensation®’/‘Rode Doyenné van Doorn’. The acreage devoted to the new varieties increases gently every year (Vercammen, 2015b).

As an answer to the apple crisis the Belgian growers have massively planted ‘Conference’ in the last 20 to 25 years. Since 2008 the acreage of pears is larger than that of apples (5.985 ha in 2018).

**Table 1.** Acreage of pears (ha) in Belgium (Vlaamse Overheid, Departement Landbouw & Visserij, 2018).

Varieties	1990	1995	2012	2015	2017	2018
‘Conference’	2.357	3.900	7.351	8.050	8.660	8.925
‘Doyenné du Comice’	711	890	677	660	590	560
‘Durondeau’	350	470	228	165	154	110
Others	230	200	323	495	619	489
<b>Total</b>	<b>3.648</b>	<b>5.460</b>	<b>8.579</b>	<b>9.340</b>	<b>10.023</b>	<b>10.184</b>

### *New pear varieties in Belgium*

At this moment (after the planting season 2017-2018), according to the data of the Corina®-club, ± 133.000 trees of ‘Corina®’ have been planted in Belgium, which corresponds to about 65 ha ‘Corina®’ at present. Since 2014 the club doesn’t allow more trees to be planted. ‘Corina®’/‘Saels’ is a clone of ‘Conference’, found by Edwin Saels, a Belgian fruit grower. It is a club variety from Corina-Saels BVBA. The fruit shape and the flavour are very similar to ‘Conference’, but harvest time is 3 weeks earlier.

After the planting season 2017-2018 approximately 125 ha of ‘Sweet Sensation®’/‘Rode Doyenné van Doorn’, have been planted in Belgium (Vlaamse Overheid, Departement Landbouw & Visserij, 2018). ‘Sweet Sensation®’/‘Rode Doyenné van Doorn’ is a clone of ‘Doyenné du Comice’, found in 1992 by Simon Broertjes, a Dutch fruit grower. Next Fruit Generation (NFG) is the variety owner and it has a licence agreement with New Sensations BV.

Other new pear varieties planted in Belgium are ‘Celina’/‘QTee®’ (130 ha), ‘Cepuna’/‘Migo®’ (35 ha), ‘Queen’s Forelle®’/‘Thimo’ (16 ha), ‘Dicolor’ (15 ha), ‘Early Desire®’/‘Gräfin Gepa’ (13 ha), ‘Xenia®’/‘Oksana’ (10 ha), ‘Regal Red® Comice’ (5 ha) and ‘Red Modoc®’/‘Lowry 2’ (400.000 trees or approximately 20 ha).

## Material and methods

### *New pear varieties*

#### *Variety testing of pears*

Variety testing of pears is one of the most important research topics in the “Experimental Garden for pome and stone fruit”. Every year several new pear varieties are planted in the first phase (screening). These varieties are from all over the world. From each variety we plant 10 trees on Quince C or Adams (if possible with an interstem of ‘Beurré Hardy’ or ‘Doyenné du Comice’). We try to use an interstem to avoid the risk of incompatibility between the new variety and the Quince rootstock. Five trees are planted in a parcel with a normal spraying scheme (IPM) and five trees are planted in a parcel with limited use of fungicides. Scab spraying is restricted to incidents of a high risk of infection (2 to 4x per year). In this parcel we don’t spray against powdery mildew, storage diseases and Nectria canker.

In the first phase no chemical thinning (only hand thinning) is used. As a reference variety, ‘Conference’ is planted. For the observations we use a descriptor list, developed by the EUFRIN Working group “Variety testing of apples and pears” and based on the IBPGR Descriptor list. Annually a report is sent to the breeders/licensors.

After 4 to 5 production years a first selection is made. Varieties which do not reach quality and productivity standards are grubbed.

From the best varieties in the first phase 40 to 120 trees are planted in a second and third phase (broadening and optimisation). Depending on the issues seen in phase 1, trials on chemical thinning, fertilisation, fruit quality, training and pruning, etc. are executed. To test the (ideal) storage conditions we work together with VCBT (KULeuven). The eventual goal is to make a technical guide for the fruit growers.

#### *Demands for a new pear variety*

We are looking for a pear variety that is productive and delicious and that has a good fruit size, a good appearance, a good storability and a good shelf life. If possible it must be ~~distinguishable from~~ the existing varieties. The new variety must also be suitable to grow in our climate and it must preferably be less susceptible for pests and diseases (e.g. fire blight) and spring night frost. It is also very important that fruit set is possible to regulate through sprayings with gibberellins.

### *Rootstocks*

In spring 2005 ‘Conference’ grafted on 4 different rootstocks, Quince C, Quince Adams, Pigwa and S1 was planted. The last 2 rootstocks are Polish Quince rootstocks with greater winter hardiness than Quince C and Quince Adams. For each combination 4 replicates of 5 trees were planted. The planting distance for all trees was 3,50 x 1,50 m (1.714 trees/ha). The experiment was followed for 6 years and attention was mainly paid to frost sensitivity, vigour, production, fruit size and skin quality.

### ***Planting systems***

To help fruit growers with their choice for a planting system, seven different planting systems were planted for ‘Conference’ in the spring of 2002. The following planting systems on quince Adams rootstock were included in the test:

- A) *the hedge of Tienen (3,50 x 1,50 m or 1.714 trees/ha),*
- B) *the long pruning (3,50 x 1,50 m or 1.714 trees/ha).*
- C) *the bush-spindle shape (3,50 x 1,50 m or 1.714 trees/ha),*
- D) *the candlestick system (3,50 x 1,50 m or 1.714 trees/ha) (trees with 3 leaders),*
- E) *the V-system (3,20 x 1,00 m or 2.813 trees/ha),*
- F) *spindle trees (3,20 x 0,50 m or 5.625 trees/ha),*
- G) ~~*the “Drapeau” system (3,50 x 1,75 m or 1.469 trees/ha) (trees were planted under an angle of 45°).*~~

Besides production and quality, a great deal of attention was paid to costs and labour. From the moment of planting all costs and labour were recorded and expressed per ha. To enable a precise comparison, the costs and labour of one planting and pruning system (the bush-spindle shape on quince Adams with a planting distance of 3,50 x 1,50 m) were fixed at 100%.

### ***Improving fruit set***

In practice the application of gibberellins (Promalin – 19 g/l GA<sub>4/7</sub> + 19 g/l 6-BA) to increase the fruit set of ‘Conference’ is common practice (Deckers and Schoofs, 2002; Vercammen and Gomand, 2008). But what happens if this treatment is combined with an application of Regalis (10% Prohexadion-Ca) to reduce June drop? To find an answer to this question an experiment with 4 replications was performed in 2012 on 11-year old ‘Conference’ on Quince Adams with a planting distance of 3,50 x 1,50 m (1.714 trees/ha) (table 2).

**Table 2.** Schedule for fruit set regulation of ‘Conference’ pear (pcfruit-pps, 2012).

<b>Treatment</b>	<b>Time</b>	<b>Date</b>
1 Control	-	-
2 0.3 l/ha Promalin	Full bloom	16/04/12
3 0.3 l/ha Promalin	Full bloom +	16/04/12
+ 2x 0.5 kg/ha Regalis	2 + 3 weeks after full bloom	30/04 – 07/05/12
4 0.3 l/ha Promalin	Full bloom +	16/04/12
+ 1 kg/ha Regalis	End of flowering	20/04/12

### ***Chemical thinning***

#### ***6-BA and metamitron***

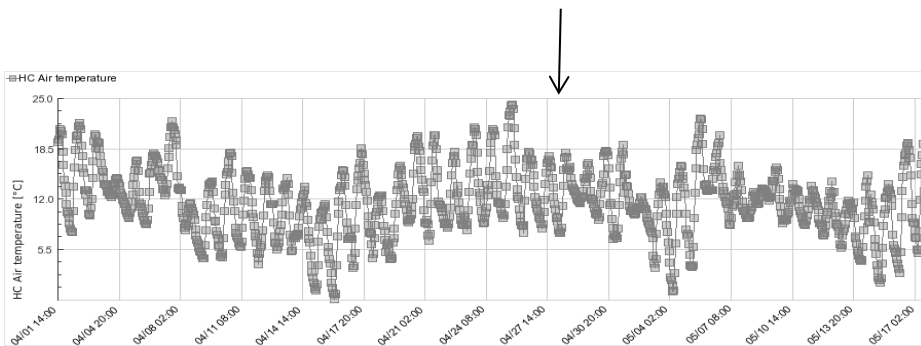
In Belgium Globaryll 100 (active ingredient 6-benzyladenine 100 g/l) is authorized in pear growing since April 2009. In 2013 also Exilis (20 g/l 6-benzyladenine) was registered on pears, followed by MaxCel (20 g/l 6-Benzyladenine) in 2017. The active ingredient (6-BA) of these 3 products is a synthetic cytokinin, which gives a safe fruit thinning, a better fruit size and more and stronger flower buds in the year following the application. The best application

time is when temperature is not limiting absorption (at least 18 °C) and if possible, after a cool and humid period of time or at the beginning of a warm trend. Cloudiness, high humidity and temperature after the treatment induce slow absorption and enhance thinning efficacy (Dorigoni).

The active ingredient of Brevis is metamitron, also used as active ingredient for several herbicides. Brevis is a specially formulated product for thinning of apples and pears. Metamitron inhibits photosynthesis and therefore reinforces the natural fruit drop. Just a few hours after leaf treatment, metamitron reduces their ability to photosynthesize by up to 50% depending on the dose. This is the case for every leaf that is fully developed at the moment of spraying (Brunner, 2015). Stress of the trees as a consequence of metamitron treatment can be observed visually by the lighter colour of the leaves. The growth and fruit drop depends not only on the production of new sugars, but also on the existing reserves in the tree. The big advantage of Brevis is that it does not need a minimum temperature for a proper thinning (Gomand and Maas, 2016).

#### *Comparison of metamitron (Brevis) and 6-BA (Exilis)*

In spring 2002 ‘Conference’ on rootstock Quince Adams was planted in Sint-Truiden, Belgium at our Research Station on a loamy soil. The planting distance was 3.50 x 1.75 m (1.469 trees/ha). In 2014 a comparison was made of a treatment with 1.5 kg/ha Brevis and 10 l/ha Exilis. Both treatments were performed on April 22<sup>nd</sup> when fruitlet diameter was 8 mm with 700 l water per ha. Temperature at that day and the days after was over 18 °C (Figure 1). The experiment was set up in 4 replications of 5 trees each. Attention was paid to fruit set, number of fruits thinned, yield, fruit weight at harvest and fruit quality.



**Figure 1.** Temperature from beginning of flowering until 6 weeks after flowering (pcfruit-pps, 2014).

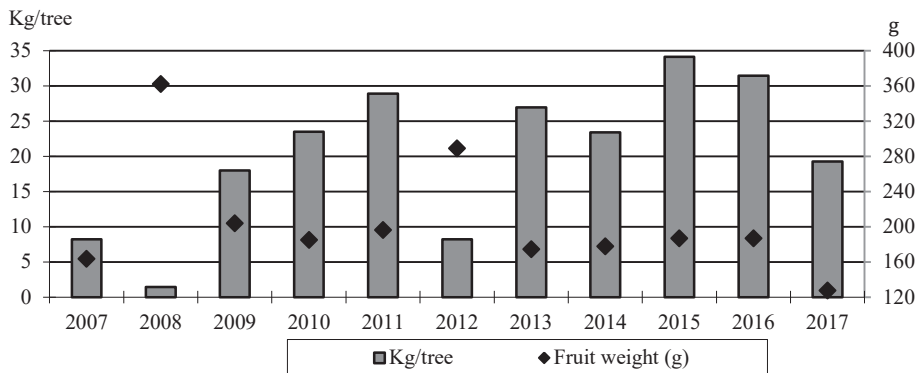
## **Results and discussion**

### *New pear varieties*

The new pear varieties that have the most interest at this moment in Belgium are ‘Celina’/’QTee®’, ‘Cepuna’/’Migo®’ and ‘CH201’/’Fred®’.

### *'Celina'/'QTee®'*

*'Celina'/'QTee®'* is a cross of *'Colorée de Juillet'* x *'Williams'* from Norway (Graminor). Licence holders are ABCz and Fruithandel Wouters. It is a productive summer pear with a good fruit size (65-70 mm) (Figure 2). Flowering is very early. Until now, little second flowering was observed. Harvest time is about 3 weeks before *'Conference'*. The fruits have a brownish red blush, which makes them look very attractive. In addition, the taste is very good, even after storage and shelf life. In normal cooling, the quality remains good for several months. *'Celina'/'QTee®'* has a moderate to strong vigour. 1-sided root pruning can be necessary to control growth. The fruits should be exposed to sufficient light to develop a good colouring. Pollinizers are necessary as after self-pollination fruits are smaller and contain less good seeds which compromises the fruit size and shape. *'Conference'* seems to be a good pollinizer.



**Figure 2.** Yield data of *'Celina'/'QTee®'* (Pcfruit-pps, 2017b). Trees are planted in spring 2006 on Quince Adams with an interstem of *'Condo'*.

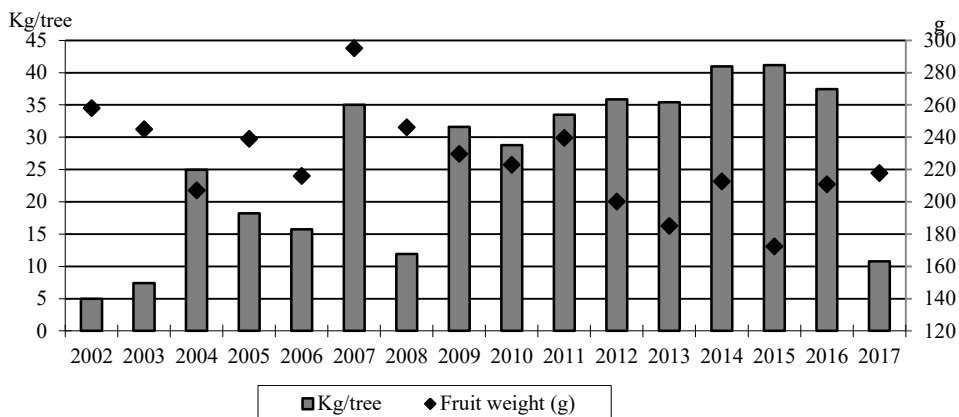
*'Celina'/'QTee®'* is sensitive to frost in spring. Spraying gibberellins after frost damage brings no improvement. 2008, 2012 and 2017 were years with severe spring night frost (Figure 2). *'Celina'/'QTee®'* is slightly sensitive to fire blight and sensitive to *Pseudomonas* and Pear Decline. *'Celina'/'QTee®'* seems less sensitive to scab, which can be related to the small acreage at current.

### *'Cepuna'/'Migo®'*

*'Cepuna'/'Migo®'* is a cross of *'Conference'* x *'Doyenné d'Hiver'* from France (INRA - Angers). It is a productive pear variety with a good and homogeneous fruit size (Figure 3). Most of the fruits are larger than 65 mm (pcfruit-pps, 2017a). *'Cepuna'/'Migo®'* is less susceptible to spring night frost than *'Celina'/'QTee®'*. Only in 2008 and 2017 yield was influenced by spring night frost. Vigour is slightly stronger than that of *'Conference'*. It is important to bend a lot of branches in the early years. 1-sided root pruning can be necessary to control growth. There may be problems with incompatibility on quince. Therefore, we recommend an interstem of *'Beurré Hardy'* or *'Doyenné du Comice'*.

The fruits have a homogeneous fruit shape with a smooth skin. They are very juicy and have a good taste. Harvest time is immediately after *'Conference'*.

‘Cepuna’/‘Migo®’ has a very good storability and shelf life. It looks like it can be stored under the same conditions as ‘Conference’ (-0.5 to -1.0 °C; 2.5-3% O<sub>2</sub> and 0.8% CO<sub>2</sub>). Even in cold storage without controlled atmosphere fruit quality remains good for several months. After shelf life fruits remain green for a long time, which can be a big advantage for export to distant destinations. Although ‘Cepuna’/‘Migo®’ has a smooth skin, problems with sorting damage and bruising are very limited. Furthermore, this variety is moderate susceptible to scab and fire blight.



**Figure 3.** Yield data of ‘Cepuna/Migo®’ (Pcfruit-pps, 2017a). Trees are planted in spring 2000 on Quince Adams with an interstem of ‘Beurré Hardy’.

Pollinizers are necessary, after self-pollination fruits are smaller and have less good seeds. ‘Conference’ seems to be a good pollinizer. ‘Celina’/‘QTee®’ is another possibility ‘Cepuna’/‘Migo®’ reacts less to GA's compared to ‘Conference’. Between full bloom and end of flowering part of the trees were treated with 0,5 l/ha Gibb Plus (10 g/l GA<sub>4/7</sub>) and part with 3 tablets/ha Gibb<sub>3</sub> (10% GA<sub>3</sub>). On these trees yield was not higher compared to the control trees (table 3). In other trials GA<sub>3</sub> gave a slight increase in yield (data not shown). Therefore, we advise to use GA<sub>3</sub> instead of GA<sub>4/7</sub> when it is necessary to improve fruit set of ‘Cepuna’/‘Migo®’. However, do not use more than 3 tablets/ha.

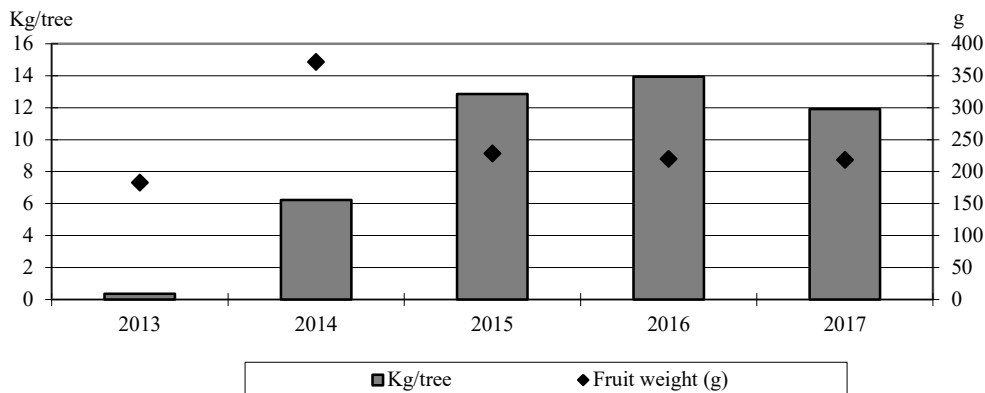
**Table 3.** Improving fruit set of ‘Cepuna’/‘Migo®’ (Pcfruit-pps 2015).

Variant	Number of flower buds per tree	Number of fruits per tree	Number of fruits/ 100 flower buds	Yield (kg/tree)	Fruit weight (g)
Control	165 a	215 a	136 a	33.9 a	159 a
Gibb Plus	153 a	213 a	138 a	33.6 a	162 a
Gibb <sub>3</sub>	136 a	136 a	150 a	35.0 a	173 a

Trees are planted in spring 2007 on Quince Adams with an interstem of ‘Conference’.

### 'CH201'/'Fred®'

'CH201'/'Fred®' is a cross of 'Harrow Sweet' x 'Verdi' from Switzerland (ACW). It is a very productive variety with a good fruit size (Figure 4). Flowering is at the same time as 'Conference' and the harvest is end of September – beginning of October. The taste of 'CH201'/'Fred®' is good, even after storage and shelf life. The fruits have a brownish red, which makes them very attractive. However, the coloring is under Belgian conditions not always outspoken. 'CH201'/'Fred®' is susceptible to *Pseudomonas*. However, more experience is required with this variety.



**Figure 4.** Yield data of 'CH201'/'Fred®' (Pcfruit-pps 2017c). Trees are planted in spring 2012 on quince.

### Rootstocks

#### *Frost sensitivity and leaf discoloration*

Due to the very severe frost in January 2009 with temperatures between -20 °C and -25 °C frost damage was observed in all rootstocks. Above the bud union the transportation tissue has died off and the trees showed some brown discoloration. Table 4 shows the percentage of trees of each rootstock with severe frost damage.

**Table 4.** Percentage of trees with frost damage and with early leaf discoloration with 'Conference' grafted on different rootstocks (pcfruit-pps, 2009).

Rootstock	% trees with frost damage	% trees with early leaf discoloration
Quince C	50 a	45 a
Quince Adams	50 a	10 b
Pigwa	30 a	10 b
S1	20 a	5 b

In spring 2009 50% of the trees on Quince C and Quince Adams clearly showed frost damage. However, the longitudinal incisions that were made in May 2009 resulted in a good recovery of the trees. After a few weeks the colour of the



leaves was again darker green. On Quince C there were many trees (45%) with early discoloration of the leaves in autumn 2009 (Table 2). These were mostly trees with longitudinal incisions. On Quince Adams only 10% of the trees had an early leaf discoloration in autumn 2009.

On Pigwa and S1 the frost damage was less pronounced than on Quince C. Respectively 30% and 20% of the trees showed clear frost damage. In autumn 2009 there were also fewer trees with early leaf discoloration.

### *Vigour*

Each year in autumn the trunk circumferences were measured as a measure for the vigour. Table 3 shows the results of the trees without longitudinal incisions. The vigour of Pigwa and S1 is clearly stronger than that of Quince C. After 6 growth years the trunk circumference of ‘Conference’ on Pigwa has increased for 54% compared to Quince C. On S1 this increase was 49%. Also the shoot length on both rootstocks was considerably longer compared to Quince C or Quince Adams. When the trees were grubbed in autumn 2010 it was observed that both Pigwa and S1 had a stronger developed root system than Quince C or Quince Adams. There were clearly more thick roots than fine hair roots.

**Table 5.** Increase of the trunk circumference of the trees of ‘Conference’ without longitudinal incisions grafted on different rootstocks for the period 2005-2010 (pcfruit-pps, 2010).

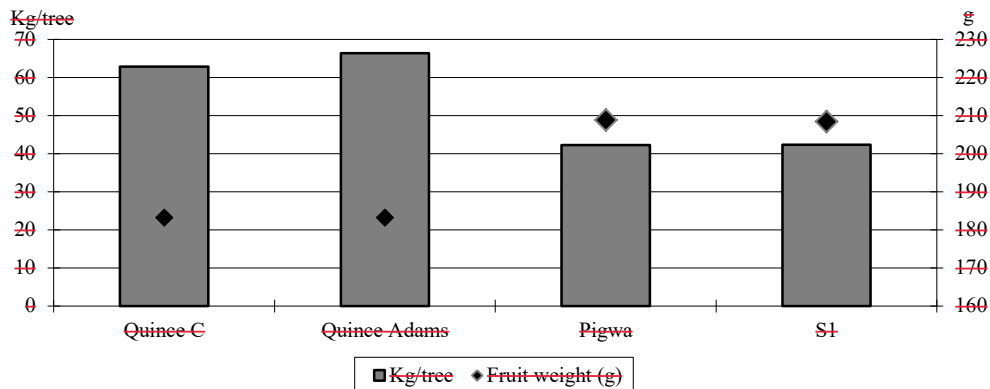
Rootstock	Increase of the trunk circumference (cm)		% compared to Quince C	Trunk circumference (cm) November 2010
	2010	2005-2010		
Quince C	1.1 a	10.5 b	100	18.7 b
Quince Adams	1.4 a	11.7 b	112	20.4 ab
Pigwa	1.5 a	16.1 a	154	21.9 a
S1	1.8 a	15.5 a	149	21.2 a

### *Yield data*

As in 2009, the production of ‘Conference’ on Pigwa in 2010 was similar to those on Quince C and Quince Adams, while the share of fruits > 60 mm clearly was higher. But because of the low productions in the early years the total production from 2006 until 2010 was 20 to 25 kg/tree less than for the trees on Quince C or Quince Adams (Figure 5). The average fruit weight, however, was approximately 25 g higher.

In 2010 the trees of ‘Conference’ on S1 obtained, like the trees on Pigwa, for the 2<sup>nd</sup> year in a row a good production, which was similar to those on Quince C and Quince Adams. The yield data are to a large extent comparable with those of Pigwa (Figure 5). After 5 production years the total production from 2006 until 2010 was 20 kg/tree less than on Quince C and the average fruit weight was about 25 g higher.

On both rootstocks the fruit skin of the pears was clearly not smoother than on Quince C. On the contrary, in 2010 there were twice as many heavily russeted pears than on Quince C. On average the fruits on Pigwa or on S1 had a higher firmness, although they were not less mature.



**Figure 5.** Cumulative yield data and average fruit weight of ‘Conference’ grafted on different rootstocks for the period 2006-2010 (pcfruit-pps, 2010).

### *Planting systems*

#### *Costs and labour*

##### *a) At Planting*

~~At planting,~~ the “Drapeau” system, the hedge of Tienen and the long pruning were cheaper in construction than the bush-spindle shape and the candlestick system. For this last system placing bamboos demanded extra labour. The V-system and the spindle trees were the highest in cost and labour (Table 6).

Although planting costs (trees and supporting materials) are closely connected to the number of trees, there were still some differences. For instance, costs for the V-system with 180% were relatively high compared to the number of trees. This was mostly due to the material needed to construct the V-system. As far as labour is concerned, the V-system required the most labour, because of the number of hours needed to construct and put in place the V's.

##### *b) During Sixteen Growth years*

The same principle was applied to compare costs and labour during the different growth years. Concerning the costs, the differences were obviously smaller than in the year of planting. Only the costs of the “Drapeau” system were much higher than those of the other systems. The high costs of this system from the second till the sixth growth year were the result of placing extra wires to complete the system.

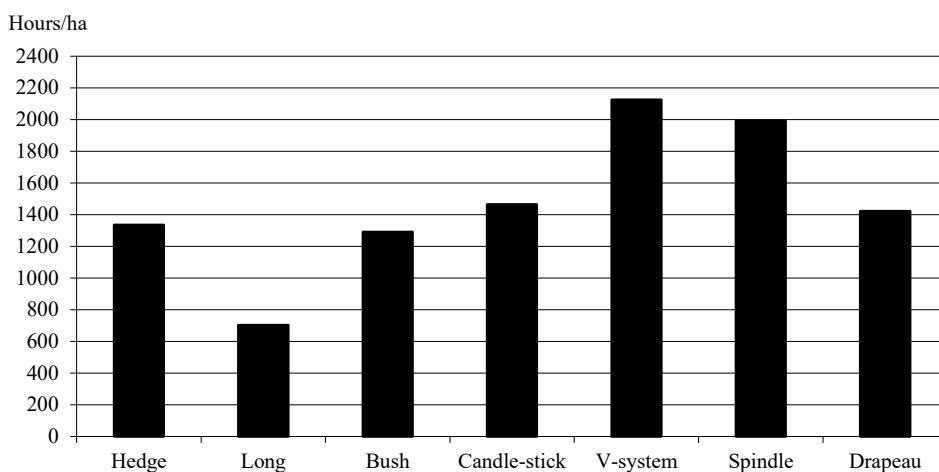
Where labour is concerned, the “Drapeau” system, the long pruning and the V-system are the most labour intensive. For the V-system this was mainly because of the time needed for bending and tying the branches in the second year. ~~The “Drapeau” system demanded a lot of time to place extra wires to complete the system.~~

Later on, these three planting systems also required the most labour. This was mainly because of the time needed to pick and sort, which depended to a great extent on the yield (see further on). On average, picking and sorting demanded 70% of the labour in the first eleven years.

**Table 6.** Costs and labour per planting system for ‘Conference’, in % as compared to the bush-spindle shape for the period 2002-2017 (Pcfruit-pps, 2017d).

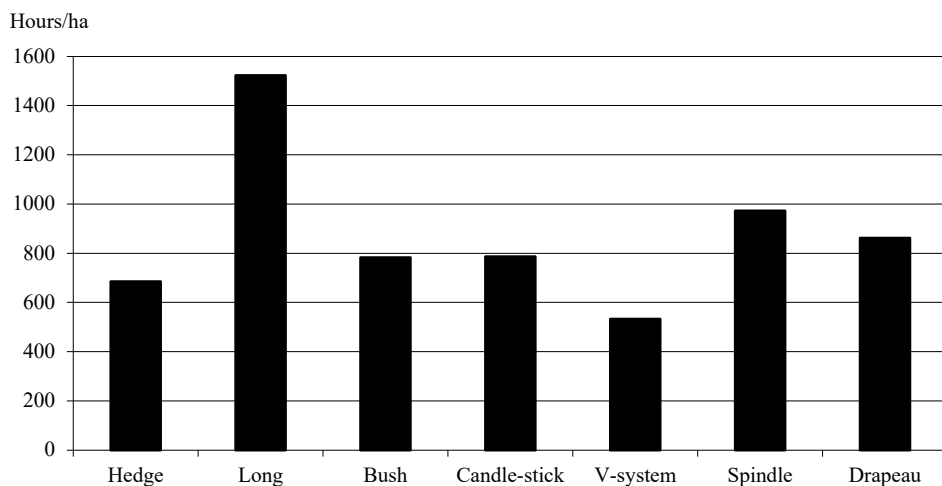
Systems	Costs (%)			Labour (%)		
	At planting	Production years	Total	At planting	Production years	Total
Hedge of Tienen	68	101	92	99	101	101
Long pruning	68	100	92	95	139	139
Bush-spindle	100	100	100	100	100	100
Candlestick	98	104	102	192	106	107
V-system	180	104	125	394	118	122
Spindle trees	234	102	138	272	124	126
“Drapeau”	60	120	104	93	133	132

In figure 6 it can be seen that the V-system and the spindle trees demand up to 50% more pruning hours than the bush-spindle shape, the candlestick system and the “Drapeau” system. In the long pruning, on the other hand, only half of the time is needed in comparison with the bush-spindle shape.



**Figure 6.** Pruning hours per ha after 16 years (Pcfruit-pps, 2017e).

Over the years there are no mayor differences in total thinning hours between the different planting systems, except for the long pruning (Figure 7). In this latter system up to now approximately twice as many hours were spent on hand thinning in comparison with the other systems.



**Figure 7.** Thinning hours 2005-2017 per ha (Pcfruit-pps, 2017e).

#### *Total Costs and Labour*

In proportion, the total costs after 16 years do not differ a lot from the planting costs for most of the planting systems. The V-system and the spindle trees have become somewhat "cheaper". The other systems have become more expensive. This is certainly the case of the "Drapeau" system. As mentioned above this is the result of placing extra wires to complete the system.

The total labour presents a somewhat different image. After sixteen growth years, the long pruning is the most labour intensive system, followed by the "Drapeau" system and the V-system. These planting systems are not coincidentally the systems with the highest productions (Table 7). This means that the differences that occurred in the first 16 growth years had a bigger impact on the total labour than it was the case for the costs.

#### *Yield data*

When looking at the total yields from 2003 to 2017 (Table 7), we see that the highest yields per ha were obtained by the "Drapeau" system, followed by the long pruning. The V-system, which after 8 years had the highest total yield, is now in third place. The other planting systems obtain yields, which were 15 to 30% lower than with the "Drapeau" system and the long pruning. The spindle trees have made up an important part of their arrears. In the early years yield was disappointing because there were too few good flower bud structures.

**Table 7.** Yield data of the different planting systems for ‘Conference’ for the period 2003-2017 (Pcfruit-pps, 2017d).

<b>Systems</b>	<b>Total yield (t/ha)</b>	<b>% compared to bush-spindle</b>	<b>Average fruit weight (g)</b>
Hedge of Tienen	556	<b>103</b>	179
Long pruning	704	<b>130</b>	161
Bush-spindle	542	<b>100</b>	186
Candlestick	586	<b>108</b>	188
V-system	669	<b>123</b>	191
Spindle trees	624	<b>115</b>	173
“Drapeau”	<b>713</b>	<b>131</b>	177

Over fifteen production years (2003-2017) the largest pears were found in the V-system and the candlestick system (Table 7), while the smallest were found on the long pruning. Also the spindle trees had a somewhat lower average fruit weight.

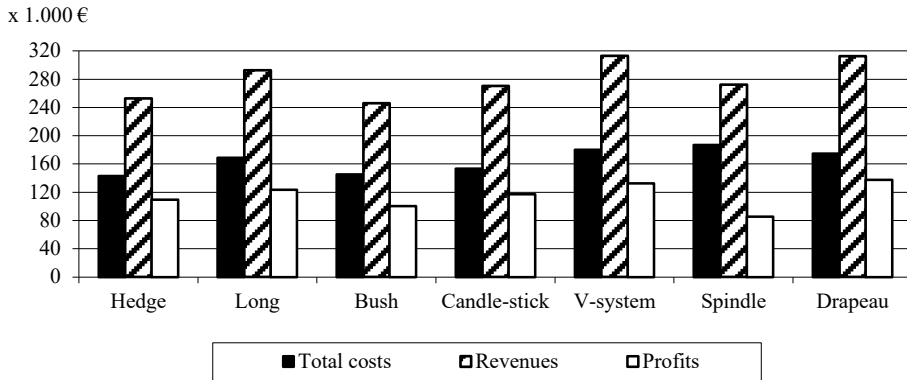
### ***Financial results***

The financial result was calculated starting from the real costs (excluding VAT) and the real labour. This labour was split into mechanical labour (spraying, mowing, ...), labour done by the manager (e.g. pruning), labour done by a permanent workman and seasonal work (e.g. picking and sorting). The calculation of the total costs after sixteen years does not consider depreciation of investment costs, i.e. investment costs such as trees and supporting materials were fully included. Other costs such as land, storage costs, the purchase of machines, buildings, ... were also not considered.

To calculate the revenues, we started for the second to the sixteenth growth year from the real average prices per size and quality class over the entire marketing year. Figure 8 shows the total financial results.

After 16 years the “Drapeau” system obtained the **best financial result** (Figure 8). **The low investment costs at planting and the high yields**, of course, play an important role. The long pruning, which until the ninth growth year was on the first place, fell to the second place. The explanation can be found in the too small proportion of fruits larger than 60 mm.

The spindle trees by far had the worst financial result, largely due to the high investment costs and the disappointing yields in the first years. Also the bush-spindle shape had a disappointing financial result after 16 growth years. This is largely the result of the poor planting material and the very low yield in the fourth growth year (2005).



**Figure 8.** Financial results per ha of ‘Conference’ pear training systems after 16 years (Pcfruit-pps, 2017d).

### *Improving fruit set*

The application of gibberellins usually produces a distinct increase in the number of fruits until the June drop. However, after June drop most of the extra fruit set is usually lost. This is clearly the case of the treatment number 2, where only 0.3 l/ha Promalin is sprayed around full bloom (table 8). The highest fruit set per 100 flower buds is obtained when the application of 0.3 l/ha Promalin is followed by an application of 0.5 kg/ha Regalis 2 and 3 weeks after full bloom. In 2012 this treatment produced a significantly higher number of fruits per 100 flower buds, compared to the control and to the treatment with only 0.3 l/ha Promalin (pcfruit-pps, 2012). Combining Promalin with Regalis did not increase the yield, but this variant had fewer flower buds to begin with.

For treatment 4 the combination was made from 0.3 l/ha Promalin close to full bloom with 1.0 kg/ha Regalis at the end of flowering (3<sup>rd</sup> unrolled leaf). This spraying is advised in practice because one hopes that reducing the growth increases the fruit set. In 2012 fruit set was higher compared to the control and to the treatment with only 0.3 l/ha of Promalin around full bloom, but the effect is less than for variant 3 with 2 times 0.5 kg/ha Regalis 2 and 3 weeks after full bloom. Also this variant started in 2012 with significantly less flower buds due to the treatment with 1.0 kg/ha Regalis in 2011 and because of that yield was not higher compared to the other variants in trial.

**Table 8.** Yield data of ‘Conference’ with GA-and Regalis-treatments  
(pcfruit-pps, 2012).

Treatment	Number of flower buds	Number of fruits		Total number of fruits/100 flower buds
		Thinned	Picked	
1 Control	168 a	64 a	148 a	127 b
2 Promalin	173 a	63 a	135 a	115 c
3 Promalin + 2x Regalis	118 b	57 a	144 a	172 a
4 Promalin + 1x Regalis	125 b	52 a	132 a	148 ab

### *Chemical thinning*

In 2013 trees thinned with Exilis did not evoke a strong thinning effect. Yet we observed that this variant had more flower buds in 2014 (Table 9). Unlike 2013, the thinning effect was much stronger in 2014. The fruit set decreased from 169 fruits/100 flower buds for the control to 111 fruits/100 flower buds for the variant where Exilis was used. In all the years we have performed thinning trials with 6-BA, 2014 is the first year that we had such a strong thinning effect with 6-BA. That the days at and after the treatment has been very hot (data not shown), is likely to play a major role, because 6-BA is temperature dependent. In other years it is often looking for a few days with 18 °C or more, while in 2014 the temperature went smoothly above 20 °C. Yet, it was necessary to thin 39 fruits per tree by hand (Table 9). Despite the strong thinning, 6-BA had also in 2014 no positive effect on the fruit size (Table 10).

In 2013, but not in 2014 (Table 9), we have observed that the trees, which were thinned with Brevis in 2012 beared less flower buds. With 1.5 kg/ha Brevis at 8 mm fruitlet size the thinning effect was much stronger than with Exilis as fruit set decreased to 93 fruits/100 flower buds (Table 9). Because of this strong thinning it was hardly necessary to thin by hand. Only 15 fruits per trees had to be removed. The thinning result was even too strong, because yield was 7.4 kg/tree lower. Fruit weight, however, was 53 g higher.

**Table 9.** Fruit set of ‘Conference’ pear depending on chemical thinning  
(pcfruit-pps, 2014).

Treatment	Number of flower buds	Number of fruits		Number of fruits/100 flower buds
		Thinned	Picked	
Control	144 b	51 a	187 ab	169 a
Exilis 10 l/ha	185 a	39 a	160 b	111 b
Brevis 1.5 kg/ha	141 b	15 b	115 c	93 b

**Table 10.** Yield data of ‘Conference’ pear depending on chemical thinning (pcfruit-pps, 2014).

<b>Treatment</b>	<b>Yield (kg/tree)</b>	<b>Number of fruits per tree</b>	<b>Fruit weight (g)</b>
Control	34.6 ab	187 ab	185 b
Exilis 10 l/ha	30.7 bc	160 b	183 b
Brevis 1.5 kg/ha	27.2 c	115 c	238 a

## **Conclusion**

### ***New pear varieties***

In comparison with some other growing areas in Europe, Belgium remains behind concerning the planting of new pear varieties. With almost 90%, ‘Conference’ remains the main pear variety in Belgium. This implies some risks. To find additional pear varieties for our assortment every year the “Experimental Garden for Pome and Stone Fruits” observes several new pear varieties that can possibly be grown besides ‘Conference’. Recently introduced candidates are ‘Celina’/’QTea®’ and ‘Cepuna/Migo®’. A potential candidate is ‘CH201’/Fred®’.

### ***Rootstocks***

For pear Quince C and Quince Adams are currently the most widely used rootstocks in Belgium. In 2005 ‘Conference’ was planted on Pigwa and S1. These two rootstocks seem to be less susceptible to winter frost. However, the most important disadvantage of these rootstocks is especially the excessive vigour, making them to come in production later than Quince C and Quince Adams. All together this makes that these two rootstocks are no improvement in comparison with Quince C and Quince Adams and they are, therefore not recommended as rootstocks for ‘Conference’ in Belgium.

### ***Planting systems***

This study showed that there is no such thing as the “best planting system”. If the grower is satisfied with the system he currently has and he can obtain a sufficient production with a good fruit size and a good fruit quality, he can best continue with that system. Both the production and the fruit size are indeed important to get a good financial result. On the other hand, also costs (e.g. investment costs) and labour (e.g. thinning hours, picking performance, etc) are very important. ~~Systems with heavy investment costs are more susceptible to low prices than systems with lower investment costs.~~ Possible systems for the future are the bush-spindle shape and the V-system.

### ***Improving of the fruit set***

From these results we recommend the use of gibberellins, followed by a split treatment of prohexadione calcium. However, this combination is not advisable in the case trees have a sufficient amount of flower buds, because it can lead to excessive fruit set and to remain fruits too small. This treatment is better suited for orchards with a shortage of flower buds (pcfruit-pps, 2012).

Fruit set treatments on ‘Conference’ can be really useful depending the number of flower buds present on the tree and the possibility of frost damage. It is



really difficult to generalize these advices that have to be individually adapted to each situation (pcfruit-pps, 2017e).

In conclusions, our recommendations are:

*In years without frost damage:*

- if there are a lot of flower buds: no use of plant growth regulators needed
- if the amount of flower buds is moderate to good: 1 x half of a dose GA<sub>4.7</sub>/ha between full bloom and end of bloom.
- if the amount of flower buds is small to moderate: 1 x half of a dose GA<sub>4.7</sub>/ha + 2 x 0.5 kg/ha Regalis Plus/Kudos (Prohexadione-Ca) 2 to 3 weeks after full bloom.

*In years with frost damage before bloom:*

- long before bloom: Wait for good weather during bloom and spray half of a dose GA<sub>4.7</sub> + 2 x 0.5 kg/ha Regalis Plus/Kudos (Prohexadione-Ca) 2 to 3 weeks after full bloom.
- just before bloom: immediately half of a dose GA<sub>4.7</sub> + half of a dose GA<sub>4.7</sub> during bloom + 2 x 0.5 kg/ha Regalis Plus/Kudos (Prohexadione-Ca) 2 to 3 weeks after full bloom.

*In years with frost damage during bloom:*

- if there are a lot of flower buds: immediately half of a dose GA<sub>4.7</sub>.
- if the amount of flower buds is moderate to good: immediately half of a dose GA<sub>4.7</sub> + 2 x 0.5 kg/ha Regalis Plus/Kudos (Prohexadione-Ca) 2 to 3 weeks after full bloom.
- if the amount of flower buds is small to moderate: immediately half of a dose GA<sub>4.7</sub> AND half of a dose GA<sub>4.7</sub> end of bloom + 2 x 0.5 kg/ha Regalis Plus/Kudos (Prohexadione-Ca) 2 to 3 weeks after full bloom.

***Chemical thinning***

Brevis offers good opportunities to thin ‘Conference’. It is less dependent of the temperature than thinning agents on the basis of 6-BA (Exilis, Globaryl 100 and MaxCel). Mostly the thinning effect of 6-BA with ‘Conference’ is too weak and ‘overthinning’ rarely occurs. Metamitron (Brevis), however, can give an excessive thinning. Therefore, our advice is to use 6-BA when only a mild thinning is intended. On trees with an abundant number of flower buds and ideal weather during bloom 1 treatment with 1.1 to 1.5 kg/ha Brevis (metamitron) is recommended. The optimal time for the application of Brevis is at an average fruitlet diameter of 8 to 12 mm on the 2-year-old-wood. A later application is possible, but the gain on average fruit weight is yet compromised and results are more inconsistent. An earlier application is less effective.

## References

- Brunner P., 2015. The thinning opportunities offered by Brevis®. EFM 2015(04): 14-15.
- Deckers T. and Schoofs H., 2002. Improvement of Fruit Set on Young Pear Trees Cultivar ‘Conference’, Acta Horticulturae, 596: 735-743.
- Dorigoni A. Chemical thinning in apples with a special focus on the use of Exilis® (6-Benzyladenine). Fine Agrochemicals LTD, 28 p.
- Gomand A. and Maas F., 2016. Perspectieven en risico’s bij gebruik van Brevis voor dunnen Conference. EFM 2016, (02): 8-10
- Pcfruit-pps, 2009. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer p.101-106.
- Pcfruit-pps, 2010. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer p.126-132.
- Pcfruit-pps, 2012. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer p. 154-159.
- Pcfruit-pps, 2014. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer p.197-205.
- Pcfruit-pps, 2015. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer : p. 90-93.
- Pcfruit-pps, 2017a. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer : p.25-28 .
- Pcfruit-pps, 2017b. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer : p. 32-36.
- Pcfruit-pps, 2017c. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer : p. 43-50.
- Pcfruit-pps, 2017d. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer : p. 139-145.
- Pcfruit-pps, 2017e. Annual report “Pcfruit-Proeftuin pit- en steenfruit”- Peer : p. 232-238.
- Vercammen, J. 2015a. Zoektocht naar een zwakgroeiende onderstam voor Conference. Fruitteeltnieuws, 28(07): 4-5.
- Vercammen, J. 2015b. Welke nieuwe perenrassen plant men in Europa? Fruitteeltnieuws, 28(08): 24-26.
- Vercammen, J. and Gomand, A. 2008. Fruit Set of ‘Conference’: a Small Dose of Gibberellins or Regalis. Acta Horticulturae, 800: 131-138.
- Vlaamse Overheid Departement Landbouw & Visserij, 2018. Verslag oogstramingen, 2018.

## UTICAJ ZALIVANJA NA VEGETATIVNE I GENERATIVNE OSOBINE SORTE JABUKE GRENI SMIT

Dejan Đurović, Boban Đorđević, Dragan Milatović, Gordan Zec, Dragan Radivojević, Aleksandar Radović

*Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080  
Zemun, Republika Srbija*

E-mail: [dejan.djurovic@agrif.bg.ac.rs](mailto:dejan.djurovic@agrif.bg.ac.rs)

**Izvod.** U ovom radu ispitivan je uticaj različite obezbeđenosti zemljišta vodom na najvažnije vegetativne i generativne osobine jabuke sorte Greni Smit kalemljene na podlozi M26. U cilju uspostavljanja potpune kontrole nad vodnim režimom zemljišta, sadnice jabuke su posađene u plastične posude zapremine 120 l. Zemljište u posudama je zalivano različitim količinama vode sistemom „kap po kap“ u cilju uspostavljanja četiri različita tretmana zalivanja. U tretmanima sa smanjenim sadržajem vode u zemljištu stabla su imala manji prinos i sitnije plodove, ali je diferenciranja cvetnih pupoljaka bilo značajno veće u odnosu na tretmane sa pojačanim zalivanjem. Povećano zalivanje zemljišta uzrokovalo je povećanje bujnosti stabla. Pored toga ono je izazvalo značajno smanjenje diferenciranja cvetnih pupoljaka. Međutim, u tretmanima sa povećanim zalivanjem zemljišta zbog visokog stepena oplodnje, ostvaren je visok prinos uz povećanje mase ploda.

**Ključne reči:** jabuka, regulisani deficit zalivanja, vegetativni rast, rodnost, kvalitet ploda

### Uvod

Jabuka je jedna od najznačajnijih vrsta voćaka u našoj zemlji. Poslednjih godina, kako u svetu tako i kod nas, teži se uspostavljanju potpune kontrole nad spoljašnjim činiocima koji utiču na njenu proizvodnju. Jedan od osnovnih elemenata sigurne proizvodnje jabuke je obezbeđenje potrebne količine vode biljci (Mišić, 1994). Snabdevenost biljaka vodom zavisi od usvajanja, transporta i odavanja vode. Oni čine vodni režim ili promet vode biljaka (Kastori, 1993).

U našim uslovima intenzivna proizvodnja jabuke je ograničena nedostatkom i nepravilnim rasporedom padavina. Prema Vuliću (2001) prosečna vegetaciona količina padavina (april-oktobar) u najznačajnijim centrima proizvodnje jabuke u Srbiji je između 350 i 400 mm, što je nedovoljno za njeno uspešno gajenje. Navodnjavanjem biljaka se može najlakše rešiti problem suše u poljoprivrednoj proizvodnji. Međutim, usled globalne promene klime i

prekomernog zagađenja životne sredine došlo je do smanjenja količine vode dostupne za potrebe poljoprivredne proizvodnje, što za posledicu ima da se površine pod sistemima za navodnjavanje ne povećavaju u meri koja je neophodna.

Zbog toga se poslednjih godina pristupilo ispitivanju mogućnosti da se količina vode za navodnjavanje redukuje u toj meri da se izazovu adaptivne reakcije biljaka na sušu, sa ciljem efikasnijeg korišćenja vode od strane biljaka. Taj postupak se naziva kontrolisani deficit navodnjavanja i on u svetu dobija sve veću primenu (Alegre *et al.*, 1999). Adaptivne reakcije su one reakcije koje poljoprivrednim kulturama omogućavaju ne samo preživljavanje, već i postizanje određenog prinosa u uslovima suše. One mogu biti rezultat različitih fizioloških ili biohemiskih procesa, ali takođe i određenih morfoloških i anatomskih karakteristika različitih organa biljaka.

Utvrđivanje optimalnog sadržaja vode u zemljištu, koji je potreban za uspešno gajenje jabuke, je veoma kompleksan zadatak zato što zavisi od niza faktora koji su međusobno povezani i zavisni. Najvažniji činioci koji određuju optimalan sadržaj vode u zemljištu su: fenofaza vegetacije u kojoj se biljka nalazi, kombinacija sorta-podloga, opterećenost rodnom, tip zemljišta, plodnost zemljišta, temperatura i relativna vlažnost vazduha, vetar itd.

Cilj ovog rada je bio da se prouči uticaj različite snabdevenosti zemljišta vodom na vegetativne i generativne osobine stabla jabuke.

## Materijal i metode

Ispitivanja su obavljena u trogodišnjem periodu (2010 - 2012. godina), na Oglednom dobru „Radmilovac“ Poljoprivrednog fakulteta iz Beograda. Kao materijal korišćena je sorta jabuke Greni smit, koja je kalemljena na podlozi M26.

U cilju uspostavljanja kontrole nad vodnim režimom zemljišta, sadnice jabuke su posađene u plastične posude zapremine 120 l, koje su perforirane i ukopane u zemlju. Kao supstrat korišćena je zemlja koja je izvađena prilikom kopanja rupa u koje su smeštene kante. Zemljište u posudama je zalivano sistemom „kap po kap“, čije su kapaljke imale protok vode od 4 l/h. U cilju uspostavljanja



**Slika 1.** Ispitivane biljke u pokrivenim posudama

potpune kontrole nad vodnim režimom zemljišta i sprečavanja uticaja atmosferskih padavina posude su pre početka svake vegetacije pokriveni najlonom (slika 1).

Jabuke su zalivane različitim količinama vode u cilju uspostavljanja četiri različita tretmana:

Tretman I - Vlažnost zemljišta je održavana u približnoj vrednosti koeficijenta uvenuća.

Tretman II – Biljke su zalivane sa 30 % većom količinom vode nego biljke iz tretmana I

Tretman III - Biljke su zalivane sa 30 % većom količinom vode nego biljke iz tretmana II. Cilj zalivanja u ovoj varijanti je bio da se postigne vlažnost zemljišta koja u proseku iznosi 80 % od vlažnosti zemljišta pri retencionom vodnom kapacitetu (poljskom vodnom kapacitetu).

Tretman IV – Biljke su zalivane sa 15 % većom količinom vode nego biljke iz tretmana III. Cilj zalivanja u ovoj varijanti je da se postigne vlažnost zemljišta koja u proseku iznosi 90 % od vlažnosti zemljišta pri retencionom vodnom kapacitetu (poljskom vodnom kapacitetu).

Retencioni kapacitet zemljišta je ona količina vode koja se drži za zemljišne čestice silama od  $-0,033$  MPa. Teoretski, ona je veoma slična vrednosti poljskog vodnog kapaciteta (PVK). U našim ispitivanjima retencioni kapacitet zemljišta je iznosio 35%. Koeficijent trajnog uvenuća biljaka je iznosio 20 %. Ova vrednost je izračunata u laboratoriji i predstavlja onu količinu vode koja je vezana za čestice zemljišta silom većom od  $-1,5$  MPa. Obe ove konstante vodnog režima zemljišta određene su na Richards-ovom aparatu pomoću Pressure Plate Extractor.

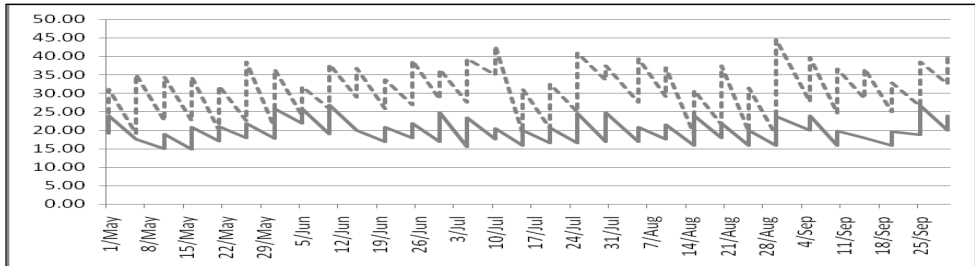
Sadržaj vode u zemljištu meren je sa profilnom probom (PR2/6, Delta-T Device, Ltd, UK). Svaka varijanta oglada bila je zastupljena sa po tri stabla. Pomotehničke mere i zaštita jabuke od bolesti i štetočina tokom trajanja oglada obavljale su se prema uobičajenoj proceduri.

U cilju ispitivanja vegetativnih osobina jabuke, na osnovu obima debla izmerenog na visini od 20 cm iznad zemljišta, izračunata je površinu poprečnog preseka debla ( $\text{cm}^2$ ) na početku i kraju svake vegetacije. Ukupna dužina godišnjeg vegetativnog prirasta (cm) izračunata je kao zbir dužina svih letorasta u kruni na kraju vegetacije. U cilju ispitivanja generativnih osobina jabuke određen je broj generativnih pupoljaka, kao i broj zametnutih plodova po stablu. Iz tog odnosa određen je stepen oplodnje. Nakon junskog opadanja plodova, uradjeno je ručno proređivanje plodova. Ukupan broj ubranih plodova po stablu određen je brojanjem plodova nakon berbe. Na osnovu prosečne mase ploda i broja plodova određen je ukupan prinos (kg/stablo) po jednom stablu.

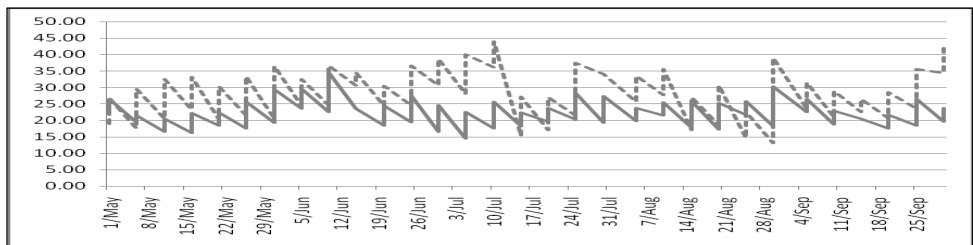
## Rezultati i diskusija

Tokom tri godine ispitivanja merena je vlažnost zemljišta u periodu maj-septembar. Vlažnost zemljišta je merena neposredno pre uključivanja sistema za zalivanje. U proseku zalivanje je vršeno na svakih pet dana. Nakon svakog zalivanja, vlažnost zemljišta bi se povećala u periodu od nekoliko sati proporcionalno količini dodate vode u posudu. Nakon postizanja maksimalne vrednosti, vlažnost zemljišta bi se postepeno smanjivala do određene vrednosti kada je ponovo uključivan sistem za zalivanje. Dinamika vlažnosti zemljišta za

tretman I i tretman IV prikazana je u grafikonu 1, a za tretman II i III u grafikonu 2. Sličnu dinamiku sadržaja vode u zemljištu koje se nalazi u sudovima navode i Einhorn *et al.* (2009) koji su gajili sortu Gala u sudovima zapremine 30 l. Intenzitet smanjivanja vlažnosti zemljišta u najvećoj meri zavisi od stepena vlažnosti zemljišta. Što je zemljište vlažnije intenzitet gubitka vlage je veći.

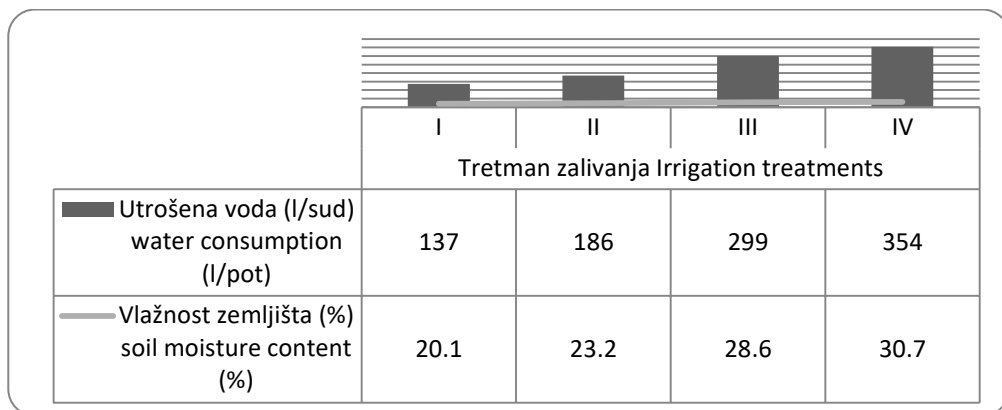


**Grafikon 1.** Dinamika vlažnosti zemljišta (%) kod tretmana I (puna linija) i tretmana IV (isprekidana linija)  
*Soil moisture dynamics (%) for treatment I (full line) and treatment IV (dashed line)*



**Grafikon 2.** Dinamika vlažnosti zemljišta (%) kod tretmana II (puna linija) i tretmana III (isprekidana linija)  
*Soil moisture dynamics (%) for treatment II (full lines) and treatment III (dashed line)*

Prosečna količina vode u periodu maj – septembar, kojom su zalivane biljke prikazana je u grafikonu 3. Najmanje vode je dodavano u tretmanu I (prosečno 137 l/posuda), a najviše u tretmanu IV (u proseku 354 l/posuda). Uporedo sa utrošenom vodom za zalivanje, u istom grafikonu je prikazana i prosečna vlažnost zemljišta koja je u tretmanu I iznosila 20,1%, a u tretmanu IV 30,7%.



**Grafikon 3.** Vlažnost zemljišta (%) i potrošena količina vode (l/sud) u zavisnosti od tretmana zalivanja (prosečno za sve tri ispitivane godine).  $NZR_{0,05} 2,22\%$

*Soil moisture content (%) and water consumption (l/pot) depending on the irrigation treatments (average for all three years).  $LSD_{(0,05)} 2,22\%$*

Vrednost retencionog vodnog kapaciteta (RVK) zemljišta u kome su gajene biljke je 35 %. Uspostavljena su četiri različita tretmana gajenja biljaka na osnovu obezbeđenosti zemljišta vodom: tretman I (vlažnost zemljišta 57% od RVK), tretman II (vlažnost zemljišta 66 % od RVK), tretman III (vlažnost zemljišta 82 % od RVK) i tretman IV (vlažnost zemljišta 88% od RVK).

Povećanje površine poprečnog preseka debla (PPPD) prikazano je u tabeli 1 i predstavlja razliku između površine poprečnog preseka debla izmerenog na kraju i početku ogleada. Najveće prosečno povećanje je izmereno je kod tretmana IV (16,7 cm<sup>2</sup>), a najmanje kod tretmana II (11,2 cm<sup>2</sup>). Između tretmana III i IV, kao i između tretmana I i II nije konstatovana statistički značajna razlika u povećanju površine poprečnog preseka debla.

**Tabela 1.** Uticaj obezbeđenosti zemljišta vodom na vegetativne osobine biljaka  
*Influence of soil water supply on the vegetative properties of plants*

Ispitivani parametri <i>Examined parameters</i>	Tretmani zalivanja <i>Irrigation treatments</i>				<i>NZR</i> <i>(0,05)</i> <i>LSD</i> <i>(0.05)</i>
	I	II	III	IV	
Ukupno povećanje PPPD tokom ispitivanja (cm <sup>2</sup> ) <i>Total increase in TCSA during examinations</i> (cm <sup>2</sup> )	11,2	11,2	15,5	16,7	1,65
Prosečna dužina letorasta (cm) <i>Average length of shoots (cm)</i>	17,5	19,8	21,9	23,8	1,82
Ukupna dužina letorasta (m) <i>Total length of shoots (m)</i>	11,9	13,9	19,3	17,6	0,78

Takođe, u tabeli 1 je prikazana prosečna dužina letorasta za sve tri godine ispitivanja. Najmanju prosečnu dužinu letorasta imala su stabla iz tretmana I, a najveću stabla iz tretmana IV. Najveću ukupnu dužinu letorasta imala su stabla iz tretmana III, a najmanju iz tretmana I.

Vegetativni potencijal biljaka zavisi od količine vode u zemljištu koju biljke imaju na raspolaganju u toku vegetacionog perioda (Feres *et al.*, 2007), i do redukcije porasta može doći i usled veoma malog nedostatka dostupne vode i hraniva (Stevens *et al.*, 2004).

Broj cvetnih pupoljaka je bio statistički veći kod stabala koja su zalivana sa redukovanom količinom vode (tretmani I i II) u odnosu na stabla koja su zalivana sa većim količinama vode (tretmani III i IV) (tabela 2).

**Tabela 2.** Uticaj obezbeđenosti zemljišta vodom na generativne osobine biljaka  
*Influence of soil water supply on the generative properties of plants*

Ispitivani parametri <i>Examined parameters</i>	Tretmani zalivanja <i>Irrigation treatments</i>				NZR <i>(0,05)</i>
	I	II	III	IV	LSD <i>(0,05)</i>
Prosečan broj cvetnih pupoljaka po stablu <i>Average number of flower buds per tree</i>	202,9	178,8	116,1	126,2	21,2
Prosečan broj zametnutih plodova po stablu <i>Average number of fertilized fruits per tree</i>	48,0	51,2	77,1	74,6	8,9
Procenat zametanja plodova (%) <i>Percentage of fertilized fruits (%)</i>	6,9	8,3	17,0	16,9	2,4

Neki autori navode da se kod voćaka u uslovima stresa javlja pojačano diferenciranje cvetnih pupoljaka. Tako, Treder (2006) navodi da je kod sorte Gala značajno veći broj cvetnih pupoljaka bio kod stabala koja nisu zalivana u poređenju sa stablima koja su zalivana. Cuevas *et al.* (2008) u svom radu zaključuju da suša utiče na sintezu abscisinske kiseline (ABA) koja se ksilemom transportuje do listova. Ovi autori navode da ABA ne utiče direktno na formiranje cvetnih pupoljaka, ali da je ona antagonist hormonima rasta, pre svega giberelinima i na taj način indirektno utiče na povećanje broja cvetova kod biljaka koje su izlagane suši. Ova teorija ide u prilog našim rezultatima koji nam govore o negativnoj korelaciji između broja cvetnih pupoljaka i dužine mladara. Povećana koncentracija hormona ABA u jabuci utiče na redukciju rasta mladara, što dovodi do redistribucije asimilata koja dovodi do povećanog formiranja cvetnih pupoljaka. Poznato je naime da na dužinu mladara utiče koncentracija hormona, pre svega giberelina.

Različito zalivanje imalo je značajan uticaj na stepen zametanja plodova. Stabla u tretmanima III i IV imala su dva puta veći stepen zametanja plodova u poređenju sa stablima koja su izlagana suši. Uticaj suše na slabije zametanje plodova se najverovatnije ogleda u izazivanju stresa kod biljaka u godini koja



prethodi cvetanju i koji dovodi do formiranja većeg broja cvetnih pupoljaka. Preobilno cvetanje može da iscrpi voćku do te mere da ona donese samo mali broj plodova (Mišić, 1994). Da suša može značajno da utiče na manji stepen oplodjenja navodi i Treder (2006) gde su stabla sorte Gala koja su izlagana suši imala tri puta manji prinos nego navodnjavana stabla, iako su ta stabla imala značajno veći broj cvetova u odnosu na zalivana stabla.

Različita obezbeđenost zemljišta vodom ima značajan uticaj na prinos i masu ploda (tabela 3).

**Tabela 3.** Uticaj obezbeđenosti zemljišta vodom na prinos i prosečnu masu ploda  
*Influence of soil water supply on the yield and the average weight of the fruit*

<i>Ispitivani parametri</i> <i>Examined parameters</i>	<i>Tretmani zalivanja</i> <i>Irrigation treatments</i>				<i>NZR</i>
					<i>(0,05)</i>
					<i>LSD</i>
	I	II	III	IV	<i>(0,05)</i>
Prosečan broj ubranih plodova po stablu <i>Average number of fruits harvested per tree</i>	34,2	39,2	59,1	58,5	9,4
Prosečna masa ploda (g) <i>Average fruit weight (g)</i>	174,5	158,8	202,2	198,8	13,5
Prosečan prinos po stablu (kg) <i>Average yield per tree (kg)</i>	6,4	6,3	11,4	11,2	1,56

Najveća masa je izmerena kod plodova koji su ubrani sa stabala iz tretmana III (169,5 g). Razlika u masi ploda između tretmana III i IV nije bila statistički značajna. Najsitniji plodovi su bili na stablima iz tretmana II (158,8 g). Pored zalivanja na krupnoću ploda uticaj imao je i broj plodova po stablu. To je razlog što su u tretmanima sa smanjenim zalivanjem, sitniji plodovi bili kod tretmana II, nego kod tretmana I.

Zalivanje je pozitivno uticalo na prinos. Tretmani u kojima je sadržaj vode bio približan poljskom vodnom kapacitetu ostvarile su skoro duplo veći prinos u poređenju sa tretmanima gde su stabla izlagana suši. Nešto veći prinos je ostvaren je kod tretmana III, nego kod tretmana IV, ali ta razlika nije bila statistički značajna.

### **Zaključak**

Vrednost retencionog vodnog kapaciteta (RVK) zemljišta u kome su gajene biljke je bila 35%. Uz potrošnju različite količine vode, uspostavljena su četiri različita tretmana zalivanja jabuke: tretman I (vlažnost zemljišta 57% od RVK), tretman II (vlažnost zemljišta 66 % od RVK), tretman III (vlažnost zemljišta 82 % od RVK) i tretman IV (vlažnost zemljišta 88% od RVK).

Ispitivanje uticaja deficita zalivanja (tretmani I i II) na osnovne vegetativne parametre (apsolutno povećanje površine poprečnog preseka debla, prosečna i ukupna dužinu jednogodišnjih prirasta) pokazalo je da deficit navodnjavanja utiče na njihovu redukciju.

Smanjeno zalivanje uticalo je značajno na povećanje broja cvetnih pupoljaka u odnosu na stabla koja su zalivana sa većim količinama vode (tretmani III i IV).

Različita obezbeđenost zemljišta vodom imala je značajan uticaj na stepen zametanja plodova. Stabla koja su zalivana sa većim količinama vode imala su veći stepen zametanja plodova u poređenju sa stablima koja su izlagana suši.

Povećano zalivanje je uticalo na veći prinos. Između tretmana III i tretmana IV nije postojala razlika u visini ostvarenog prinosa.

Za ostvarivanje visokog prinosa uz dobar kvalitet ploda, potrebno je zemljište održavati u stepenu vlažnosti koji je približno 80% od vrednosti retencionog, odnosno poljskog vodnog kapaciteta.

**Zahvalnica.** Ovaj rad je realizovan u okviru projekta »Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje« (43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2018. godine.

## Literatura

- Alegre, S., Girona, J., Marsal, J., Arbones, A., Motilva, M.J., Romero, M.P. 1997. Regulated deficit irrigation in olive trees. *Acta Horticulturae*, 474:373–376
- Cuevas, J., Hueso, J.J., Rodriguez, M.C. 2008. Deficit irrigation as a tool for manipulating flowering date in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). In: Sorensen, M.L. (ed.): *Agricultural Water Management Research Trends*, pp. 237-253.
- Einhorn, T., Caspari, H. W., Green, S. 2009. Estimation of scontainerized single-stem and split-rooted, non-fruiting apple tree water use using miniaturized heat pulse probes. *Acta Horticulturae*, 846: 285-292.
- Fereres, E., Auxiliadora Soriano, M. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58: 147-159.
- Kastori, R. 1993. *Fiziologija biljaka*. Nauka, Beograd.
- Mišić, P. 1994. *Jabuka*. Nolit, Subotica.
- Stevens, C.J., Dise, N.B., Mountford, J.O., Growing, D.J.G. 2004. Impact of nitrogen deposition on the species of grasslands. *Science*, 303: 1876-1879.
- Treder, W. 2006. Influence of fertigation with nitrogen and a complete fertilizer on growth and yielding of “Gala” apple trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 143-154.
- Vulić, T., Milatović, D. 2001. Vododržeca sposobnost listova sorti jabuke kao pokazatelj njihove otpornosti prema suši. *Jugoslovensko voćarstvo*, 35 (133-134): 83-88

**Influence of irrigation on vegetative and generative properties of apple cultivar Granny Smith**

Dejan Đurović, Boban Đorđević, Dragan Milatović, Gordan Zec, Dragan Radivojević, Aleksandar Radović

*University in Belgrade-Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia*

E-mail: [dejan.djurovic@agrif.bg.ac.rs](mailto:dejan.djurovic@agrif.bg.ac.rs)

**Summary**

Studies were carried out on the influence of different soil water supply levels on the vegetative and reproductive performance of apple cultivar Granny Smith grafted on M26 rootstock. To establish control over soil water regime, apple trees were planted in plastic containers of 120 l vol. Container-soil was watered using drip irrigation method. Apples were irrigated with various amounts of water in order to establish four different irrigation treatments. Adverse effects of soil water supply reduction reflected in lower yield level and smaller fruits. Positive effects of all treatments were evident in increasing the differentiation of flower buds. Excess soil irrigation resulted in increased tree vigour. Its adverse effects compared to other treatments were evident in reduced differentiation of flower buds. However, due to a high fertilization level, high yield was produced with increased fruit weight.

**Key words:** apple, regulated deficit irrigation, vegetative growth, yield, fruit quality



## **SORTNE SPECIFIČNOSTI POMOTEHNIKE U INTENZIVNIM SISTEMIMA GAJENJA ŠLJIVE**

Cvetković Miljan<sup>1\*</sup>, Mičić Nikola<sup>1</sup>, Bratić Marko<sup>1</sup>, Životić Aleksandar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Univerzitet u Banjoj Luci Poljoprivredni fakultet*

<sup>2</sup>*Republička uprava za inspeksijske poslove, Inspektorat Republike Srpske*

\*E-mail: [miljan.cvetkovic@agro.unibl.org](mailto:miljan.cvetkovic@agro.unibl.org)

**Izvod.** Vreteno šljive na području severozapadnog dela Bosne i Hercegovine predstavlja standardnu uzgojnu formu u zasadima ove voćne vrste. Visoka gustina sadnje, nameće potrebu primene specifične pomotehnike prilikom formiranja i održavanja uzgojne forme, imajući u vidu upotrebu sejanca džanarike (*Prunus cerasifera* Ehrh.) kao podloge i bujnost gajene kombinacije sorta / podloga. Poseban izazov pri uzgoju šljive predstavlja kontrola rasta i rodnosti i kontinuirana smena nosača rodnog drveta, kod stabala u redovnoj rodnosti. Rad analizira sortne specifičnosti uticaja primene rovašenja stožine, podsecanja i prekraćivanja "rezom na patrljak" višegodišnjih nosača rodnog drveta kod sorti Stenlej, Čačanska rodna i Čačanska leptotica. Ispitivanje je obavljeno u zasadima starosti 8 i 10 godina, tokom 2017-2018 godine. Primena zahvata rovašenja stožine u cilju iniciranja novih tačaka rasta, bolje rezultate pokazuje kod mlađih stabala i sorata izraženije bujnosti. Zahvat "rez na patrljak" kao način smene višegodišnjeg nosača rodnog drveta, rezultira formiranjem većeg broja prirasta različitih kategorija. Primena zahvata podsecanja višegodišnjih nosača rodnog drveta, u cilju preventivnog formiranja novih prirasta, pokazuje efekat kroz aktiviranje pupoljaka, koji daju najčešće priraste slabije snage rasta, što je u velikoj meri uslovljeno i odnosom rasta i rodnosti. Uzgoj šljive u sistemu vretena podrazumeva permanentnu smenu nosača rodnog drveta kako bi se dobio visok prinos i optimalan kvalitet ploda. Korišćenje navedenih zahvata može doprineti ovom cilju, uz uvažavanje specifičnosti reakcije sorte na njihovu primenu.

**Ključne reči:** sorta, rovašenje, patrljak, rezidba

### **Uvod**

Vreteno šljive uz upotrebu sejanca džanarike (*Prunus cerasifera* Ehrh.) kao podloge na području severozapadnog dela Bosne i Hercegovine predstavlja standardnu uzgojnu formu u zasadima ove voćne vrste. Dosadašnja praktična iskustva pokazuju da je šljivu moguće gajiti u sistemu modifikovanog vretena, sa nešto većom visinom stabla (3.2 – 3.5 m) u odnosu na standardno vreteno i uz određene specifičnosti u početnim godinama formiranja uzgojnog oblika (Mičić i

sar., 2005; Cvetković *et al.*, 2017b). Princip formiranja uzgojne forme vreteno šljive (do četvrte godine uzgoja) ujednačen je kod većine najznačajnijih sorti prisutnih na teritoriji Bosne i Hercegovine. Međutim, sorte specifičnosti u pogledu biološke predispozicije za gajenje u formi vretena od velikog su značaja prilikom definisanja optimalnog sklopa po jedinici površine i reakcije na primenjene pomotehničke zahvate u punoj rodosti (Cvetković and Mičić, 2018). Dosadašnja istraživanja pokazuju opravdanost primene pomotehničkih zahvata u početnim godinama uzgoja kao što su: rovašenje, razvođenje grana i zadržavanje njihovog položaja pod incijalnim uglom od približno 90°, uvrtnje letorasta (Mičić *i sar.*, 2005; Glišić, 2012; Cvetković *et al.*, 2017a; Cvetković *et al.*, 2017b) i sukcesivna smena starijih nosača rodnog drveta "rezom na patrljak". Manji broj radova analizira reakciju na primenu ovih zahvata u periodu punog plodonošenja, posebno zahvata koji omogućavaju efikasnu i sukcesivnu smenu nosača rodnog drveta (Mičić, 1998). Kod intenzivnih sistema gajenja šljive, najbolje je kombinovati pomotehničke zahvate u toku mirovanja i vegetacije (Mika and Piatkowski, 1989; Hrotko *et al.*, 1998; Glišić, 2012; Cvetković *et al.*, 2017) uz napomenu da se većom upotrebom zahvata u toku vegetacije utiče na redukciju bujnosti. Efikasnost primene pomotehničkih mera u intenzivnim zasadima šljive u početnim godinama formiranja u velikoj meri zavisi i od sortnih specifičnosti i pogodnosti za gajenje u formi vretena (Milošević i Glišić, 2003; Cvetković and Mičić, 2018).

Rad analizira sorte specifičnosti uticaja primene pomotehničkih tretmana u rezidbi na zrelo: rovašenje stožine, podsecanje i prekraćivanje višegodnjih nosača "rezom na patrljak" kod sorti Stenlej, Čačanska rodna i Čačanska leptotica.

## Materijal i metode

Ispitivanje sortnih specifičnosti pomotehničke izvršeno je u proizvodnom zasadu kompanije "Agro-voće" u selu Bakinci, opština Laktaši. Kompanija poseduje dva zasada ukupne površine 72 ha. Stariji deo zasada je podignut 2008. godine, a mlađi deo zasada 2010. godine. U zasadu se nalazi veći broj sorata koje su kalemljene na podlozi sejanac džanarike (*Prunus cerasifera* Ehr.). Gustina sadnje kod svih sorti u zasadu je 4,0 × 1,8 m. Uzgojni oblik je vreteno šljive, formirano i održavano uz uvažavanje osnovnih principa ove uzgojne forme (Mičić *i sar.*, 2006). Zemljište se održava u sistemu jalovog ugra u međurednom prostoru i uz primenu herbicida u rednom prostoru. Ishrana i zaštita od patogena je u skladu sa pozitivnom poljoprivrednom praksom. Ispitivanja su obavljena tokom 2017 - 2018. godine.

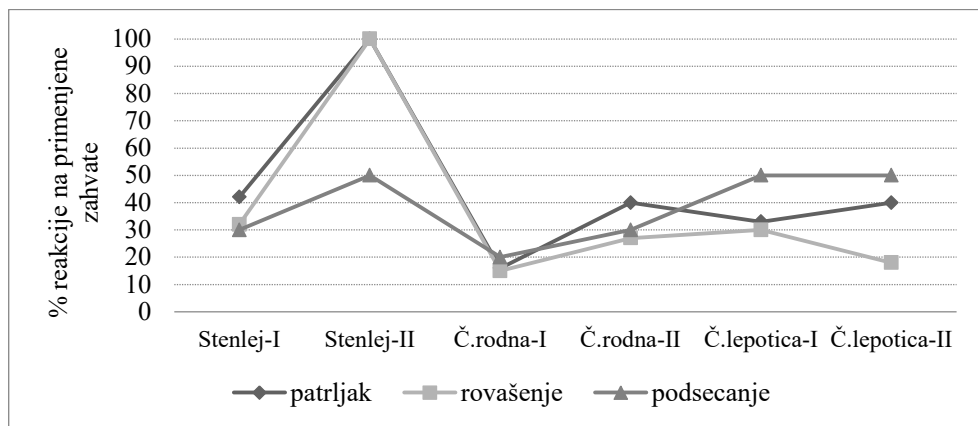
Istraživanje je obavljeno na sortama Stenlej, Čačanska rodna i Čačanska leptotica, koje su najviše zastupljene u zasadu i ujedno od najvećeg ekonomskog značaja u proizvodnji šljive u ovoj regiji. Od pomotehničkih mera u periodu mirovanja u sklopu redovne rezidbe primenjeni su sledeći zahvati: a) rovašenje stožine b) prekraćivanje nosača rodnog drveta "rezom na patrljak" i c) podsecanje (rovašenje sa donje strane) višegodišnjih nosača rodnog drveta u neposrednoj blizini stožine. Navedeni zahvati su primenjeni u oba zasada. Zahvat rovašenja

centralne stožine (deo stožine bez razgranjenja) je primenjen na 30 stabala (3 puta po 10 stabala) uz primenu 2 do 4 zahvata na svakom od stabla. Rovašenje je izvršeno ručnom testerom marke "Kuker". Analiziran je broj stabala kod kojih je došlo do reakcije, kao i broj aktiviranih pupoljaka na stablima gde je ustanovljena reakcija. Prekraćivanjem je obuhvaćeno 30 višegodišnjih nosača rodnog drveta, ujednačenih karakteristika (dužina i prečnik u osnovi, položaj na stožini i intenzitet obraslosti rodnim drvetom) na većem broju stablala. Analiziran je procenat reakcije na primenjene zahvate (%) kao i intenzitet reakcije, izražen preko broja novoformiranih prirasta na prekraćenom nosaču (%). Zahvat podsecanja je primenjen kod 30 višegodišnjih nosača rodnog drveta, takođe vodeći računa o njihovoj morfološkoj ujednačenosti. Podsecanje je izvršeno ručnim makazama marke "Kuker" na udaljenosti od 2 do 3 cm od centralne stožine.

Analiziran je broj stabala kod kojih je došlo do reakcije, kao i broj aktiviranih pupoljaka i novih prirasta kao rezultat podsecanja, na stablima gde je ustanovljena reakcija. Dobijeni podaci su obrađeni i izraženi u apsolutnim i procentualnim vrednostima. Za obradu podatka (srednja vrednost i standardna greška posmatranih parametara) korišćen je softverski paket Microsoft Office Excel 2013.

## Rezultati i diskusija

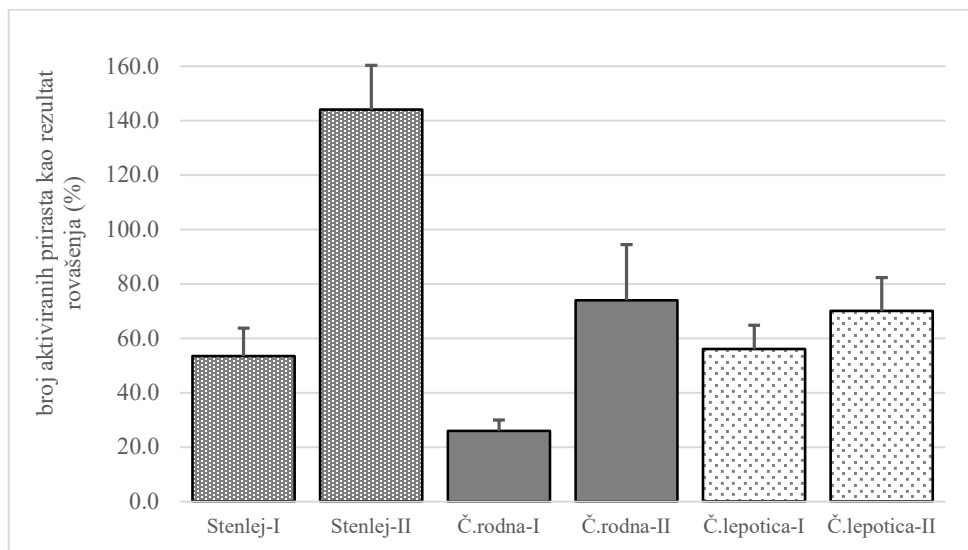
Efekat primene ispitivanih zahvata u velikoj meri zavisio je od sorte. Starost zasada je takođe imala uticaja, mada nešto izraženiji kod sorti Stenlej i Čačanska rodna u odnosu na sortu Čačanska lepatica. Kod određenog broja stabala, primenjeni zahvati nisu dali pozitivnu reakciju (grafikon 1). Naime, od ukupnog broja stabala kod koji je primenjen zahvat rovašenja stožine, najbolja reakcija zabeležena je kod sorte Stenlej, i to na više od 30% stabala u starijem zasadu i kod svih tretiranih stabala mlađeg zasada. Kod sorte Čačanska rodna samo 15% stabala starijeg zasada je imalo reakciju na primenjeni zahvat, odnosno nešto više (27%) kod mlađih stabala. Kod sorte Čačanska lepatica zabeležena je drugačija reakcija. Naime, kod stabala u starijem zasadu zabeležena je bolja reakcija (30%) na primenjeni zahvat rovašenja u odnosu na stabla u mlađem zasadu (18%). Prekraćivanje nosača rodnog drveta, kod svih sorti imalo je bolji efekat kod mlađih stabala (Stenlej – 100%, Čačanska rodna 40% i Čačanska lepatica 40%) u odnosu na starija stabla (Stenlej – 42%, Čačanska rodna 16% i Čačanska lepatica 33%). Zahvat podsecanja inicirao je nove priraste kod 50% stabala sorti Čačanska lepatica (bez obzira na starost) i mlađih stabala sorte Stenlej. Podsecanje nosača kod starijih stabala sorte Stenlej i mlađih stabala sorte Čačanska rodna iniciralo je reakciju u 30% slučajeva. Najmanji efekat, utvrđen je kod starijih stabala sorte Čačanska rodna (20%). O relativno slabom efektu zahvata podsecanja govore i podaci Glišića (2012), koji navodi da je primena zahvata podsecanja kod sorti Čačanska lepatica, Čačanska rodna i Stenlej u 64,51% slučajeva bila bez reakcije. Zahvat podsecanja daje dobre rezultate kod jabučastih voćnih vrsta (Mičić, 1998), gde se ovim zahvatom obezbeđuje pravovremena smena nosača rodnog drveta tokom dve vegetacije.



**Grafikon 1.** Grafički prikaz zastupljenosti stabala kod kojih je zabeležena reakcija na primenjene zahvate (%) u odnosu na ukupan broj tretiranih stabala (sorte sa oznakom I – stabla u starijem zasadu, sorte sa oznakom II – stabla u mlađem zasadu)

Navedeni podaci govore o velikoj heterogenosti stabala šljive uzgajane na džanarici kao podlozi i sortnim razlikama koje se mogu javiti u redovnom gajenju, kao reakcija na primenu pomotehničkih tretmana. Značajnije odsustvo reakcije na pojedinim stablima, može se tumačiti i razlikama u fiziološkom statusu biljaka, neizbalansiranim odnosom rasta i rodosti, itd. Stabla kod kojih u potpunosti izostaju reakcije na primenjene zahvate zahtevaju drugačiji tretman u redovnoj rezidbi kako bi se obezbedila smena rodnog drveta. Analiza reakcije na zahvat rovašenja stožine, kod stabala koja su ispoljila reakciju, pokazuje značajne sortne razlike, ali i uticaj starosti stabala (grafikon 2, fotografija 1). Kod mlađih stabala sorte Stenlej, došlo je do aktiviranja pupoljaka na svim pozicijama gde je primenjen zahvat rovašenja sa prosečnim razvojem 1,44 nova prirasta (ili 144%) po svakoj poziciji na kojoj je izvršeno rovašenje. Reakcija veća od 100% na primenjeni zahvat, ostvarena je zbog činjenici da se na nodusima nalazi veći broj tačaka rasta različitih kategorija. Kod mlađih stabala sorti Čačanska rodna (74%) i Čačanska lepotica (70%) reakcije na primenjeni zahvat rovašenja je bila relativno ujednačena. Kod starijih stabala sorti Stenlej (53,4%) i Čačanska lepotica (56,0%) registrovana je ujednačena reakcija, koja je bila značajno veća u odnosu na starija stabla sorte Čačanska rodna (26%). Evidentno je da uticaj godine može biti veoma značajan na reakciju stožine na primenu rovašenja. Ovo se može tumačiti i činjenicom da je aktiviranje pupoljaka zahvatom rovašenja mnogo efikasnije u početnim godinama razvoja (prva i druga godina uzgoja u zasadu) i da se sa starenjem potencijal za aktiviranje pupoljaka smanjuje. Visoka reakcija sorte Stenlej može se tumačiti nešto većom bujnošću u odnosu na druge dve ispitivane sorte, kao i razlikama u rodnom potencijalu ovih sorti. U početnim godinama formiranja uzgojnog oblika, primena ovog zahvata nije u vezi sa terminom primene (Glišić, 2012), a aktiviranje ovih tačaka rasta najčešće je sortna specifičnost i kreće se u rasponu od 92,4 – 98,6% u zavisnosti od sorte (Cvetković *et al.*, 2017a).





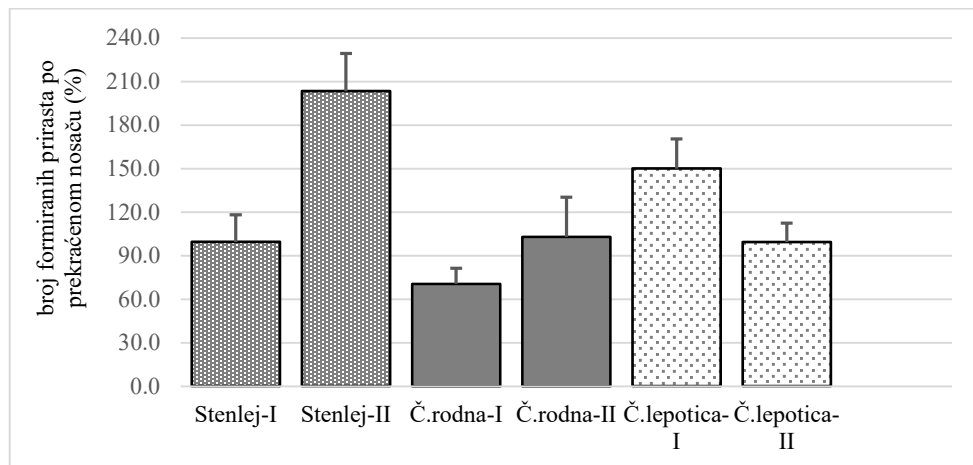
**Grafikon 2.** Grafički prikaz reakcije na primenjeni zahvat rovašenja – broj novoformiranih prirasta u odnosu na ukupan broj rovašenja po stablu (%) (sorte sa oznakom I – stabla u starijem zasadu, sorte sa oznakom II – stabla u mlađem zasadu)



**Fotografija 1.** Zahvat rovašenja iznad pupoljka svoju optimalnu primenu ima u prvim godinama formiranja uzgojnog oblika, kada se iniciraju tačke rasta na stožini i umanjuje tendencija "etažnosti" kod šljive, koja je posebno izražena kada se šljiva gaji na bujnijim podlogama. Najbolji rezultati se postižu pimenom zahvata rovašenja u početnim godinama uzgoja (prvi i drugi list u zasadu). Sa starenjem stabala, smanjuje se efikasnost primenjenog zahvata. Kod starijih stabala, rovašenje je najbolje izvesti uz upotrebu malih ručnih testera, neposrednim zasecanjem kore i dela drveta, iznad nodusa na kojima se nalaze pupoljci. Osim stepena reakcije, od posebnog je

značaja i karakter formiranih prirasta. Poželjno je dobiti priraste umerene snage rasta, koji mogu preuzeti ulogu nosača rodnog drveta. Kao rezultat uspešnog rovašenja aktivirara se veći broj pupoljaka i razvija više novih prirasta, koji po svom karakteru mogu biti rodne grančice i vegetativni prirasti (fotografija desno). Često kod starijih stabala primenom ovog zahvata izostaje željeni efekat (fotografija levo).

Glišić (2012), navodi podatke o sortnim specifičnostima uz konstataciju, da je kod primene zahvata rovašenja, najveća pozitivna reakcija konstatovana kod sorte Čačanska rodna (85,05%), zatim sorte Stenlej (79,5%) a najmanja kod sorte Čačanska lepotica (40,98%). U okviru istraživanja, kod primene zahvata rovašenja stožine, konstatovana je i pojava smolotoka kod sorte Stenlej (i delimično Čačanska lepotica) na početku vegetacije, ali bez negativnog uticaja na biljku i uz kvalitetno zarastanje do kraja vegetacije. U okviru istraživanja je rađena i analiza kategorija prirasta koji se razvijaju kao rezultat rovašenja (podaci nisu prikazani). Najveći broj novoformiranih prirasta ima karakter generativnog prirasta, bez obzira na dužinu. Ovo je posebno izraženo kod sorte Čačanska lepotica i kraćih prirasta sorte Stenlej. Primena prekraćivanja rodni nosača na patrljak je pokazala potpunu opravdanost kod svih ispitivanih sorti bez obzira na starost stabala (grafikon 3, fotografija 2). Pri prekraćivanju nosača, na prekraćenom delu uvek se nalazi veći broj pupoljaka, koji se ovim zahvatom potencijalno mogu aktivirati i dati nove priraste. Aktiviranje bar jednog pupoljka može u potpunosti obnoviti nosač rodnog drveta (100% zamena). Izuzev kod stabala sorte Čačanska rodna u starijem zasadu, gde je procenat reakcije na primenjeni zahvat bio nešto niži (70,6%) kod svih ostalih kombinacija, reakcija je bila veoma zadovoljavajuća – svako prekraćivanje na patrljak rezultiralo je formiranjem novog prirasta na zamenu. Najbolja reakcija na zahvat prekraćivanja, zabeležena je kod mlađih stabala sorte Stenlej, gde se u proseku na svakom patrljku formiralo 2,0 nova prirasta (203,3%). Visoka reakcija je zabeležena i kod starijih stabala sorte Čačanska lepotica sa 1,5 novih prirasta po patrljku (150%), odnosno kod mlađih stabala sorte Čačanska rodna sa 1,0 novim prirastom po ostavljenom patrljku (102,8%). Skoro ujednačena reakcija na prekraćivanje registrovana je kod starijih stabala sorte Stenlej (99,4%) i mlađih stabala sorte Čačanska lepotica (99,3%).



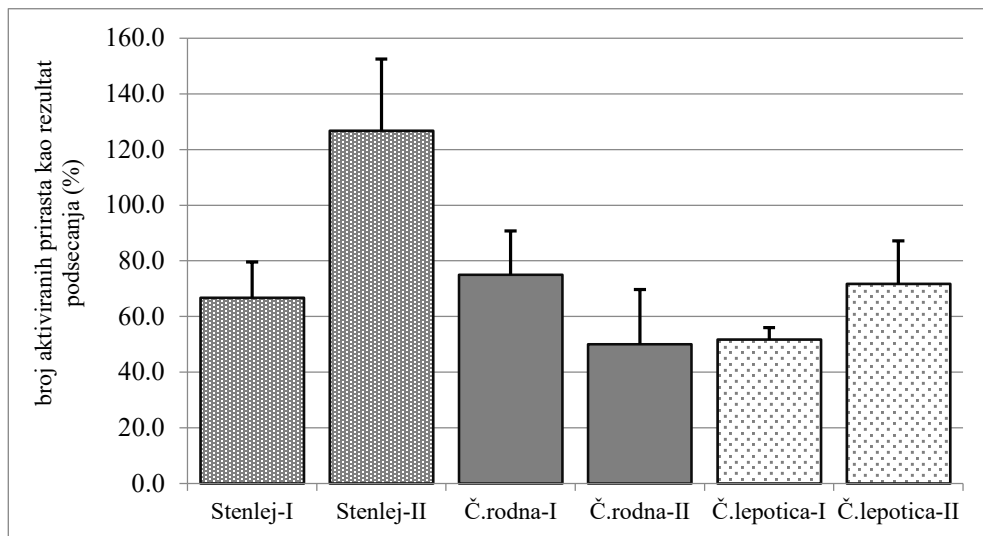
**Grafikon 3.** Grafički prikaz reakcije na primenjeni zahvat prekraćivanja višegodišnjih nosača rodnog drveta "rezom na patrljak" – broj formiranih prirasta po prekraćenom patrljku (%) (Ime sorte sa oznakom I – stabla u starijem zasadu, Ime sorte sa oznakom II – stabla u mlađem zasadu)

Glišić (2012) je analizirajući primenu ovog zahvata kod stabala u početnim godinama uzgoja, konstatovao najbolju reakciju kod sorte Čačanska rodna (69,15%), zatim sorte Stenlej (68,70%) i nešto nižu vrednost kod sorte Čačanska lepotica (66,08%). Kao rezultat reakcije kod svih ispitivanih sorti, preovladavali su vegetativni prirasti (25,07 - 29,69%). Prema navodima istog autora, ovaj zahvat je bio manje efikasan u odnosu na nešto duže prekraćivanje nosača rodnog drveta (10 - 15 cm).



**Fotografija 2.** Prekraćivanje nosača rodnog drveta ("rezom na patrljak") u cilju inciranja novih prirasta za zamenu zavisi od niza faktora (sorta, starost zasada, odnos rasta i rodnosti, fiziološki status biljke, itd.). Prekraćivanje može incirati veći broj prirasta, najčešće u tipu kratke rodne grančice ( $a_1$  i  $a_2$ ), duge rodne grane ( $b_1$ ,  $b_2$  i  $b_3$ ) ili pak vegetativnih prirasta. U osnovi ostavljenog patrljka se mogu formirati i kratke rodne grančice, što je uglavnom sortna specifičnost (Stenlej). Jedan broj novoformiranih prirasta osim za plodonošenje, može uspešno poslužiti i za pravovremenu smenu nosača rodnog drveta. Naime najjači i po položaju najniži prirast (na slici  $b_1$ ) potrebno je na početku vegetacije, a u sklopu redovne rezidbe, prekratiti na 3 do 4 nodusa. Ovaj rez se vrši u prvoj vegetaciji nakon prekraćivanja nosača rodnog drveta, dok se ostali prirasti ostavljaju za plodonošenje u istoj vegetaciji. Prekraćivanje je najbolje izvesti po principu Brunerovog reza (na slici označeno ☞) kako bi se "rezidbom u dva koraka", formirao prirast optimalnog položaja u odnosu na centralnu stožinu i time izvršila uspešna smena nosača rodnog drveta.

Ispitivanje reakcije na zahvat podsecanja je ukazalo na veliku heterogenost među ispitivanim sortama, bez obzira na starost stabla (grafikon 4).



**Grafikon 4.** Grafički prikaz reakcije na primenjen zahvat podsecanja višegodišnjih nosača rodnog drveta – broj formiranih vegetativnih prirasta po izvršenom podsecanju (%) (Ime sorte sa oznakom I – stabla u starijem zasadu, Ime sorte sa oznakom II – stabla u mlađem zasadu)

Iako se podsecanje izvodi relativno blizu stožine, u samoj osnovi nosača (u zoni grananja) se nalazi veći broj tačaka rasta koje se ovim zahvatom mogu aktivirati i formirati prirast za smenu. Najbolji efekat primene zahvata podsecanja, konstatovan je kod mlađih stabala sorte Stenlej, gde je utvrđeno formiranje 1,26 novih prirasta (126,7%) kao rezultat podsecanja. Stabla sorte Stenlej u starijem zasadu, imala su mnogo manju reakciju (66,7%) i poprilično ujednačenu sa stablima sorte Čačanska rodna u starijem zasadu (75,0%) i Čačanske leptice u mlađem zasadu (71,7%). Imajući u vidu podatke o broju stabala kod kojih je došlo do reakcije na primenu ovog zahvata kao i procenat aktiviranja novih prirasta, primena ovog zahvata nije toliko efikasna, kao što je to slučaj sa drugim voćnim vrstama (Mičić, 1998). U slučajevima kada se kao rezultat formiraju kratki generativni prirasti (fotografija 3, desno), što se najčešće događa u godinama sa izraženom rodnošću, osim plodonošenja u narednoj godini, na tom prirastu ne dolazi do razvoja snažnijeg novog prirasta koji bi mogao koristiti za smenu nosača rodnog drveta, a što je ujedno i osnovni cilj primene ovog zahvata. U prilog ovoj konstataciji su i navodi Glišića (2012) da je primena zahvata podsecanja kod sorti Čačanska leptica, Čačanska rodna i Stenlej (bez obzira na sortu) u svim slučajevima gde je došlo do reakcije na primenjeni zahvat (32,47%) rezultirala formiranjem generativnih prirasta. Svakako, pozitivan efekat u pogledu aktiviranja tačaka rasta u osnovi nosača rodnog drveta je takođe od velikog značaja, ali njegova efikasnost mora biti u skladu sa vremenom neophodnim za primenu ovog

zahvata. Ukoliko se kao rezultat podsecanja dobiju nešto jači prirasti (fotografija 3, levo), oni se veoma uspešno mogu iskoristiti kao zamena za nosače rodnog drveta u čijoj su bazi i formirani.

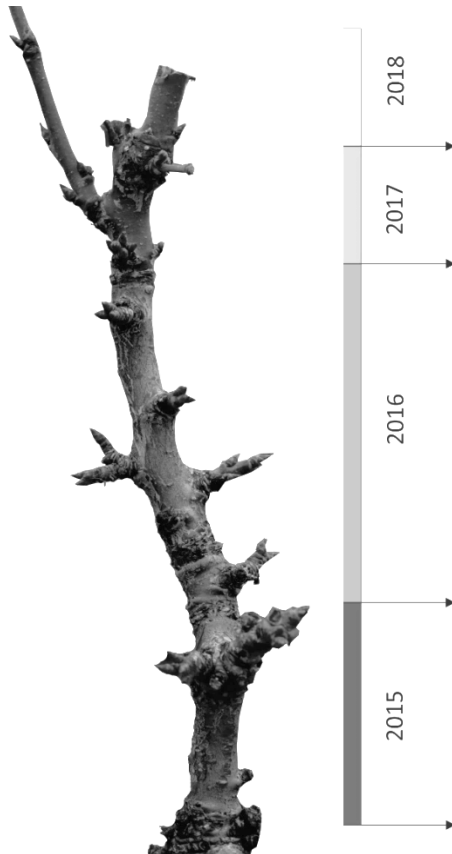


**Fotografija 3.** Zahvat "podsecanja" ili rovašenje nosača rodnog drveta sa donje strane, ima za cilj aktiviranje pupoljaka u osnovi nosača, što bliže glavnoj stožini i time iniciranje razvoja i porasta novih prirasta. Poželjno je da se ovim zahvatom dobiju jači vegetativni prirasti (fotografija levo), koji bi mogli preuzeti ulogu nosača rodnog drveta u narednom periodu i time omogućili funkcionalnu smenu rodnog drveta, bez gubitka jedne vegetacije (koja je potrebna za razvoj novog prirasta, kada se smena vrši "rezom na patrljak"). Ovakvim načinom smene nosača rodnog drveta u godini kada se nakon primene zahvata podsecanja, razvija novi prirast u osnovi, rezidba samog nosača rodnog drveta koji će se na kraju vegetacije ukloniti, bi trebala biti bazirana na ostavljanju rodnog drveta, čime bi se maksimalno iskoristio rodni potencijal i omogućili bolji uslovi za razvoj prirasta u razvoju. Formiranje kratkih prirasta kao rezultat podsecanja (posebno ako je reč o rodnim grančicama) nije poželjno, jer usled slabijeg potencijala, oni se ne razvijaju dovoljno da bi uspešno poslužili kao smena u narednom period (fotografija desno).

Iako nije detaljnije analiziran, značajnu pažnju u redovnoj rezidbi šljive u sistemu vretena zavređuje i zahvat prekraćivanja jakih uspravnih mladara u tipu vodopija. Kod šljive je veoma česta pojava formiranja većeg broja vodopija, posebno u godinama sa manjom rodnošću. Intenzitet formiranja kao i njihov položaj u krošnji je sortna karakteristika.

Bujnije sorte su sklone formiranju većeg broja jačih vodopija. Ukoliko se one u sklopu letnje pomotehnike ne poviju pravovremeno, moraju se zimskom rezidbom eliminisati. Najčešće se u sklopu redovne rezidbe uklanjaju do osnove. Međutim na taj način se gubi značajan vegetativni potencijal i uklanjaju tačke rasta. Dosadašnja zapažanja, pokazuju da se prekraćivanjem vodopija na 3 do 4 pupoljka u sklopu zimske rezidbe po principu holandskog reza ("Dutch cut") može dobiti pozitivna reakcija. U skladu sa osnovnim zakonitostima rezidbe voćaka (Lučić *i sar.*, 1996; Mičić *i sar.*, 2005) nakon prekraćivanja, vršni vegetativni pupoljak će

formirati prirast najjače snage rasta. Svi ostali pupoljci će formirati slabije priraste otvorenijeg – poželjnijeg ugla grananja i svoj porast završiti u tipu kratkog generativnog prirasta (rodne grančice).



**Fotografija 4.** Zahvat prekraćivanja uspravnih prirasta u tipu vodopija kod šljive ima višestruku primenu. Ovo je jedini zahvat kojim se donekle može iskoristiti potencijal ovakvih prirasta, koji su najčešće previše jaki i uspravni. Prekraćivanjem na kratke patrljke, čija je dužina od 3 do 4 nodusa, stimuliše se snažan vegetativan rast iz svih ostavljenih pupoljaka, s tim da intenzitet rasta novoformiranih prirasta opada od vršnog ka baznim pupoljcima, uz istovremeno povećanje ugla koje oni zatvaraju sa ostatkom prirasta na kojem se formiraju. Ovakav način rezidbe stimuliše razvoj vršnog pupoljka u snažni prirast, dok su preostali prirasti mnogo slabije snage rasta i veći deo njih svoj porast završava formiranjem rodne grančice u tipu kratke rodne grančice ili majske kitice, što je svakako sortna specifičnost. Na ovaj način dolazi do formiranja uspravnog nosača rodnog drveta. U narednoj vegetaciji, vršni prirast se izbacuje u potpunosti.

Ovakav rez je moguće ponavljati 2 do 4 godine, nakon čega je potrebno napraviti radiklaniji rez i čitavu granu rezidbom vratiti na neko pogodno bočno razgranjenje i na taj način sačuvati tačku porasta na toj poziciji. Dužina "produživanja" uspravnog nosača zavisi i od razmaka između "etaža" na stablu. Produživanje nosača ne sme da onemogući penetraciju svetlosti u unutrašnjost krošnje.

Upotreba ovog reza ima svoju opravdanost u donjim delovima krošnje. U gornjim delovima krošnje ovakve priraste je potrebno uklanjati do osnove. Ovakav pristup u rezidbi je veoma pogodan kod sorti koje imaju kratke rodne grančice kao dominantni tip rodnog drveta (kratka rodna grančica i majska kitica) što je slučaj kod sorti Stenlej i Čačanska leptica. Može imati značajnu ulogu i kod sorti sa izraženom rodnošću (Čačanska rodna) gde se primenom ovakvog reza održavaju vegetativne tačke rasta. Nešto je manje pogodan kod sorata izražene bujnosti (Čačanska najbolja) ili pak sorata koje dominantno plodonose na dugom rodnom drvetu (Hanita, Elena...).

## Zaključak

Rezidba šljive u sistemu vretena podrazumeva upotrebu svih pomotehničkih tretmana koji omogućavaju uspostavljanje optimalnog odnosa rasta i rodnosti, redovnu rodnost i pravovremenu smenu nosača rodnog drveta. Kod svih sorata šljive gajenih u formi vretena treba primenjivati isti princip rezidbe uz uvažavanje specifičnosti baziranih na biologiji rasta i razvoja i intenziteta reakcije na primenjene pomotehničke zahvate. Najbolju reakciju na primenu pomotehničkih tretmana pokazala je sorta Stenlej. Zahvat rovašenja stožine u cilju iniciranja tačaka rasta i ravnomernijeg obrastanja, opravdan je kod svih ispitvanih sorti. Zahvat prekraćivanja nosača "rezom na patrljak" je efikasan način smene nosača rodnog drveta, bez obzira na sortu i starost zasada. Upotreba zahvata podsecanja višegodišnjeg nosača rodnog drveta u cilju pravovremene pripreme za smenu, mora biti usklađena sa ekonomskom opravdanošću njegove primene. Zadržavanje tačaka rasta u donjem delu krošnje prekraćivanjem vodopija na 3 do 4 pupoljka, kod nekih sorti šljive, predstavlja efikasan način rezidbe, uz formiranje uspravnih nosača rodnog drveta.

## Literatura

- Cvetković, M., Mičić, N., Đurić, G., Bosančić, B. 2017a. Leader management techniques to induce vegetative bud development in plum. *Acta Horticulturae*, 1175: 41-47.
- Cvetkovic, M., Djuric, G., Micic, N. 2017b. Canopy management practices in modern plum (*Prunus domestica* L.) production on vigorous rootstocks. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, (61): 117-122.
- Cvetkovic, M., Micic, N. 2018. Twenty years of experience in intensive plum production on *Prunus cerasifera* Ehrh. rootstock. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, (61): 175-179.
- Glišić, I., 2012. Pomotehničke specifičnosti šljive gajene u gustoj sadnji. Doktorska disertacija. Faculty of Agronomy, Čačak.
- Hrotkó, K., Magyar, L., Simon, G., Klenyán, T. 1998. Effect of rootstocks on growth of plum cultivars in a young orchard. *Acta Horticulturae*, 478: 95-98.
- Lučić, P., Đurić, G., Mičić, N. 1996. Voćarstvo I. Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbije. Nolit-Partenon.
- Mika, A., Piatkowski, M. 1989. Controlling tree size in dense plantings by winter and summer pruning. *Acta Horticulturae*, 243:95-102.
- Milošević, T., Glišić, I. 2003. Gusta sadnja šljive. Zimska škola za agronome, 28.03.2003., Čačak, Zbornik radova, 7(7): 41-48.
- Mičić, N. 1998. T1213 - Poboljšani tehnološki postupak izmene nosača rodnog drveta kod vretenastih uzgojnih oblika za jabuku. ID rezultata 567. Katalog rezultata primenjenih i potencijalnih za primenu iz projekata ministarstva - u oblasti Tehnološkog razvoja. Ministarstvo za nauku i tehnologiju, Republika Srbija.
- Mičić, N., Đurić, G., Cvetković, M. 2005. Sistemi gajenja i rezidba šljive. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Beograd, 1-60.





## **Cultivar specifics in relation to the applied pomotechnics in intensive plum production systems**

Cvetković Miljan<sup>1\*</sup>, Mičić Nikola<sup>1</sup>, Marko Bratić<sup>1</sup>, Životić Aleksandar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*University of Banja Luka, Faculty of Agriculture*

<sup>2</sup>*The Republic Administration for Inspection Activities – the Republic of Srpska Inspectorate*

\*E-mail: [miljan.cvetkovic@agro.unibl.org](mailto:miljan.cvetkovic@agro.unibl.org)

### **Summary**

Plum Spindle represents the standard training system of this fruit species in the northwestern parts of Bosnia and Herzegovina. Due to high planting density, application of specific pomotechnics is required during the establishment and maintaining of the training system, considering the dominant use of Myrobalan seedlings (*Prunus cerasifera* Ehrh.) for rootstocks and the strong vigor as a result of such cultivar/rootstock combination. Balance between vegetative and generative growth as well as continuous removal of old lateral branches of the mature plum trees are especially challenging aspects of plum production. This research examined relation of cultivar specifics to applied pomotechnical procedures such as central leader notching, "stub cut" application and undercutting of the older lateral branches within the cultivars 'Stanley', 'Čačanska Rodna' and 'Čačanska Lepotica'. The research was conducted during the season of 2017. and 2018. in orchards that are 8 and 10 years old. Application of central leader notching with the goal of initiation of new points of growth, proved to be more successful within the more vigorous cultivars and younger trees. "Stub cut" procedure as a method of replacement of old lateral branches resulted in formation of greater number of shoots of different categories. Application of undercutting of mature lateral branches with the goal of preventive formation of new shoots, proved to be effective through bud activation that most often produced shoots of low vigor which is significantly affected by the relation of vegetative and generative growth. Plum production in spindle training system implies permanent replacement of old lateral branches so the high yield and optimal fruit quality could be achieved. Application of the aforementioned procedures may contribute to this goal with the respect to the cultivar specifics related to their application.

**Key words:** cultivar, notching, stub cut, pruning



## RECENT DEVELOPMENTS IN PROTECTIVE PRODUCTION OF SWEET CHERRY

Mekjell Meland

*Norwegian Institute of Bioeconomy Research NIBIO Ullensvang,  
Ullensvangvegen 1005, N-5781 Lofthus, Norway  
Email: mekjell.meland@nibio.no*

**Abstract.** Sweet cherry production worldwide is grown in the open land. Production technique is more or less similar with scions grafted on dwarfing and semi-dwarfing rootstock and trees arranged in single rows. Sweet cherries can be grown in Norway in areas with suitable local climatic conditions up to 60°N. All orchards have high density planting systems and are rain covered. Rain-induced fruit cracking in cherries remains a problem at an international level. The most common systems in Norway are multibay high tunnel systems and retractable rain covers. Covered orchard tunnel systems offer not only the advantage of rain exclusion but also allow additional manipulation of the environment, tree growth and fruiting. In general, sweet cherry high tunnel production gives increased yields of larger fruit than in the open land, but investment costs are higher. This overview article describes results from different experiments about high tunnels sweet cherry production mainly conducted at Nibio Ullensvang, Norway during the last ten years.

**Keywords:** *Prunus avium* L., protected environment, covering length, fruit quality, fruit cracking, greenhouse, high density, yield

### Introduction

Sweet cherry trees are grown worldwide in the temperate climate zone due the requirement of accumulating enough chilling hours and having normal bud break and flowering. They are mostly grown in orchards in the open land, planted and managed in single rows and trained to different systems, both free standing and supported (Long et al., 2015). It is a demanding and expensive crop to grow, but the potential for good returns on the investment from the fresh fruit market is large. However, there are several challenges with growing and producing the sweet cherry fruit. Pollination and fruit set can be problematic due to wet conditions during flowering and some cultivars are self-incompatible and need cross-pollination. Rain during ripening and harvesting time will induce fruit cracking and reduces marketable crop significantly (Looney and Jackson, 1999; Meland et al.,

2014). Both the fruits and the trees are susceptible to difficult to control diseases and the fruits are attractive to birds. Management costs are mainly related to labor since the fruit has to be harvested by hand. Many times, it can be a challenge to get the fruit to the market in good condition.

To prevent the fruit being exposed to rain, the trees can be grown in areas with low amount of precipitation or covered for physical exclusion of rainwater or utilizing several forms of protective plastic rain covers. So far, different systems have been researched in Norway including retractable rain covers that must be drawn over the trees manually before rainfall events. One major disadvantage of this system is that it is labor-intensive. Another is that this system is susceptible to heavy winds, which usually accompany rainfall events and under extreme conditions can devastate entire orchards. Despite these disadvantages, the system was extremely popular in Norway and more than 90% of the industry currently used this system. Protected cultivation of sweet cherries in high tunnels advances harvest and results in higher yields of larger fruits with less fruit cracking compared to trees grown in open fields (Lang, 2013; Meland and Kaiser, 2013; Robinson and Dominguez, 2013, Meland *et al.*, 2017). The tunnels can be covered from flowering to harvest in order to promote ripening or just one period before and during harvest when fruits are susceptible to cracking. Protective covering systems like high tunnels can modify many variables in the orchard production environment and ecosystem. It includes rain, frost and some pests and diseases resulting in a more consistent sweet cherry cropping and healthier trees (Lang *et al.*, 2016).

Pre-harvest applications of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) has been shown to improve fruit size and fruit firmness in sweet cherry (Cline and Trought, 2007; Horvitz *et al.*, 2003; Usenik *et al.*, 2005). Growing cherry trees in tunnels also allows growers to better regulate irrigation for better control of tree growth and fruit growth, thereby further reducing the risks of fruit cracking due to sudden changes in water uptake by the trees. Consequently, under Norwegian conditions of an especially short growing season with high rainfall, tunnel production of cherries allows growers to improve the economic returns of their cherry orchards. A major requirement necessary to achieve full potential of tunnels for cherry production is an irrigation/fertigation system adapted to the changed growing conditions in these tunnels.

Another advanced way of producing sweet cherries in protected environment is growing sweet cherry trees in small pots in greenhouses. A greenhouse gives opportunity to control the temperature regime and in that way program the maturity of the fruits. This production technique is little researched, but commercial production in some countries exists. This growing concept uses the same cultivars grafted on dwarfing rootstocks. The soil volume is limited and the supply of water and minerals has to be much more precise. The regulation of the climate by heating and increasing the temperature in the greenhouse, flowering and harvest can be accelerated. Further, the production can be much more programmed than in the open land or in high tunnels. However, building greenhouses is

expensive and more advanced equipment is needed to control temperature and humidity and to supply water and nutrition to the trees.

### **Fruit cracking, a main problem of sweet cherry growing**

Rain-induced fruit cracking in cherries remains a problem at an international level and can cause heavy losses in yields and returns (Pennell and Webster, 1996; Vittrup Christensen, 1996; Lang and Flore, 1999; Sekse, 2005). Fruit cracking is the result of morphological, physiological, environmental and genetic factors. Unfortunately, a lack of understanding of several of the fundamental mechanisms involved in these phenomena persists. Several advances in the use of different cultural practices, which reduce fruit cracking have however, been made. These practices include exclusion of water from the fruit surface during growth and maturation of the fruit using plastic rain covers (Meland and Skjervheim, 1998; Børve *et al.*, 2003) and reducing osmotic potential across the fruit skins during rainfall events using calcium products (Lang *et al.*, 1997). Fruits of most commercial cherry cultivars crack easily when high rainfall during harvest time (Ystaas and Frøynes, 1998; Cline *et al.*, 1995) but why susceptible cultivars are more predisposed to cracking than resistant ones has not been explained satisfactorily. The discovery of molecular markers associated with fruit cracking, and genes involved in cuticular membrane deposition and cell wall modification, are promising as it might allow selecting genotypes with higher resistance to cracking (Correia *et al.*, 2018).

Indeed, investigations have found that genetic differences in skin morphology (Belmans and Keulemans, 1996), variable cuticle thickness, differences in stomatal density (Beyer and Knoche, 2002), cutin content (Schreiber *et al.*, 1996; Knoche *et al.*, 2000) and exocarp polar pathways are all implicated. However, all cherry fruit cuticles consist of both cutin and wax. Cutin is the largest constituent (90-99%) but only plays a minor role in water exclusion. The wax component (1-10%) however, accounts for most hydrophobicity of the cuticle. Hovland and Sekse (2004) found that water loss from the fruit skin under low air humidity was linear with time, whereas fruit at high air humidity accumulated water for 4-6 hours and this explains why in some cases, fruit cracking can take place following harvest. This also has major implications for both harvest, when prevailing conditions are cool and overcast, resulting in high relative humidity and postharvest hydrocooling. Cuticular fractures increased the conductance for water uptake (Beyer and Knoche, 2002). Knoche *et al.* (2002) found an 8% increase of the total conductance for water loss of the cuticle due to fractures. The number of cuticular fractures on the fruit surface influenced water loss significantly. Indeed, more cuticular fractures resulted in more water loss under low air humidity (Hovland and Sekse, 2004). This means that these fractures represent pathways for water transport through the sweet cherry surface.

Cherry fruit has a double sigmoid growth pattern (Coombe, 1976), which may contribute to fracture development during the last part of fruit growth and maturation resulting in rapid weight and volume increases, probably leading to

significant mechanical stress in the cuticle (Considine and Brown, 1981). Irregular water supply to cherry trees during this period increased the number of cuticular fractures (Sekse, 1995). Consequently, fruit volume expansion caused by water uptake through the fruit pedicel probably occurs faster than the fruit cuticle can correspondingly stretch. Consequently fractures developed (Fig.1). Børve *et al.* (2000) found that cuticular fractures acted as infection sites for and promoted post harvest fruit rot in sweet cherries; the more cuticular fractures the more rot was observed. Cuticular fractures in the sweet cherry fruit promotes fruit cracking, and are influenced by water uptake to the tree by its roots. Control of such water uptake will improve the reduction or avoidance of fruit cracking in sweet cherries. Water relations in sweet cherry fruit play a pivotal role in fruit cracking. Internal water potential of the fruit is affected mainly by sap import through the fruit pedicel but external water uptake through the fruit surface has also been implicated.

Cherry fruit cracking may also occur as a result of free surface water or an imbalance in internal water relations of the fruit. Cherry fruit will crack when water remains in contact with the fruit surface for a certain period of time. However, fruit have been known to crack even under cover, when the fruit surface is not wet. The traditional opinion is that that water uptake through the fruit surface during and after a rainfall event increases turgor pressure, thus inducing cracking. The water penetrates the wetted fruit cuticle by osmosis due to the difference in osmotic potential between the rainwater and the fruit sap (Glenn and Poovaiah, 1989).



**Figure 1.** Sweet cherry fruits cracked at stems and sides

### **Multibay polyethylene tunnels**

The aim is to take appropriate greenhouse technology to field scale at a low cost for high value crops like top and soft fruits for summer and fall production. These tunnels are comprised of galvanized metal arches spaced 2 m apart, attached to galvanized metal posts, which are driven 0.7 m into the soil. For cherries a bay width of up to 8.5 m is most appropriate. In May 2005, a tractor-accessible 4 bay Haygrove<sup>®</sup> tunnel with open kit strut was installed at the experimental farm at Nibio Ullensvang, Norway (Fig. 2). Each bay was 8.5 m width and 70 m long, with

legs 2.5 m in height. Bays were covered with one layer of greenhouse-grade polyethylene. The sides and doors were also covered with polyethylene, but it left open allow for ventilation. Plastic coverings are completely removed during winter and stored in the gutter area between bays and protected using black plastic. There is no permanent heating system, nor electrical connection. Tunnels are, however, fed by an external trickle irrigation system that may provide nutrients through fertigation. Each tunnel was divided in half and each half was covered with either Luminance THB film (absorbing infrared light) or traditional Visqueen clear UV polythene film. These covers have different light spectral transmittance.

In each tunnel, two rows of feathered 1-year old ‘Sweetheart’/‘Colt’ cherry trees were planted 2×4 m apart, in four-tree plots with a ‘Lapins’ guard tree in between in 2005. All trees were trained as free spindles. Tunnels were covered before bloom (before the end of April) and covers were only removed after harvest was completed. Subplots consisted of 1) treating with 20 ppm gibberellin at yellow straw colour and 2) of reflective ground covers. Records of environmental modifications, evaluation of tree growth, and yield performance were kept.

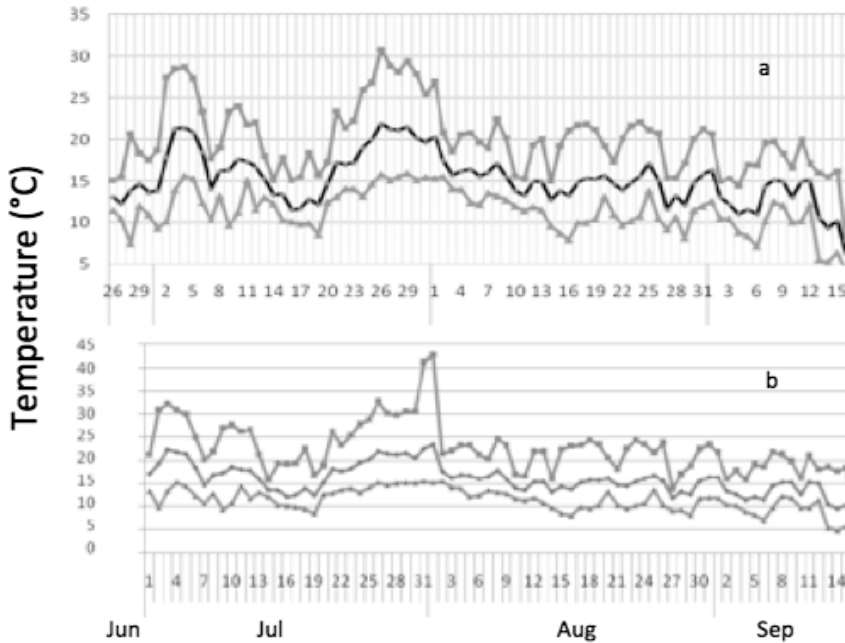


**Figure 2.** ‘Sweetheart’ sweet cherry trees at bloom in high tunnels at Ullensvang, Norway, May 1, 2009.

### **High tunnel effects on temperature**

A remote weather station (Campbell Scientific, Logan, UT, USA) located in the field recorded hourly weather data during the entire growing season. A warning system, utilizing a SMS text message, reported daily maximum temperatures greater than 25°C. In 2008, between June 26 and September 15, daily maximum temperatures in uncovered orchards (outside) exceeded 25°C between July 2 and July 5 and again between July 25 and August 1 but were never higher than 31°C (Fig. 3). During these same periods, temperatures inside the tunnels

(Fig.4) were consistently higher than those outside and exceeded 36°C (compensation point for sweet cherries) (Yang et al., 2005) between July 29 and August 1 and peaked at 42°C on August 1. Clearly, these temperatures were too high so in 2009, tunnels were ventilated by manually retracting the plastic only when daily maximum temperatures exceeded 25°C outside. We believe the main reasons temperatures inside the tunnels were not significantly warmer than outside, when compared to tunnels from another trial sites was the fact that the ends and sides were open allowing increased circulation. It increased ventilation on days when the maximum temperature exceeded 25°C; and the fact that the tunnels are situated on slope of 30° which allows warm air to radiate up the slope and out of the tunnels.



**Figure 3.** Daily maximum, minimum and average temperatures between June 26 and September 15, 2008 in sweet cherry orchards, both outside (a) and inside high tunnels (b) covered with Visqueen polyethylene in Ullensvang, Norway (Meland et al., 2017).





**Figure 4.** Monitoring the climate inside a high tunnel. The cultivar is ‘Sweetheart’ having reflective sheets as ground covers.



**Figure 5.** Large fruits of ‘Sweetheart’ under high tunnels.

### **High tunnel effects on yield and fruit quality**

In 2008, flowering took place between May 1 and May 11 whereas in 2009, flowering took place between April 26 and May 11. There were no significant differences within either 2008 or 2009 with respect to time of first flowering or the length of flowering period between trees grown inside the tunnels or outside, due to the fact that the covers were only in place shortly before flowering.

Each year, trees were harvested four times with three-day intervals between mid-August and the first week of September depending on the year. Fruit were picked when skin colour reached No. 4 on the CTIFL colour charts (CTIFL, Vandoeuvre-lès-Nancy, France). Fruit were graded for fruit size using a commercial sorter (GP Graders) in a local packinghouse. On the first day of harvest for each tree, three samples of 15 randomly selected fruit from each plot were used to determine fruit quality. Fruit firmness was measured, using a fruit texture digital penetrometer (Durofel<sup>®</sup>, Copa-Technology CTIFL, Vandoeuvre-lès-Nancy, France) and two measurements were taken per fruit. Skin color was recorded for each fruit using the CTIFL colour chart. From each sample total soluble solid concentration was evaluated using a handheld digital refractometer (Atago<sup>®</sup>, Tokyo, Japan).

In 2008 and 2009, there were no significant differences in yield between trees under either of the two cover types. However, differences were found in yields as a response to installing the covers from flowering till harvest versus from straw colour to harvest (Table 1). As expected significantly larger crop was harvested in 2009 than in 2008 due to young trees under developments. As a result

of the larger crop in 2009, fruit size distribution was affected and there were more small fruits in the ranges 26-28 mm in diameter (13.7% compared to 2.9% in 2008) and 28-30 mm in diameter (21% compared to 9% in 2008). Furthermore, there were less large fruit >34 mm in diameter (4% compared to 31% in 2008) (Table 2).

**Table 1.** The effects of tunnel covering the whole season and during the ripening period on total yield of the sweet cherry cultivar ‘Sweetheart’ the fourth growing (2008), the fifth (2009) and sixth growing season (2010).

Cover length	Yield, 3 <sup>rd</sup> leaf		Yield, fourth leaf		Yield, fifth leaf	
	2008		2009		2010	
	kg/ tree	t/ha	kg/ tree	t/ha	kg/ tree	t/ha
Flowering to harvest	8.9	11.1	19.3	24.1	11.1	13.9
Straw colour to harvest	6.5	7.6	16.6	20.1	10.6	13.2
Significance <sup>1</sup>	*	*	*	*	NS	NS

<sup>1</sup>Non-significant (NS), or significant at 5% (\*), 1% (\*\*) or 0.1% (\*\*\*)

**Table 2.** Fruit size distribution (%) of ‘Sweetheart’ cherries on one harvest date for 2008 (4<sup>th</sup> leaf) and 2009 (5<sup>th</sup> leaf) sorted mechanically (Meland et al., 2017).

Tree age	Harvest date	<26 mm	26-28 mm	28-30 mm	30-32 mm	32-34 mm	>34 mm
2008	15/08	9.3	2.9	9.0	22.1	27.0	31
2009	01/09	4.7	13.7	21.0	31.6	15.0	4

**Table 3.** Effects of 6 mm THB Luminance polypropylene versus CLEAR Visqueen polyethylene covers and time of start covering to harvest on fruit colour and soluble solids of four different harvest dates of 5<sup>th</sup> leaf ‘Sweetheart’ cherry in high tunnels at Lofthus, Norway in 2009 (Meland et al., 2017).

Treatment	Colour – four harvest windows <sup>1</sup>				Soluble solids (%) - four harvest windows			
	14 Aug.	19 Aug.	24 Aug.	28 Aug.	14 Aug.	19 Aug.	24 Aug.	28 Aug.
	<i>Lenght</i>							
Flowering	4.2	4.7	5.5	5.4	15.1	14.9	15.2	15.7
Straw colour	4.0	4.8	5.8	5.7	16.3	16.8	17.4	17.2
Significance	NS	NS	NS	NS	***	***	***	***
<i>Cover</i>								
Luminance	4.2	4.8	5.8	5.3	14.9	15.0	15.0	15.1
Clear film	4.3	4.6	5.3	5.6	15.2	14.7	15.3	15.9
Significance	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>1</sup>) CTIFL colour chart

**Table 4.** Effects of 6 mm THB Luminance polypropylene versus CLEAR Visqueen polyethylene covers (Clear film) and time of covering on fruit weight (g) and fruit firmness of four different harvest dates of 5<sup>th</sup> leaf ‘Sweetheart’ cherry in high tunnels at Lofthus, Norway in 2009 (Meland et al., 2017).

Treatment	Colour – four harvest windows <sup>1</sup>				Soluble solids (%) - four harvest windows			
	14	19	24	28	14	19	24	28
	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.
	<i>Lenght</i>							
Flowering	11.8	12,6	11,8	12.5	65	66	62	66
Straw colour	10.9	11.4	10.7	10.9	72	74	70	75
Significance	*	***	*	**	***	**	***	***
	<i>Cover</i>							
Luminance	11.8	12.9	11.4	12.2	64	65	60	65
Clear film	11.8	12.4	12.2	12,9	68	68	64	67
Significance	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>

<sup>1)</sup> Durofel, highest readings have firmest fruits

In 2009, skin colour of fruit grown under Luminance Polypropylene was darker than those grown under CLEAR Visqueen Polyethylene (5.8 v. 5.3 CTIFL colour scale units) only on the third harvest date (24/08). In contrast to 2008, TSS in 2009 was significantly higher in fruit from tunnels covered from straw colour to harvest for all four harvest dates (16.3 v. 15.1%, 16.8 v. 14.9%, 17.4 v. 15.2% and 17.2 v. 15.7% respectively (Table 3).

There were no significant differences in fruit size or fruit firmness whether grown under either Luminance Polypropylene or CLEAR Visqueen Polyethylene (Table 4). Again, however, fruit grown in tunnels covered from flowering to harvest were significantly larger on all harvest dates (14/08, 19/08, 24/08 and 28/08) than those from tunnels covered from straw colour to harvest (11.8 v. 10.9%, 12.6 v. 11.4%, 11.8 v. 10.7 % and 12.5 v. 10.9% respectively). In contrast, fruits were significantly firmer in tunnels covered from straw colour till harvest on all four harvest dates (72 v 65, 74 v 66, 70 v. 62 and 75 v. 66 Durofel units respectively).

### Effects of gibberellic acids

Over the years many studies are conducted testing the effect of gibberellic acids on sweet cherries. General practice is to spray with GA<sub>3</sub> when at the straw yellow stage of fruit development. This is at the start of the final fruit swell and is about three weeks before harvest. General main effects are 3-5 days with delayed maturity depending of the cultivar, increased fruit firmness and fruit size.

The effects of application of 20 ppm GA<sub>3</sub> at straw yellow colour of ‘Sweetheart’ in high tunnels are listed in Table 5 and 6. In 2009, control trees were

harvested on September 1. Trees treated with GA<sub>3</sub> at straw yellow fruitlet colour were harvested one week later. Fruit weight increases with fruit maturity (Table 5) and neither GA<sub>3</sub> treatments, tunnel coverings nor different ground coverings had any negative effect on this compared to untreated control trees. In contrast however, all fruit treated with GA<sub>3</sub> were significantly firmer at four successive selective pick harvest dates. Surface colour development of fruits was delayed by a week when GA<sub>3</sub> treated compared to untreated control trees. In general, average total soluble solid content was high but no significant differences were found between different treatments (17-18 % Brix).

**Table 5.** The effects of the bioregulator GA<sub>3</sub> on fruit weight (g) and fruit firmness at four different harvest windows of the sweet cherry cultivar ‘Sweetheart’ in fourth leaf (2009) (Meland et al., 2014)

Treatment	Fruit weight – four harvest windows				Fruit firmness – four harvest windows <sup>1</sup>			
	14	19	24	28	14	19	24	28
	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.	Aug.
Control	11.8	12.6	11,8	12.5	65	66	62	66
20 ppm GA <sub>3</sub>	10.7	12.4	11.7	11.5	69	73	68	69
Significance	**	NS	NS	**	NS	**	**	*

<sup>1)</sup> Durofel, highest readings have firmest fruits

**Table 6.** The effects of the bioregulator GA<sub>3</sub> on fruit colour and soluble solids at four different harvest windows of the sweet cherry cultivar ‘Sweetheart’ in the fourth leaf (2009). (Source: Meland et al., 2014).

Treatments	Colour – four harvest windows <sup>1</sup>				Soluble solids – four harvest windows			
	14	19	24	28	14	19	24	28
	Aug	Aug	Aug	Aug	Aug	Aug	Aug	Aug
Control	4.2	4.7	5.5	5.4	15.1	14.9	15.2	15.7
20 ppm GA <sub>3</sub>	3.8	3.8	5.4	4.8	14.8	15.1	15.3	15.0
Significance	*	***	NS	***	NS	NS	NS	NS

<sup>1)</sup> CTIFL colour chart.

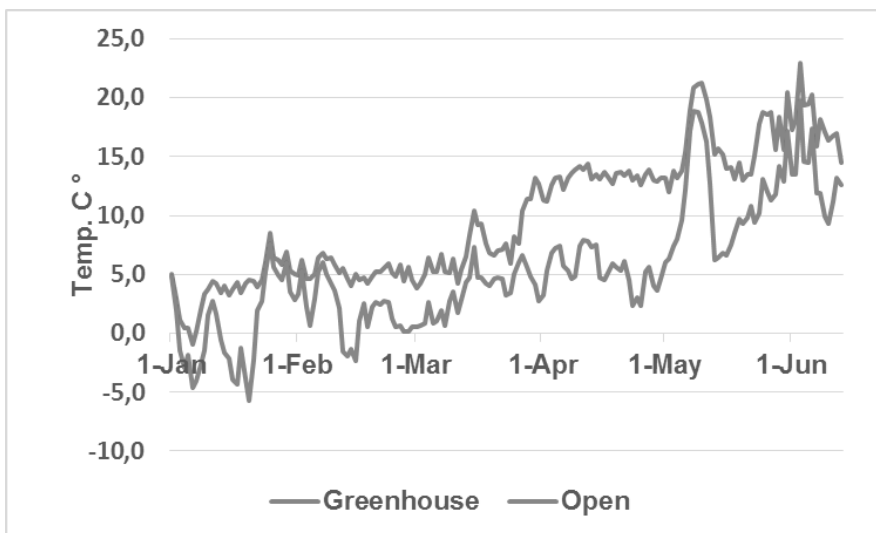


**Figure 6.** ‘Sweetheart’ treated with GA<sub>3</sub> delays maturity of the fruits about a week (left) compared to untreated control (right).

### Sweet cherry production in controlled environment

Sweet cherry trees grown in small pots in greenhouses is one more advanced way of producing the fruits. Greenhouse production of sweet cherries grown in pots was tested at NIBIO Særheim, western Norway. Feathered trees of different cultivars all grafted on the dwarfing rootstock ‘Gisela 5’, were planted in 35 l pots at the end of February 2013. The growth medium was a mix of 65% black peat fibre, 25% coco peat fibre and 15% expanded clay (Leca<sup>®</sup> Flower). The trees were trained as a central leader tree (spindle) and UFO (Long et al., 2015). The distances between the pots were 0.5 × 2 m (spindle trees) and 1.10 × 2 m (UFO). Trees were notched at swelling buds in order to promote branching. Later branches were tied down and top shoots cracked in order to keep the trees in the given space.

Fertigation was installed using drip irrigation to each pot with two drippers. Until the beginning of flowering (mid-April), the greenhouse was ventilated at 4°C, during flowering at 15°C and later in the season until harvest at 18°C. Bumble bees were used as pollinating insects. The climate was monitored during the whole season. Trees grown in greenhouses had limited problems with different pests. Cherry aphids were controlled by organic strategy, plant oil (rapeseed oil) and green soap.



**Figure 7.** Average temperature (°C) in unheated greenhouse compared with the open land during the first six months in 2016 at NIBIO Særheim, Klepp, Norway (Meland et al., 2019, in printing).

The trees in the greenhouse blossomed during the first half of April in 2016 which is one month earlier than in the open land. This reflected the harvest time which was also one month earlier compared with the commercial production in traditional high density orchards. The yields per tree for the different cultivars were large (Table 7). Converted to area basis, the yield for the spindle trained trees was in average 59 t ha<sup>-1</sup> and 17 t ha<sup>-1</sup> for the UFO trained trees. These crops are large and much larger than is achievable in the open land and in high tunnels. Fruit weights for greenhouse-produced fruits were larger and in the same area as for high tunnel production.

**Table 7.** Yield, the fourth leaf and fruit weights of four sweet cherry cultivar grown in pots in greenhouse and trained as spindle and UFO trees. (Meland et al., 2019, in printing)

Cultivar	Spindle trees		UFO trees	
	Yield (kg tree <sup>-1</sup> )	Fruit weight (g)	Yield (kg tree <sup>-1</sup> )	Fruit weight (g)
Skeena	5.9	11.1 b	5.6	12.1
Grace Star	4.7	13.7 ab	3.1	12.5
Kordia	7.1	12.9 ab	3.8	13.7
Regina	5.9	14.0 a	2.4	14.4
Significance	NS	**	NS	NS

Clearly, production of sweet cherries in greenhouses gives opportunity to control the temperature regime and in that way to program the maturity of the fruits. High density production systems (1 tree m<sup>-2</sup>) have a much larger yield potential than the open land and produce large fruits. Challenges are to optimize

the water and nutrient supply and to adjust the temperatures to obtain large yields of high quality fruits during different periods of the season.



**Figure 8.** Sweet cherry trees in full bloom in greenhouse



**Figure 9.** Two years old 'Lapins' sweet cherry trees in a high tunnel

## Conclusions

Rain-induced fruit cracking in sweet cherries can cause heavy losses in yields and returns. Physical exclusion of rainwater may be achieved by covering the trees with protective plastic rain covers. High tunnels, which are accessible to tractors, are constructed of steel bows, attached to metal posts and covered with greenhouse-grade polyethylene. Tunnels may be fully ventilated on hot, humid days or completely closed for extending the growing season. The plastic covering is completely removed during winter. Cherries may be covered from bloom until harvest or only during the time when fruit are susceptible to cracking. A high density planting (1250 trees per ha) of 'Sweetheart'/'Colt' in Norway grown in high tunnels yielded 9 kg per tree (11.1 tons/ha) on average in the 4th leaf and 19 kg per tree (24,1 tons per ha) on average in the 5th leaf ). Fruit size measurements found that on average, more than half the fruit were larger than 32 mm in diameter by the 4th leaf. **GA<sub>3</sub> treatment at yellow straw colour delayed harvest by one week, and significantly improved fruit size and fruit firmness.**

Clearly, production of sweet cherries in greenhouses gives opportunity to control the temperature regime and in that way to program the maturity of the fruits. High density production systems (1 tree m<sup>-2</sup>) have a much larger yield potential than the open land and produce large fruits. Challenges are to optimize the water and nutrient supply and to adjust the temperatures to obtain large yields of high quality fruits during different periods of the season.

## References

- Belmans, K. and Keulemans, J. 1996. A study of some fruit skin characteristics in relation to the susceptibility of cherry fruit to cracking. *Acta Hort.* 410: 547-550.
- Beyer, M. and Knoche, M. 2002. Studies on water transport through the sweet cherry fruit surface: V. Conductance for water uptake. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127: 325-332.
- Børve, J., L. Sekse and Stensvand, A. 2000. Cuticular fractures promote postharvest fruit rot in sweet cherries. *Plant Dis.* 84: 1180-1184.
- Børve, J., Skaar, E., Sekse, L., Meland, M. & Vangdal, E. 2003. Rain protective covering of sweet cherry trees - effects of different covering methods on fruit quality and microclimate *HortTechnology*, 13: 143-148.
- Cline, A. and Trought M. 2007. Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of Bing and Sam sweet cherries. *Can. J. Plant Sci.* 87: 545-550.
- Cline, J. A., Sekse, L., Meland, M. & Webster, A.D. 1995. Rain-induced fruit cracking of sweet cherries: I. Influence of cultivar and rootstock on fruit water absorption, cracking and quality. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil Plant Sci.* 45: 213-223.
- Considine, J. and K. Brown. 1981. Physical aspects of fruit growth. Theoretical analysis of distribution of surface growth forces in relation to cracking and splitting. *Plant Physiol.* 68: 371-376.
- Coombe, B. G. 1976. The development of fleshy fruit. *Ann. Rev. Plant Phys.* 27: 507-528.
- Correia, S., Schouten, R., Silva, A.P. and B. Goncalves. 2018. Sweet cherry fruit cracking mechanisms and prevention strategies: A review. *Sci. Hort.:* 240: 369-377.
- Glenn, G. M. and Poovaiah, B. W. 1989. Cuticular properties and postharvest calcium applications influence cracking of sweet cherries. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114: 781-788.
- Hovland, K. L. and Sekse, L. 2004. Water uptake through sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit pedicels: influence of fruit surface water status and intact fruit skin. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil ad Plant Sci.* 54: 91-96.
- Horvitz, S., Godoy, C., Lopez Camelo, A.F., Yommi, A. and Godoy, C. 2003. Application of gibberellic acid to ‘Sweetheart’ sweet cherries: Effects on fruit quality at harvest and during cold storage. *Acta Hort.* 628: 311-316.
- Knoche, M., Peschel, S., Hinz M. and Bukovac, M. J. 2000. Studies of water transport through the sweet cherry fruit surface: characterizing conductance of the cuticular membrane using pericarp segments. *Planta*, 212: 127-135.
- Knoche, M., Peschel, S. and Hinz, M. 2002. Studies on water transport through the sweet cherry fruit surface. III. Conductance of the cuticle in relation to fruit size. *Phys. Plant.* 114: 414-421.
- Lang, G., J. Flore, J. Southwick, S., Azarenko, A. Facticeau, T. and Kappel, F. 1997. Overtree sprinkler calcium shows widespread potential to reduce cherry rain-cracking. *Good Fruit Grower*, 48: 27-30.



- Lang, G. 2013. Tree fruit production in high tunnels: current status and case study of sweet cherries. *Acta Hort.* 987: 73-81
- Lang, G. and Flore, J. 1999. Reducing raincracking in cherries. *Good Fruit Grower*, 50: 34-38.
- Lang, G., Sage, L., and Wilkinson, T. 2016. Ten years of studies on systems to modify sweet cherry production environments: retractable roofs, high tunnels, and rain-shelters 2016. *Acta Hort.* 1130: 83–90.
- Long, L., Lang, G., Musacchi, S., and Whiting, M. 2015. *Cherry Training Guide*. A Pacific Northwest Extension Publication. PNW 667 (Oregon State University)
- Looney, N., and Jackson, D. 1999. Stone fruit. In *Temperate and Subtropical Fruit Production*, 2nd edn, D.I. Jackson, and N.E. Looney, eds. (UK: CABI Publishing), p.171–188.
- Meland, M. and Skjervheim, K. 1998. Rain cover protection against cracking for sweet cherry orchards. *Acta Hort.* 468: 441-447.
- Meland, M. and C. Kaiser. 2013. High tunnel production systems improve yields and fruit size of sweet cherry. *Proc. 7<sup>th</sup> Cherry International Symposium*, June 23-27, 2013. P.63.
- Meland, M., Kaiser, C., and Christensen, J.M. 2014. Physical and chemical methods to avoid fruit cracking in cherry. *AgroLife Sci. J.* 3: 177–183.
- Meland, M., Frøynes, O., and Kaiser, C. 2017. High tunnel production systems improve yields and fruit size of sweet cherry. *Acta Hort.* 1161: 117–124.
- Pennell, D. and Webster, A. D. 1996. Sweet cherries: protection of fruit from bird and rain damage. In *Cherries: crop physiology, production and uses* (Webster, A. D. and Looney, N. E., eds.), pp. 393-407. CAB International, Oxon, UK.
- Robinson, T.L. and Dominguez, L.I. 2013. Production of sweet cherries under high tunnels in either the modified spanish bush and the tall spindle Systems. *New York Quarterly*, 21(2): 25-28.
- Schreiber, L., Kirch, T. and Riederer, M. 1996. Diffusion through cuticles: principles and models. In *Plant Cuticles an integrated functional approach* (Kerstien, G., ed), pp. 109-119. Bios Scientific Publishers Ltd., Oxford, UK.
- Sekse, L. 1995. Fruit cracking in sweet cherries (*Prunus avium* L.). Some physiological aspects - a mini review. *Sci. Hort.* 63: 135-141.
- Sekse, L. 2005. Fruit cracking in sweet cherries – an integrated approach. *Acta Hort.* 667, 471-474.
- Usenik, V., Kastelec, D., and Štampar, F. 2005. Physicochemical changes of sweet cherry fruits –related to application of gibberellic acid. *Food Chem.* 90: 663–671.
- Vittrup Christensen, J. 1996. Rain-induced cracking of sweet cherries: its causes and prevention. In *Cherries: crop physiology, production and uses* (Webster, A. D. and Looney, N. E., eds.), pp. 297-327. CAB International, Oxon, UK.

- Yang, J.S., Chang, Y.Y. and Chong, P.F., 2005. Comparative studies on photosynthetic characteristics of sweet cherry cultivars. *Acta Hort. Sinica*, 32 (5): 773-777.
- Ystaas, J. and Frøyenes, O. 1998. Evaluation of sweet cherry cultivars and advanced selections adapted to a northern climate. *Acta Hort.* 468: 115-122.

## TRAINING AND PRUNING PEACH AND APRICOT TREES

Florin Stănică

*University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine, București,  
Romania.*

E-mail: florin.stanica@usamv.ro

**Abstract.** Peach and apricot are important fruit species mainly for the Southern Europe, but on smaller areas they are cultivated and tested even in the Nordic areas. Nectarines, peaches and apricots are very much appreciated by the consumers in all the markets, covering quite a long period of consumption. Because of their natural high vigour, peach and apricot trees are still cultivated using low and medium density planting systems. By passing from open vase canopies to more modern ones as Tatura trellis, Y planting systems or even Drilling and Mikado there was a continuous struggle to find the best canopy that could allow the increase of the planting densities and could bring benefits to the level and the quality of the fruit production. Besides the Vertical Axe that was transferred from apple and pear planting systems, some new canopies with two (Parallel U) or three axes (Trident) seems to offer good solutions for the future. Having multiple vertical axes, the growth vigour is divided and the tree management is easier and more standardized. The paper present some trials with different V type canopies on peach and nectarine and with some multi axe canopies (Parallel U and Trident) on apricot in comparison with the Vertical Axe. Data regarding the trees vegetative growth and productivity are presented, underlining the influence of the variety, rootstock and canopy.

**Key words:** canopies, trident, parallel U, tree vigour, productivity

### Introduction

Peach and apricot are two thermophile fruit tree species cultivated mainly in the Southern part of Europe (Matei et al. 2012). The most important producers are located close to the Mediterranean Sea, as Spain, France, Italy, Greece and Turkey, but other countries can produce at more North latitudes: Romania, Hungary, Switzerland and Moldova Republic.

Public but mainly private breeding programs launch every year a high number of new varieties, most of them are extremely similar and generally difficult to distinguish. There is still the tendency to produce intense red skin fruits with yellow or white flesh and only seldom some yellow or white skin fruits varieties are released. In the same time, more and more sub-acid varieties were proposed,

and many of them with a low chilling requirement, taking in consideration recently, in some cultivation zones, the chilling units were not ensured.

Only few small breeding programs especially from Northern part of the United States (Michigan, etc) and Romania (Stănică *et al.*, 2017) or Northern Europe (Latvia), took in consideration the deep frost resistance and the late flowering for the new peach varieties.

In apricot, the new varieties proposed by the breeders have also fruits covered on a large area with bright red arriving even at red flesh varieties. Late flowering is a common breeding objective for apricot.

The rootstock innovations in peach and apricot didn't brought spectacular results regarding the reduction of the tree vigour, as happened in apple, pear or sweet cherries. Even a number of new rootstocks have been released recently, the new varieties are grafted on GF 677, Mirobolan 29C, Ishtara and Saint Julien A, depending on the cultivation zone, soil etc.

Taking into consideration the high vigour of the two species, peach and apricot trees are cultivated using low and medium density planting systems. Globular canopies as open vase are still in use on large scale; even fruit hedge canopies as palmette are present in old orchards (Stănică *et al.*, 2012). In the last 20 years, in order to increase the planting density, different low volume canopies were tested. The single axe canopies were represented by Slender spindle, Vertical Axe, Central leader (DeJong *et al.*, 2009). Meanwhile, new innovations were introduced by two axes canopies with V disposed axes as Tatura trellis (Chalmers *et al.*, 1978), Transversal Y, Sibari Y, Parallel V, (Corelli-Grappadelli *et al.*, 1986; Caruso *et al.*, 2006). In order to preserve the advantages of the vertical axe, canopies with double axes were introduced: Bi-Baum<sup>®</sup>, Parallel U etc. The canopy shows to be effective for medium vigour variety/rootstock combinations. For more vigorous trees a promising solution is represented by three axes canopies as Chandelier or Trident (Stănică and Eremia, 2014), and Drilling (Widmer and Krebs, 1997). Even it creates a reduction of the number of planted trees per hectare (a real advantage for the farmer) the volume of fruitful branches/no. of producing axes stays high.

The present paper some results of peach and apricot trees training systems with some suggestions regarding the future canopies for this two species.

## **Peach trees training and pruning**

### ***Materials and methods***

In a peach orchard planted in 2008, at the Faculty of Horticulture Experimental Field in Bucureşti, five new peach varieties: Early Rich, Royal Estate, Rubirich, October Star and Late Luka, grafted on GF 677 rootstock, were studied.

The four canopies and planting systems were: Tatura trellis and V system, planted at 5.0 x 1.0 m and 5.0 x 1.5 m, Sibari Y, planted at 4.5 x 1.5 m and Vertical axe, planted at 4.0 x 1.5 m.

*Tatura trellis* – was realized by planting at 5.0 m between rows and 1.0 m between trees in row, with a density of 2,000 trees/ha. The trellis system was formed by pine poles, with 12 cm diameter, fixed in V shape at an angle of 30° from the vertical. Seven galvanized wires were fixed on the wooden poles, the first one at 0.6 cm from the soil and the next six at 1.0 m one from the other, three on each side of the row. On the bottom wire, the irrigation pipe was fixed. After planting the normal formation techniques were applied. Trees were cut at 80 cm after planting and the trunk high was established at 60 cm. Two perpendicular new shoots were chosen to form the two limbs of the canopy and in the second part of July, when the vegetative growth stopped, they were fixed on the wires with an opening angle of 60° (30° from the vertical). In the next two years, the limbs growth was continued till reaching the high of 3.0-3.2 m.



**Figure 1.** Tatura trellis training system

*V planting system* – was planted with trees in alternance, one to the left, one to the right perpendicularly to the row, each tree being planted at 45° to the vertical. The planting distances were 5.0 m between rows and 1.5 m between trees on the row.

The trellis system was formed by 30 mm bamboo sticks fixed in the soil at 45° to the vertical, close to each fruit tree. Tree trunk height was delimited at 60 cm and the tree axes were fixed on the bamboo stick. On the axe, each tree formed two lateral branches with a ramification angle of 45° to cover the space between trees. After two years of formation, tree high was limited at 3.0-3.2 m



**Figure 2.** “V” planting system

*Sibari Y* – was formed by planting the peach trees at 4.5 m between rows and 1.5 m between trees in the row, reaching a planting density of 1.480 trees/ha. The trellis system was made like in Tatura trellis but the poles angle was 45° to the vertical instead of 30°. The formation technique was similar but the trees high stopped at 3.0 m when the branches of the two neighbour rows were in contact, with no gap between them.



**Figure 3.** Sibari Y

*Vertical Axe* – was obtained by planting the peach trees at 4.0 m between rows and 1.5 m between trees on the row, with a density of 1.666 trees/ha. After planting, the trunk was established at 60 cm high and all the lateral branches over 60 cm were cut in stubs of 2-3 vegetative buds. Each tree was conducted vertically being sustained by a 30 mm diameter bamboo stick.

During the summer pruning in May-June at the axe bottom, 3-4 shoots were chosen to create the canopy base. The subterminal shoots were tipped at 3-4 leaves in order to eliminate the growing competition to the terminal one, which was favoured by apical dominance. The strong water shoots that started to form laterals were cut at 4-5 leaves.

Next year, the axe formation continued and on the second year wood, the mixed branches of 60-80 cm long were thinned in spiral at 15 cm. The eliminated ones were cut in stubs of 2-3 buds. A tree high was limited at 3.5 m.



**Figure 4.** Vertical Axe

The winter pruning was applied during and after the flowering period and consisted of thinning the mixed shoots at 15 cm between them, by cutting to stubs of 2-3 vegetative buds the superfluous shoots.

Summer pruning was applied in late May till Mid-June and consisted in shortening from four to five leaves of the vigorous shoots that formed anticipate shoots (laterals). Fruit thinning was done manually before fruit stone lignification, when the fruit size was around 18-20 mm in diameter.

The inter row was cultivated with perennial grasses and the row strip was maintained clean by hand and mechanical cultivation. Drip irrigation and organo-mineral fertilizers were applied on the row. An integrated pest and disease management system was applied to protect the orchard.

Peach trees growth and development was studied in order to monitor the influence of the variety, canopy and planting system. Several measurements and determinations regarding the tree vigour, fruit branches, leaf area and soil covering, light intensity and the photosynthetic active radiation (PAR), fruit yield and fruit quality, were done.

## Results and discussion

### *Influence of the canopy and variety on peach growth and productivity*

By analysing the average annual shoot length in three growing years, there were two value-classes with significant differences given by the canopy (Matei *et al.*, 2012, 2013).

Best results as A factor average (canopy) were registered for Vertical Axe, V planting system and Sibari Y. Tatura Trellis showed inferior results regarding the shoots length with significant differences in comparison with the above mentioned canopies (Table 1).

The average shoots length measured under the influence of the variety (B factor) indicated that 'Earlirich', 'October star' and 'Royal Estate' had the highest values with significant differences (a) compared with 'Rubirich' and 'Late luka' (b).

The variance analysis realized through Student test, indicated for the same variety cultivated in different canopies, showed insignificant differences for 'Late luka' and 'Rubirich' and two values classes with differences given for the canopy of 'Royal Estate', 'Earlirich' and 'October star' variety.

The variety influence in the same canopy was insignificant for Tatura trellis and Sibari Y, while significant differences were observed for V planting system and Vertical Axe.

**Table 1.** Canopy (factor A) and variety (factor B) influence on the average length of annual shoots (cm)

A/B	Royal Estate	Earlirich	October star	Late luka	Rubirich	Average A
<b>Tatura Trellis</b>	b15.10a	b21.08a	b18.79a	a15.74a	a20.53a	b18.25
<b>V planting</b>	a24.55b	a39.81a	b23.51b	a25.31b	a25.23b	a27.68
<b>Sibari Y</b>	a23.42a	b24.80a	a28.82a	a17.87a	a16.23a	a22.23
<b>Vertical Axe</b>	a32.55a	a30.30a	a40.30a	a22.63b	a26.04b	a30.36
Average B	23.91a	29.00a	27.86a	20.39b	22.01b	

A average: DL 5%= 10.38\* cm; DL 1%=15.73 cm; DL 0.1%=25.29 cm

B average: DL 5%= 6.32\* cm; DL 1%=8.49 cm; DL 0.1%=11.24 cm

B ct. A var.: DL 5%= 13.81\* cm; DL 1%=19.54 cm; DL 0.1%=28.30 cm

A ct. B var.: DL 5%=12.64\* cm; DL 1%=16.99 cm; DL 0.1%=22.48 cm

The peach trees vigour expressed by the trunk cross section area (TCSA) was influenced both by the canopy (A factor) and by the variety (B factor).

The canopy influence on TCSA registered significant differences with the highest values for Tatura Trellis (17.61 cm<sup>2</sup>) and Sibari Y (17.34 cm<sup>2</sup>).

On B average values, there are differences influenced by the variety but not significant between 'Rubirich', 'Royal Estate' and 'Earlirich' (Table 3).

The variance analysis for the TCSA, indicated insignificant differences within the same variety Tatura Trellis, V planting system and Sibari Y and significant for Vertical Axe at 'Royal Estate' and 'Earlirich'.



Significant differences given by the canopy appeared at ‘October Star’, ‘Late Luka’ and ‘Rubirich’. Regardless the variety, the lowest values of the trunk cross-sectional area ( $\text{cm}^2\text{TCSA}$ ) was registered at Vertical Axe canopy.

By analysing the variance of the TCSA values at the same canopy, significant differences were registered under the variety influence.

For Tatura Trellis canopy the highest value of the TCSA was measured at ‘Rubirich’ ( $24.86 \text{ cm}^2$ ). In V planting system, the highest values of TCSA were registered at ‘Rubirich’, ‘Royal Estate’ and ‘Earlirich’, with no significant differences between them.

At Sibari Y there were no significant differences given by the variety, while at Vertical Axe, high significant differences were obtained for the cultivated varieties (Tab. 2).

**Table 2.** Canopy (factor A) and variety (factor B) influence on average trunk cross-sectional area TCSA ( $\text{cm}^2$ )

A/B	Royal Estate	Earlirich	October star	Late luka	Rubirich	Average A
<b>Tatura Trellis</b>	a16.03b	a18.17b	a14.42c	a14.55b	a24.86a	a17.61
<b>V planting</b>	a16.55a	a15.21a	b13.02b	b12.68b	b18.34a	b15.16
<b>Sibari Y</b>	a16.60a	a17.74a	a17.09a	a17.20a	b18.07a	a17.34
<b>Vertical Axe</b>	b12.12a	b7.35b	c2.66c	c4.70b	c3.97b	c6.16
Average B	15.33a	14.62a	11.80b	12.28b	16.31a	

A average: DL 5%=  $2.94^* \text{ cm}^2$ ; DL 1%= $4.46 \text{ cm}^2$ ; DL 0.1%= $7.17 \text{ cm}^2$

B average: DL 5%=  $1.87^* \text{ cm}^2$ ; DL 1%= $2.51 \text{ cm}^2$ ; DL 0.1%= $3.32 \text{ cm}^2$

B ct. A var.: DL 5%=  $4.03^* \text{ cm}^2$ ; DL 1%= $5.69 \text{ cm}^2$ ; DL 0.1%= $8.21 \text{ cm}^2$

A ct. B var.: DL 5%= $3.74^* \text{ cm}^2$ ; DL 1%= $5.02 \text{ cm}^2$ ; DL 0.1%= $6.65 \text{ cm}^2$

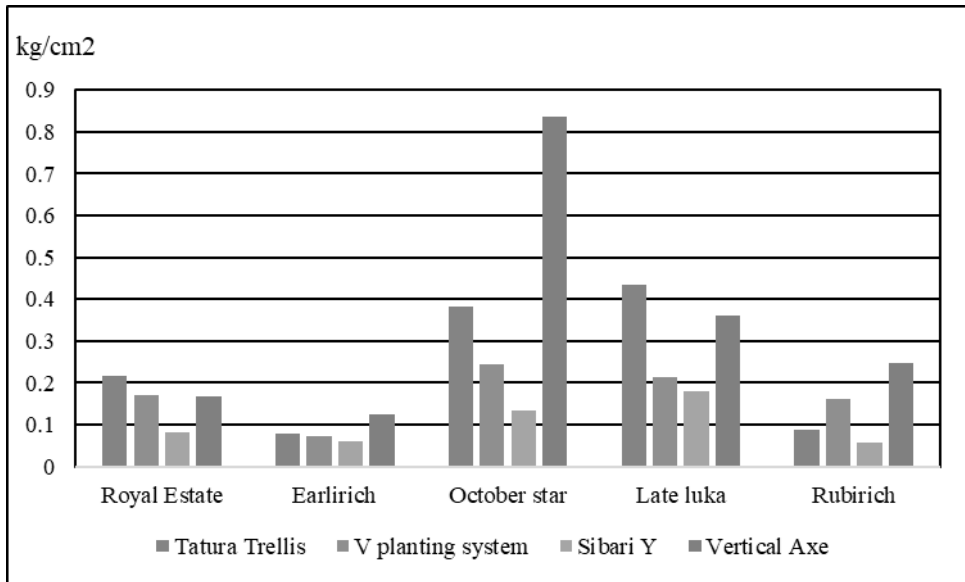
The peach tree productivity, expressed by the productivity index Ip1: kg of fruits per square cm of the TCSA, was influenced by the canopy and variety.

Vertical Axe canopy determined the highest values of the productivity index expressed in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

The highest value of Ip1 has calculated for ‘October star’ –  $0.837 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , in normal limits as cited in literature (Cepoiu and Manolache 2006), followed by ‘Late luka’ with  $0.361 \text{ kg}/\text{cm}^2$  and ‘Rubirich’ with  $0.247 \text{ kg}/\text{cm}^2$ . Varieties ‘Royal Estate’, ‘Earlirich’ and ‘Rubirich’ registered values under  $0.125 \text{ kg}/\text{cm}^2$  (Graph 1).

The presented values evidenced the canopy that was more suitable for every single peach variety. For ‘Royal Estate’( $0.217 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) and ‘Late luka’ ( $0.437 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) the best canopy was Tatura Trellis. For ‘Earlirich’ ( $0.125 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ), ‘October star’ ( $0.837 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) and ‘Rubirich’ ( $0.247 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ), it was Vertical Axe.

In conclusion, each variety has a different productivity potential in function of the canopy and the planting system/density.



**Graph 1.** Canopy (A) and variety (B) influence on Ip1 productivity index (kg fruits/cm<sup>2</sup> TCSA)

## Conclusions

Peach trees growth and productivity were both influenced by variety and canopy. The highest average shoot length was registered in Vertical Axe, giving the possibility of producing high quality fruits.

Highest TCSA was registered in Tatura Trellis and Sibari Y, followed by V planting system, showing higher tree vigour in correlation with a better light interception. Even so, the presence of a high number of vertical (epitome) water shoots on the V shape limbs created supplementary problems related to light penetration.

Vertical Axe produced the highest productivity index expressed in kg fruits/cm<sup>2</sup> of TCSA. Vertical Axe showed to be a viable canopy, by reducing the initial trellising investment and the orchard maintenance costs.

\*

## Material and methods

In another peach orchard created in the spring of 2017 (Radu, 2018), several new nectarine and peach varieties grafted on different rootstocks have been planted at 4.0 x 1.5 m for Vertical Axe and at 4.0 x 2.0 m for Trident (Table 3). Trees were planted on 0.4-0.5 m raised beds and the inter row was cultivated with perennial grasses. Micro sprinklers fertigation was installed and used.

Tree growth expressed by the trunk cross-sectional area and tree height was analysed to determine the influence of the variety, rootstock and canopy.

**Table 3.** List of varieties of nectarine and peach planted in 2016

Nectarine varieties	Rootstocks	Peach varieties	Rootstocks
Nectabelle	Mirobolan 29C	Sugar Time	Adesoto
Early Sun Grand	Saint Julien A	Springbelle	Mirobolan 29C
Delta	Mirobolan 29C	Cardinal	Mirobolan 29C
Big Bang	GF 677	Royal Majestic	Adesoto
Big Fire	GF 677	Royal Glory	Adesoto
Big Top	GF 677	Nabby	GF 677
Big Top	Saint Julien A	Royal Summer	GF 677
Nectagrand 1	Saint Julien A	Royal Summer	Saint Julien A
Honey Royal	Mirobolan 29C	Sweet Dream	GF 677
Caldessi 2000	Saint Julien A	Royal Jim	Adesoto
Nectagrand 4	Saint Julien A	Sweet Henry	Adesoto
Guerriera	Saint Julien A	Red Top	Mirobolan 29C
Nectareine	Mirobolan 29C	Sweet Ivan	GF 677
Maria Anna	Saint Julien A	Sweet Juana	GF 677
Stark Red Gold	Saint Julien A	Gladys	GF 677
Nectaross	Saint Julien A	Lucius	GF 677
Honey Late	Saint Julien A		

**Vertical Axe** – was created both for nectarines and peach varieties, planted at 4.0 x 1.5 m on raised bed. The trellis systems was formed by concrete poles 4.0 m high with four galvanized wires, the first one disposed at 0.6 m. Tree axe was tied up on vertical position with PVC tube and with Amevo/REMA type accessories. The canopy formation followed the above already described protocol (Fig. 5).

**a****b**

**Figure 5.** Vertical Axe – before (a) and after (b) the planting formation pruning *Trident* - was formed for nectarine and peach varieties planted at 4.0 x 2.0 m on raised bed. The same trellis was used as for Vertical Axe. After planting, trees were cut back to 60 cm to form the three vertical axes. At beginning of May, a central axis and two opposite shoots were chosen for the three future parallel axes and they were stimulated to grow vertically (Fig. 6). In August, the three axes were fixed at the final position, parallel and vertical at approx. 66.0 cm between them.

The canopy formation followed already described technique for Vertical Axe. A special care was payed to get as possible an equal growth of the three parallel axes.



**Figure 6.** Trident (a) after the summer pruning in May (second leaf) and detail with a REMA tie accessory (b)

## Results and discussion

### *Influence of the variety, rootstock and canopy on nectarine and peach growth*

The trunk cross-sectional area (TCSA) in nectarine plantation varied with the variety, the rootstock and the canopy. As one can see in the Table 4, Trident canopy realized the highest values for the TCSA with an annual increase of 88.39%. All the Vertical Axe values were lower than the Trident ones at the same variety/rootstock combination.

All the nectarine varieties grafted on GF677 registered the highest values of TCSA in both canopies. Adesoto increased also the vigour, followed by

Mirobolan 29C and the lowest values were realized having Saint Julien A (SJA), as rootstock.

The most vigorous nectarine variety was Honey Royale/GF677 with 37.35 cm<sup>2</sup> in Trident and 25.14 cm<sup>2</sup> in Vertical Axe canopy. The lowest vigour was showed by Stark Red Gold/SJA (14.95 cm<sup>2</sup>) followed by Honey Late/SJA (16.42 cm<sup>2</sup>) in Trident and Nectaross/SJA (11.34 cm<sup>2</sup>) followed by Caldessi 2000/SJA (13.12 cm<sup>2</sup>) in Vertical Axe (Graph 2).

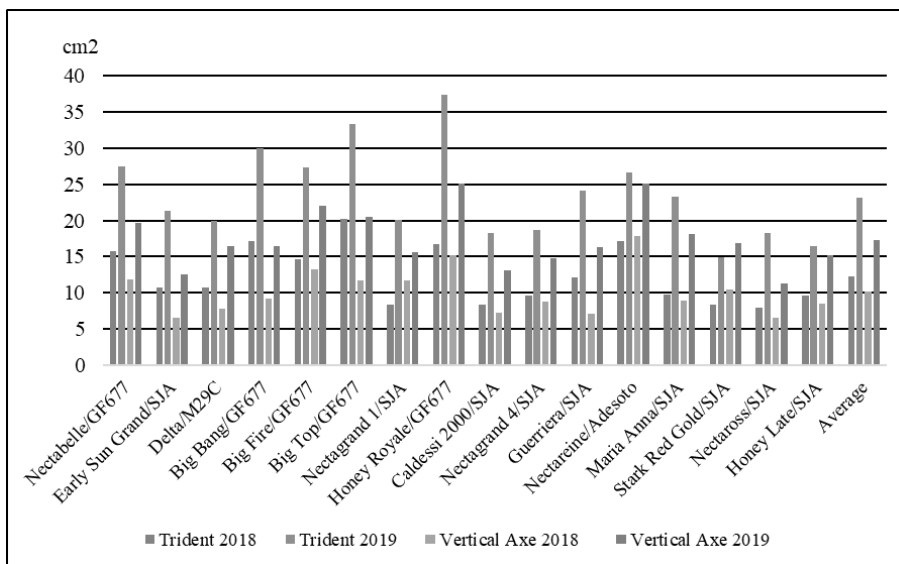
**Table 4.** Evolution of the TCSA (cm<sup>2</sup>) under the influence of the variety, rootstock and canopy in nectarine

Variety&Rootstock/TCSA	Trident (cm <sup>2</sup> )		Vertical Axe (cm <sup>2</sup> )	
	2018	2019	2018	2019
Nectabelle/GF677	15.69	27.46	11.88	19.66
Early Sun Grand/SJA	10.69	21.36	6.56	12.62
Delta/Mir.29C	10.80	20.00	7.79	16.48
Big Bang/GF677	17.12	29.92	9.18	16.39
Big Fire/GF677	14.65	27.36	13.26	21.97
Big Top/GF677	20.18	33.29	11.76	20.55
Nectagrand 1/SJA	8.39	20.05	11.70	15.59
Honey Royale/GF677	16.76	37.35	15.20	25.14
Caldessi 2000/SJA	8.39	18.26	7.21	13.12
Nectagrand 4/SJA	9.62	18.72	8.81	14.82
Guerriera/SJA	12.06	24.08	7.07	16.29
Nectareine/Adesoto	17.12	26.58	17.79	25.17
Maria Anna/SJA	9.78	23.31	8.86	18.09
Stark Red Gold/SJA	8.39	14.95	10.52	16.84
Nectaross/SJA	7.89	18.32	6.56	11.34
Honey Late/SJA	9.56	16.42	8.50	15.18
Average	12.32	23.21	10.16	17.23

The trunk cross-sectional area (TCSA) in peach plantation, at the end of the first growing year, followed the same pathway like the nectarine's one. All the combinations variety/rootstock realized higher values for TCSA in Trident than in Vertical Axe canopy (Table 5).

Most of the GF 677 rootstock combinations formed the more vigorous trees, followed by Adesoto, Saint Julien A and Mirobolan 29C.

The highest TCSA was measured at Nabby peach variety grafted on GF 677 with 18.54 cm<sup>2</sup> in Trident and 15.61 cm<sup>2</sup> in Vertical Axe. The less vigorous peach variety was Spring Belle, grafted on Mirobolan 29C, with 6.11 cm<sup>2</sup> in Trident and 6.74 cm<sup>2</sup> in Vertical Axe.



**Graph 2.** Influence of the variety, rootstock and canopy in nectarine TCSA evolution

**Table 5.** Peach trees TCSA (cm<sup>2</sup>) under the influence of the variety, rootstock and canopy after the first year of growth

Variety	Rootstock	Trident	Vertical Axe
Sugar Time	Adesoto	10.75	6.42
Spring Belle	Mirobolan 29C	6.11	6.74
Cardinal	Mirobolan 29C	10.23	4.19
Royal Majestic	Adesoto	15.97	9.73
Royal Glory	Adesoto	16.97	9.51
Nabby	GF 677	18.54	15.61
Royal Summer	GF 677	13.45	11.64
Royal Summer	Saint Julien A	16.76	6.92
Sweet Dream	GF 677	17.71	18.01
Royal Jim	Adesoto	10.52	8.60
Sweet Henry	Adesoto	13.52	8.81
Red Top	Mirobolan 29C	13.20	9.62
Sweet Ivan	GF 677	14.51	10.92
Sweet Juana	GF 677	14.45	10.80
Gladys	GF 677	12.94	12.62
Lucius	GF 677	10.34	14.99
Average		13.50	10.32

The tree height was also influenced after the first year of growth, by variety, rootstock and canopy. The highest nectarine trees were measured at Vertical Axe canopy in most of the variety/rootstock combinations. As exceptions, similar tree height was found at Early Sun Grand/SJA (2.07-2.05 m), Big Bang/GF

677 (2.88-2.72 m), Caldesi 2000/SJA (2.05-2.00 m), Nectaross/SJA (1.76-1.73 m) and Honey Late/SJA (1.93-1.90 m).

GF 677 rootstock gave the tallest trees, followed by Adesoto, Mirobolan 29C and the smallest were produced having Saint Julien A as rootstock. The tallest trees were measured at Honey Royale/GF 677 and Big Fire/GF 677 (3.32 m) (Table 6).

**Table 6.** Nectarine trees height (m) at Trident and Vertical Axe after the first year of growth

<b>Variety/Rootstock</b>	<b>Trident</b>	<b>Vertical Axe</b>
Nectabelle/GF677	2.93	3.17
Early Sun Grand/SJA	2.07	2.05
Delta/Mir.29C	1.97	2.55
Big Bang/GF677	2.88	2.72
Big Fire/GF677	2.58	3.32
Big Top/GF677	2.64	3.15
Nectagrand 1/SJA	1.95	2.23
Honey Royale/GF677	2.80	3.32
Caldessi 2000/SJA	2.05	2.00
Nectagrand 4/SJA	2.03	1.98
Guerriera/SJA	1.68	1.60
Nectareine/Adesoto	2.28	2.90
Maria Anna/SJA	1.57	1.88
Stark Red Gold/SJA	1.62	1.92
Nectaross/SJA	1.76	1.73
Honey Late/SJA	1.93	1.90
<b>Average</b>	<b>2.17</b>	<b>2.40</b>

**Table 7.** Peach tree average height (m) at Trident and Vertical Axe after the first year of growth

Variety	Rootstock	Trident - Axes height (m)				Vertic
		Left	Central	Right	Average	Avera
Sugar Time	Adesoto	1.83	1.96	1.77	1.85	1.86
Spring Belle	Mirobolan 29C	1.00	1.04	1.08	1.04	1.91
Cardinal	Mirobolan 29C	1.62	1.70	1.67	1.66	1.89
Royal Majestic	Adesoto	1.66	1.71	1.67	1.68	2.59
Royal Glory	Adesoto	1.68	2.12	1.79	1.86	2.39
Nabby	GF 677	1.67	2.17	1.92	1.92	3.13
Royal Summer	GF 677	1.70	1.84	1.81	1.78	3.10
Royal Summer	Saint Julien A	1.65	1.64	1.57	1.62	1.29
Sweet Dream	GF 677	1.83	2.20	2.07	2.03	3.23
Royal Jim	Adesoto	1.61	1.57	1.47	1.55	1.84
Sweet Henry	Adesoto	1.69	1.91	1.76	1.79	2.98
Red Top	Mirobolan 29C	1.64	1.86	1.66	1.72	2.97
Sweet Ivan	GF 677	1.72	1.95	1.68	1.78	3.11
Sweet Juana	GF 677	1.48	1.90	1.66	1.68	2.02
Gladys	GF 677	1.58	1.75	1.66	1.66	3.07
Lucius	GF 677	1.68	1.88	1.86	1.81	3.19
Average		1.62	1.82	1.69	1.80	2.53

Interesting data regarding the peach trees height are presented in Table 7. As one can see, there is a high significant difference between the average height of Trident trees (1.80 m) and the Vertical Axe (2.53 m). With the exception of Sugar Time/Adesoto, where the measured values were similar (1.85-1.86 m), for all the other combinations variety/rootstock, the Vertical Axe trees were taller.

GF 677 produced the taller trees and Saint Julien A, the smallest.

Analysing the height of the three axes in Trident, they were quite balanced with an average of 1.62-1.82-1.69 m, having a slight advantage of the central axe.

## Conclusions

Nectarine and peach trees growth in the first two growing years were influenced by variety, rootstock and canopy.

Highest TCSA was registered in Trident, showing higher tree vigour in correlation with a larger foliar index and light interception on the three axes. The tree axes vigour was balanced with a slight advantage of the central axe.

The highest trees were measured in Vertical Axe, but the gap between trees on the row was higher.

As rootstock, GF 677 gave the more vigorous trees, followed by Adesoto, Mirobolan 29C and the lowest vigour trees were produced on Saint Julien A.



# APRICOT TREE TRAINING AND PRUNING

## Materials and method

In an apricot orchard created in the spring of 2017 (Şerban, 2018), several new varieties grafted on different rootstocks have been planted at 4.5 x 1.5 m and respectively 3.5 x 2.0 m for Parallel U and at 3.5 x 2.0 m for Trident canopy (Table 8). Trees were planted on 0.4-0.5 m raised beds and a trellis system was formed with concrete poles 4.0 m high with four galvanized wires, the first one disposed at 0.6 m. Tree axes were tied up on vertical position with PVC tube and with Amevo/REMA type accessories.



**a**



**b**

**Figure 7.** Parallel U (a) after the summer pruning in May (second leaf) and detail with a REMA tie accessory (b)

**Table 8.** List of varieties and rootstock of apricot planted in 2017

<b>Parallel U (4.5 x 1.5 m)</b>		<b>Parallel U (3.5 x 2.0 m)</b>		<b>Trident (3.5 x 2.0 m)</b>	
<b>Variety</b>	<b>Rootstock</b>	<b>Variety</b>	<b>Rootstock</b>	<b>Variety</b>	<b>Rootstock</b>
Congat	GF677	Wonder Cot	Mir. 29C	Faralia	Mir. 29C
Primando	St. Julien A	Lady Cot	Mir. 29C	Farely	St. Julien A
Primaya	St. Julien A	Delice	Mir. 29C	Farbali	St. Julien A
Rubista	Mir. 29C	Lily Cot	Mir. 29C	Farbali	Mir. 29C
Portici	Mir. 29C	Milord	Mir. 29C	Fartoly	St. Julien A
Pisana	Mir. 29C	Swired	Mir. 29C	Farbela	Mir. 29C
CMBU	Mir. 29C	Congat	Mir. 29C	Anegat	Mir. 29C
Bergeron	Mir. 29C	Mikado	Mir. 29C	Farlis	Mir. 29C
Vitillo	Mir. 29C	Lido	Mir. 29C	Farclo	Mir. 29C
Boccuccia	Mir. 29C	Med Flo	Mir. 29C	Farclo	St. Julien A
		Flopria	Mir. 29C	Primaya	St. Julien A

After planting, the inter-row was cultivated with perennial grasses and micro sprinklers fertigation was install and used. Tree growth expressed by the trunk and tree axes cross-sectional area was analysed at the end of the first year of growth, to determine the influence of the variety, rootstock and canopy.

The trunk cross-sectional area (TCSA) is presented in the Table 9. Trident registered the highest values with an average of 12.72 cm<sup>2</sup>, nearly double in comparison with the Parallel U canopy (6.81 and 7.03 cm<sup>2</sup>, respectively). The different planting distances (4.5 x 1.5 m and 3.5 x 2.0 m) for the two variants of the Parallel U didn't influence significantly the values of the TSCA.

There were no clear influences of the rootstock on TSCA and probably they will be more evident in the future. The highest value for TSCA was measured at Farbali grafted on Saint Julien A and led as Trident. The smallest values for TSCA were measured at Mikado/Mir.29C, Lily Cot/Mir.29C, Bergeron/Mir.29C etc.

**Table 9.** Influence of variety, rootstock and canopy on apricot TCSA (cm<sup>2</sup>) after the first year

Parallel U (4.5 x 1.5 m)		Parallel U (3.5 x 2.0 m)		Trident (3.5 x 2.0 m)	
Variety/Rootstock	TCSA	Variety/Rootstock	TCSA	Variety/Rootstock	TCSA
Congat/GF677	7.01	Wonder Cot/Mir.29C	7.52	Faralia/Mir.29C	14.07
Primando/SJA	8.67	Lady Cot/Mir.29C	9.37	Farely/SJA	9.59
Primaya/SJA	6.84	Delice/Mir.29C	7.09	Farbali/SJA	14.68
Rubista/Mir.29C	7.18	Lily Cot/Mir.29C	4.04	Farbali/Mir.29C	14.00
Portici/Mir.29C	6.89	Milord/Mir.29C	11.05	Fartoly/SJA	12.35
Pisana/Mir.29C	6.28	Swired/Mir.29C	3.46	Farbela/Mir.29C	11.63
CMBU/Mir.29C	6.16	Congat/Mir.29C	8.02	Anegat/Mir.29C	13.65
Bergeron/Mir.29C	5.49	Mikado/Mir.29C	2.51	Farlis/Mir.29C	12.38
Vitillo/Mir.29C	7.77	Lido/Mir.29C	11.16	Farclo/Mir.29C	12.53
Boccuccia/Mir.29C	5.77	Med Flo/Mir.29C	10.33	Farclo/SJA	14.25
		Flopria/Mir.29C	2.81	Primaya/SJA	10.81
Average	6.81		7.03		12.72

By analysing the axes cross-sectional area (ACSA) it was possible to appreciate if they are balanced or not, and also to see how the tree vigour was influenced.

Table 10 and 11 present the ACSA for Parallel U planted at two different but similar densities: 1481 trees/ha (4.5 x 1.5 m) and 1428 trees/ha (3.5 x 2.0 m).

It seems that the parallel axes were quite balanced at that stage of growth. By planting in narrower rows at only 3.5 m and having a larger distance between trees, the ACSA measured was higher.

**Table 10.** Influence of variety and rootstock on axes cross-sectional area (ACSA) in apricot under Parallel U canopy (4.5 x 1.5 m)

Variety	Rootstock	ACSA Left (cm <sup>2</sup> )	ACSA Right (cm <sup>2</sup> )	Total ACSA (cm <sup>2</sup> )
Congat	GF677	2.00	1.85	3.85
Primando	St. Julien A	2.13	2.34	4.47
Primaya	St. Julien A	2.92	2.73	5.65
Rubista	Mir. 29C	1.64	2.01	3.65
Portici	Mir. 29C	1.37	1.31	2.68
Pisana	Mir. 29C	1.31	1.49	2.80
CMBU	Mir. 29C	1.42	2.15	3.57
Bergeron	Mir. 29C	1.49	1.96	3.45
Vitillo	Mir. 29C	2.25	2.53	4.78
Boccuccia	Mir. 29C	1.29	1.72	3.01
Average		1.78	2.01	3.79

**Table 11.** Influence of variety and rootstock on axes cross-sectional area (ACSA) in apricot under Parallel U canopy (3.5 x 2.0 m)

Variety	Rootstock	ACSA Left (cm <sup>2</sup> )	ACSA Right (cm <sup>2</sup> )	Total ACSA (cm <sup>2</sup> )
Wonder Cot	Mir. 29C	2.21	2.44	4.65
Lady Cot	Mir. 29C	1.84	3.12	4.96
Delice	Mir. 29C	2.12	2.61	4.73
Lily Cot	Mir. 29C	1.06	1.42	2.48
Milord	Mir. 29C	2.57	3.75	6.32
Swired	Mir. 29C	1.15	0.90	2.05
Congat	Mir. 29C	2.23	3.01	5.24
Mikado	Mir. 29C	0.56	0.58	1.14
Lido	Mir. 29C	3.02	4.16	7.18
Med Flo	Mir. 29C	4.43	3.54	7.97
Flopria	Mir. 29C	2.21	2.44	4.65
Average		2.13	2.54	4.67

As in the case of TCSA, the average and the total values of axes cross-sectional area (ACSA) measured in Trident were higher than in Parallel U. As it was expected the central axes in every tree were slightly more vigorous (3.45 for central axe and 2.73 and 2.76 cm<sup>2</sup> for the lateral axes) and that is a problem that the fruit grower has to solve, as earlier as possible.

**Table 12.** Influence of variety and rootstock on axes cross-sectional area (ACSA) in apricot under Trident canopy (3.5 x 2.0 m)

Variety	Rootstock	ACSA Left (cm <sup>2</sup> )	ACSA Central (cm <sup>2</sup> )	ACSA Right (cm <sup>2</sup> )	Total ACSA (cm <sup>2</sup> )
Faralia	Mir. 29C	2.75	3.82	4.34	10.91
Farely	St. Julien A	3.89	2.69	2.62	9.20
Farbali	St. Julien A	3.24	2.59	2.67	8.50
Farbali	Mir. 29C	1.83	5.13	3.09	10.05
Fartoly	St. Julien A	1.76	2.95	3.23	7.94
Farbela	Mir. 29C	3.41	3.51	2.65	9.57
Anegat	Mir. 29C	2.86	7.02	2.16	12.04
Farlis	Mir. 29C	2.85	3.61	1.35	7.81
Farclo	Mir. 29C	1.90	1.34	3.04	6.28
Farclo	St. Julien A	2.28	2.26	2.29	6.83
Primaya	St. Julien A	3.32	3.13	2.95	9.40
Average		2.73	3.45	2.76	8.98



**Figure 8.** Trident (a) after the summer pruning in May (second leaf) and general view of the row (b)

## References

- Caruso, T., Motisi, A. Di Vaio, C. 2006. Peach planting systems in Southern Italy: ecophysiological aspect and technical developments. *Acta Hort.* 772, 423-430.
- Cepoiu, N., Manolache C., 2006. Piersicul, sortimente și tehnologii moderne (Peach, assortment and modern technologies). Editura Ceres, Bucuresti.
- Chalmers, D.V., van den Ende, B., van Heek, L., 1978. Productivity and mechanization of the Tatura trellis orchard. *HortScience*, 13:517–521.
- Corelli-Grappadelli, L., Brighenti, G., Ravaioli, F., Sansavini S. 1986. Esperienze su forme di allevamento del pesco per medie ed alte densita di impianto. *Riv Frut.* 12: 55-60.
- DeJong, T.M., Negron, C., Favreau, R., Day, K.R., Costes, E., Lopez, G. and Guédon, Y. 2012. Using concepts of shoot growth and architecture to understand and predict responses of peach trees to pruning. *Acta Hort.* 962: 225-232
- Matei, T., Stănică, F., Madja,r R.M. 2012. Varieties and Planting Systems Influence the Peach Tree Growth. Productivity and NPK uptake. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca.* 2012. 40(2):177-182.

- Matei, T., Stănică, F., Gălă, R.A. 2013. The Effect of Planting System on Canopy Architecture of Some New Peach Varieties Cultivated in the Southern Part of Romania. *Acta Hortic.* 981:289-293.
- Radu, P.C. 2018. Sisteme de plantare și forme de coroană pentru cultura modernă a piersicului (Canopies and planting systems for peach modern cultivation), USAMV, Faculty of Horticulture, București.
- Stănică, F., Peticilă, A., Dumitrașcu, M., Matei, T., Gălă, R.A. 2012. Influence of the planting system on peach tree growth and productivity. *Acta Hortic.* 940: 293-299.
- Stănică, F., Eremia, A., 2014. Behaviour of some new apricot varieties under the parallel trident planting system. *Acta Hortic.* 1058:129-136.
- Stănică, F., Dumitru, L.M., Ivașcu, A. 2017. Overview of Romanian Peach Breeding, IX International Peach Symposium. (ISHS), București, 2-6 July (in press. *Acta Hort.*).
- Șerban, D. 2018. Studiul comportării unor soiuri noi de cais în mai multe sisteme de plantare și forme de coroană (Study of the behaviour of some new apricot varieties in different canopies and planting systems). USAMV, Faculty of Horticulture, București.
- Widmer, A., Krebs, C. 1997. Mikado and Drilling (Triplet) - Two novel training systems for sustainable high quality apple and pear production. *Acta Hortic.* 451:519-528.

## **RANA LETNJA REZIDBA KAJSIJE - JEDNA OD MERA UNAPREĐENJA TEHNOLOGIJE GAJENJA**

Ivan Glišić, Tomo Milošević

*Agronomski fakultet - Čačak, Srbija*

E-mail: glishoo@yahoo.com

**Izvod.** U radu su prikazani rezultati dvogodišnjih istraživanja koja se odnose na prekraćivanje mladara u okviru rane letnje rezidbe kajsije. Prekraćivanje mladara je izvršeno sa ciljem smanjenja bujnost i potenciranja razvoja prevremenih grančica, koje će se do kraja vegetacije diferencirati u rodne grančice. Ogled je sproveden tokom 2015. i 2016. godine u zasadu kajsije kalemljene na sejancu džanarike i gajene pri razmaku sadnje  $5,8 \times 3,5$  m. Ispitivanja su sprovedena na 3 sorte kajsije (Roksana, NS4 i Mađarska najbolja) u 3 termina prekraćivanja mladara ( $T_1$  - 5. jun,  $T_2$  - 20. jun i  $T_3$  - 5. jul). Rezultati su pokazali da se u terminima  $T_1$  i  $T_2$  dobija visok procenat pozitivne reakcije na prekraćivanje. Pozitivnom reakcijom se smatra kada se nakon prekraćivanja mladara aktivira bar jedan letnji pupoljak i do kraja vegetacije razvije bar jedna prevremena grančica. Pozitivna reakcija u terminima  $T_1$  i  $T_2$  se kretala od 78,2 do 93,2%, dok je u  $T_3$  pozitivna reakcija ostvarena samo u 4,9% prekraćenih mladara. U pogledu razlika između sorti - reakcija sorti Roksana i NS4 je bila slična i na visokom nivou, dok je sorta Mađarska najbolja imala nešto slabiju reakciju na prekraćivanje mladara. U terminima  $T_1$  i  $T_2$  je dobijen najveći broj prevremenih grančica (1,92, odnosno 2,32 prevremene grančice po učinjenom preseku), a prosečna dužina razvijenih prevremenih grančica je bila 36,28 cm u  $T_1$ , odnosno 36,93 cm u  $T_2$ . U  $T_3$  je dobijen manji broj prevremenih grančica (0,82) male dužine – 14,35 cm. Posmatrano po sortama, Roksana je imala najveći broj prevremenih grančica po učinjenom preseku (2,85), dok je najveću dužinu novorazvijenih prevremenih grančica imala sorta NS4 - 37,38 cm. U svim terminima prekraćivanja do kraja vegetacije razvijale su se prevremene grančice iz kategorije mešovutih rodni grančica, samo je zastupljenost cvetnih pupoljaka u odnosu na vegetativne bila veća u  $T_3$  u odnosu na ranije termine prekraćivanja mladara.

**Ključne reči:** kajsija, rezidba, prekraćivanje mladara, prevremene grančice.

## Uvod

Rezidba je veoma značajna mera nege zbog toga što su u gajenju kajsije još uvek dominantne bujne podloge uglavnom generativnog porekla. Rezidbom se osigurava da stabla budu dovoljno jaka i uspravnog položaja, da grane i grančice zauzimaju pravilan ugao kako bi sunčeva svetlost prodirala u sve delove krošnje zbog formiranja cvetnih pupoljaka i razvitka i zrenja ploda (Demirtas *et al.*, 2010). Ova mera utiče na poboljšanje parametara kvaliteta ploda kao što su: obojenost ploda, ravnoteža između rastvorljivih suvih materija i ukupnih kiselina, akumulacija šećera i sl. (Lord i Greene, 1982). Takođe, rezidbom se uspostavlja balans između vegetativnog rasta i rodnosti.

Letnja rezidba kajsije se odavno primenjuje u evropskim zemljama sa razvijenom proizvodnjom (Krška *et al.*, 2012). Kada je u pitanju kajsija, među prvima je na značaj letnje rezidbe ukazao Šit (1958) po kome prekraćivanje mladara krajem maja i u prvoj polovini juna uslovljava pojavu prevremenih grančica, na kojima je cvetanje kasnije u odnosu na cvetanje na letorastima. Prethodni radovi su takođe pokazali da letnja rezidba pozitivno utiče na formiranje cvetnih pupoljaka, poboljšava kvalitet plodova i kontroliše razvoj stabala (Kuden i Kaska, 1995; Demirtas *et al.*, 2010). Generalno, letnja rezidba se može primeniti pre i posle berbe, uzimajući u obzir razvoj cvetnih pupoljaka. Ukoliko je prekraćivanje mladara obavljeno ranije, pre berbe, najčešće se iz letnjih pupoljaka razvijaju prevremene grančice na kojima se formiraju cvetni pupoljci (Šit, 1958; Demirtas *et al.*, 2010). Takođe, letnja rezidba pozitivno utiče na smanjenje bujnosti stabala, ranije plodonošenje i kvalitet ploda (Son i Küden, 2002; Szklarz *et al.*, 2011).

Međutim, u zasadima kajsije u našoj zemlji letnja rezidba se primenjuje tek u novije vreme i po pravilu posle obavljene berbe do poslednje dekade avgusta, tj. u paramirovanju (Milošević *et al.*, 2008; Jovanović *et al.*, 2010). Potrebe za primenom rezidbe kajsije, naročito letnje, dodatno su uvećane činjenicom da je u našim zasadima dominantna podloga sejanac džanarike, koja je veoma bujna. Rezidba pre berbe, koja podrazumeva uglavnom zahvate na mladarima i deluje inhibitorno na njihov rast, u zasadima kajsije u Srbiji primenjuje se u maloj meri. Pored toga, termini u kojima treba primenjivati ovu rezidbu nisu precizno definisani.

Iz tih razloga, osnovni cilj našeg rada se sastojao u utvrđivanju optimalnog termina letnje rezidbe radi stimulisanja razvoja kvalitetnih prevremenih grančica sa formiranim cvetnim pupoljcima na sebi.

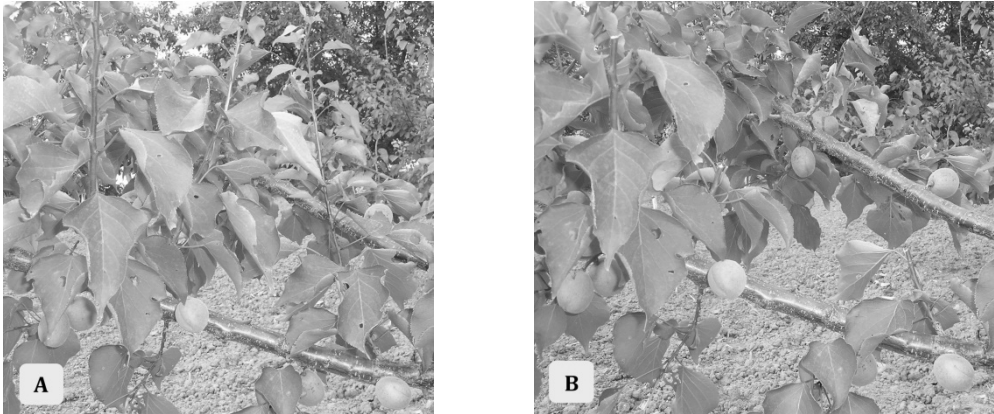
## Materijal i metode rada

Ispitivanja su vršena tokom 2015 i 2016. godine u zasađu kajsije u selu Gornja Gorevnica, koje se nalazi oko 10 km severozapadno od Čačka (43°53'N; 20°21'E; 390 m nadmorske visine). Sorte na kojima su vršena ispitivanja su Roksana, NS-4 i Mađarska najbolja. Stabla su kalemljena na podlozi sejanac Džanarike (*Prunus cerasifera* Ehrh.) i posađena na razmaku 5,8 × 3,5 m (493 stabla ha<sup>-1</sup>). Uzgojni oblik je kotlasta krošnja sa 3-4 osnovne ramene grane. U



zasadu su primenjivane standardne mere nege, osim navodnjavanja. U godinama ispitivanja zasad se nalazio u 4., odnosno 5. godini starosti.

Kotlastu krošnju kao uzgojni oblik karakteriše sklonost ka ogoljavanju osnove osnovnih ramenih grana i premeštanju roda ka periferiji krune, zbog čega je već od druge godine po sadnji primenjivana letnja rezidba. Kao jedna od pomotehničkih mera u okviru letnje rezidbe primenjivano je prekraćivanje mladara na 4-6 pupoljaka (Sl. 1.).



**Slika 1.** Mladari kajsije pre prekraćivanja (A) i nakon obavljenog prekraćivanja (B) u toku vegetacije  
*Shoots of apricot before (A) and after (B) heading during growing season*

Prekraćivanje mladara je vršeno u 3 termina (T). Prvi termin (T<sub>1</sub>) je bio 5. juna, drugi (T<sub>2</sub>) 20. juna i treći (T<sub>3</sub>) 5. jula. U svakom terminu vršeno je prekraćivanje ukupno 30 mladara raspoređenih u 3 ponavljanja po 10 mladara (jedno stablo – jedno ponavljanje) posle čega je praćeno formiranje prevremenih grančica. Krajem marta naredne godine najpre je utvrđena reakcija na izvedeno skraćivanje mladara u različitim terminima u toku prethodne vegetacije (0 = nije došlo do razvoja prevremenih grančica na skraćenom mladaru, 1 = razvila se jedna prevremena grančica na mladaru, 2 = razvile se dve prevremene grančice na mladaru, itd.). Od morfoloških osobina izmerena je dužina prevremenih grančica (cm) i određen je broj vegetativnih pupoljaka i broj cvetnih pupoljaka po prevremenoj grančici.

Podaci su prikazani kao srednje vrednosti ispitivanih parametara ± standardna greška (SE). Statistička analiza je urađena primenom dvofaktorijalne analize varijanse, a testiranje značajnosti dobijenih razlika između srednjih vrednosti izvršeno je primenom LSD testa za nivo značajnosti od  $P \leq 0.05$ . Za obradu podataka korišćen je statistički program ANOVA (SPS Statistica, Software 5.0).

## Rezultati rada i diskusija

Rezultati rada koji se odnose na reakciju sorti kajsije na prekraćivanje mladara u različitim terminima u toku vegetacije prikazani su u tabeli 1.

**Tabela 1.** Reakcija mladara kajsije na prekraćivanje u različitim terminima u toku vegetacije (%)  
*Response of shoots to heading at different terms during growing season (%)*

	Reakcija mladara na prekraćivanje (%) <i>Response of shoots to heading (%)</i>			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	Prosek/Average
Roksana	98,40±8,44	88,62±7,90	4,25±0,49	63,73±5,61 a
NS - 4	92,87±8,90	80,42±8,20	10,63±0,90	61,24±6,00 a
Mađarska najbolja	88,47±10,32	65,62±5,44	0	51,30±5,25 b
Prosek/Average	93,24±9,22 a	78,22±7,18 a	4,93±0,46 b	58,72±5,62

Rezultati pokazuju da je procenat pozitivne reakcije na prekraćivanje mladara u toku vegetacije u ranijim terminima prekraćivanja (T<sub>1</sub> i T<sub>2</sub>) na veoma visokom nivou – 93,24% u T<sub>1</sub> i 78,22% u T<sub>2</sub>. Kada su mladari prekraćivani u poslednjem terminu (T<sub>3</sub>) procenat pozitivne reakcije je bio na izuzetno niskom nivou (4,93%), odnosno razvoj prevremenih grančica je bio slab. Kod sorte Mađarska najbolja je čak u potpunost izostao. Glisic *et al.* (2016) navode da je u sličnim istraživanjima, samo u drugim ekološkim uslovima, kada su mladari prekraćivani početkom jula razvoj prevremenih grančica bio na značajnom višem nivou – čak 64,16% pozitivne reakcije, što se značajno razlikuje od rezultata dobijenih u ovom radu. Pretpostavljamo da su razlozi u tome što su ispitivanja u radu Glisic *et al.* (2016) obavljena u toku 2014. godine, koju je karakterisala velika količina padavina u toku leta. Padavine tokom leta, odnosno nakon prekraćivanja mladara i u kasnijim terminima, doprinele su aktiviranju pupoljaka i razvoju prevremenih grančica, što upućuje na zaključke da na razvoj prevremenih grančica u toku vegetacije mogu uticati ne samo sorta ili termin prekraćivanja mladara, nego i meteorološke prilike tokom godine.

U pogledu razlika između sorti, najbolju reakciju su pokazale Roksana i NS-4 između kojih nije bilo značajnih razlika (63,73%, odnosno 61,24% pozitivne reakcije). Nešto slabiju reakciju na prekraćivanje mladara u toku vegetacije je pokazala Mađarska najbolja – 51,30% pozitivne reakcije. Ovo potvrđuje ranije dobijene rezultate (Milošević i sar., 2008; Milošević i sar., 2011a), po kojima sorta Roksana pozitivno reaguje na prekraćivanje mladara u toku vegetacije.

Rezultati rada koji se odnose na broj, kao i dužinu prevremenih grančica dobijenih nakon prekraćivanja mladara u toku vegetacije, prikazani su u tabeli 2.

**Tabela 2.** Broj i dužina prevremenih grančica dobijenih nakon prekraćivanja mladara kajsije u različitim terminima u toku vegetacije  
*Number and length of sylleptic shoots developed after heading of apricot shoots at different terms during growing season*

	Broj prevremenih grančica <i>Number of sylleptic shoots</i>	Dužina prevremene grančice (cm) <i>Length of sylleptic shoot (cm)</i>
Termin prekraćivanja mladara (A)/ <i>Terms of heading of shoots (A)</i>		
T <sub>1</sub>	2,32±0,13 a	36,28±1,80 a
T <sub>2</sub>	1,92±0,10 a	36,93±1,41 a
T <sub>3</sub>	0,82±0,05 b	14,35±1,90 b
Sorta (B)/ <i>Cultivar (B)</i>		
Roksana	2,85±0,17 a	30,55±1,52 b
NS - 4	1,08±0,06 b	37,38±1,91 a
Mađarska najbolja	1,14±0,06 b	29,45±1,88 b
A × B		
T <sub>1</sub>	Roksana	3,05±0,18
	NS - 4	1,81±0,09
	Mađarska najbolja	2,11±0,10
T <sub>2</sub>	Roksana	3,35±0,20
	NS - 4	1,10±0,04
	Mađarska najbolja	1,32±0,07
T <sub>3</sub>	Roksana	2,15±0,12
	NS - 4	0,32±0,02
	Mađarska najbolja	0
A	*	*
B	*	*
A × B	nz	nz

Najveći broj prevremenih grančica razvijen je u prvom i drugom terminu prekraćivanja mladara (2,32, odnosno 1,92 prevremenih grančica po prekraćenom mladaru). Značajno manji broj prevremenih grančica se razvio u trećem terminu prekraćivanja mladara (0,82). Razlozi pojave većeg broja prevremenih grančica u ranijim terminima prekraćivanja mladara su prvenstveno u tome što je nakon T<sub>2</sub>, a naročito nakon T<sub>1</sub> još uvek značajno dug period koji se karakteriše aktivnim porastom mladara, što dovodi do aktiviranja većeg broja pupoljaka na prekraćenom mladaru, a time i do razvoja većeg broja prevremenih grančica (Sl. 2).



**Slika 2.** Razvoj od 2 do 4 prevremene grančice nakon prekraćivanja mladara u ranijim terminima  
*The development 2 to 4 sylleptic shoots after heading at earlier terms*



**Slika 3.** Razvoj većeg broja prevremenih grančica kod sorte Roksana  
*The development of a large number of sylleptic shoots in the cultivar Roksana*

Što se tiče razlike između sorti, najveći broj prevremenih grančica razvijen je kod sorte Roksana (2,85) (Sl. 3), dok je kod NS-4 i Mađarske najbolje dobijeno značajno manje prevremenih grančica po prekraćenom mladaru (1,08, odnosno 1,14). Obzirom da sorta Roksana ima retku krunu (Milatović, 2013), od velikog je značaja dobijanje većeg broja prevremenih grančica upravo kod ove sorte, jer će to obezbediti dobro obrastanje krune.

Što se tiče dužine dobijenih prevremenih grančica, po pitanju uticaja termina prekraćivanja, zapažena je ista pravilnost kao i u prethodnom slučaju – duže prevremene grančice su dobijane u ranijim terminima prekraćivanja mladara, a značajno kraće u terminu T<sub>3</sub>. Po pitanju sorti, najduže prevremene grančice je imala sorta NS-4 (37,38 cm), dok su prevremene grančice kod Roksane i Mađarske najbolje bile slične dužine i kraće (30,55, odnosno 29,45cm). Dobijene vrednosti su u skladu sa bujnošću ispitivanih sorti (Milošević i sar., 2010; Milatović, 2013).

Rezultati koji se odnose na odnos cvetnih i vegetativnih pupoljaka na razvijenim prevremenim grančicama, prikazani su u tabeli 3.

**Tabela 3.** Broj cvetnih i vegetativnih pupoljaka na prevremenim grančicama kajsije

*The number of flower and vegetative buds on sylleptic shoots of apricot*

		Broj cvetnih pupoljaka/ <i>Number of flower buds</i>	Broj vegetativnih pupoljaka/ <i>Number of vegetative buds</i>
Termin prekraćivanja mladara (A)/ <i>Terms of heading of shoots (A)</i>			
T <sub>1</sub>		7,45±0,71	19,00±1,27 a
T <sub>2</sub>		8,14±0,90	18,05±1,14 a
T <sub>3</sub>		8,60±0,42	14,92±0,99 b
Sorta (B)/ <i>Cultivar</i>			
	Roksana	10,63±0,63 a	19,58±1,35
	NS - 4	7,18±0,44 b	17,04±1,20
	Mađarska najbolja	5,26±0,29 c	15,22±0,80
A × B			
T <sub>1</sub>	Roksana	10,80±0,58	22,45±1,19 a
	NS - 4	6,35±0,43	18,32±1,20 ab
	Mađarska najbolja	5,20±0,40	16,24±0,93 b
T <sub>2</sub>	Roksana	12,30±0,70	20,65±1,22 a
	NS - 4	6,80±0,49	18,60±1,56 ab
	Mađarska najbolja	5,32±0,51	14,90±1,03 b
T <sub>3</sub>	Roksana	8,80±0,49	15,65±0,89 b
	NS - 4	8,40±0,40	14,20±0,85 b
	Mađarska najbolja	0	0 c
A		nz	*
B		*	nz
A × B		nz	*

Broj cvetnih pupoljaka na prevremenoj grančici se nije značajno razlikovao u odnosu na termin prekraćivanja mladara, dok su razlike u broju vegetativnih pupoljaka bile značajne. Značajno veći broj vegetativnih pupoljaka je bio kod prevremenih grančica razvijenih nakon prvog, odnosno drugog termina prekraćivanja mladara u toku vegetacije, nego što je to bio slučaj u trećem terminu. Interesantan je odnos vegetativnih i generativnih pupoljaka na prevremenoj grančici. On je u T<sub>1</sub> bio približno 2,5:1, dok je u T<sub>3</sub> bio 1,7:1. Slični rezultati su ostvareni u radu Glisic *et al.* (2016). Milošević *et al.* (2011b) navode da se u kasnijim terminima prekraćivanja mladara dobijaju uglavnom kraće prevremene grančice, ali sa većom zastupljenošću cvetnih u odnosu na vegetativne pupoljke, što je potvrđeno našim rezultatima (Sl. 4.).



**Slika 4.** Kratke preveremene grančice sa velikim brojem cvetnih pupoljaka  
*The short sylleptic shoots with large number of flower buds*



**Slika 5.** Kasnije otvaranje cvetova na prevremenim grančicama  
*The later opening of flowers on sylleptic shoots*

U pogledu razlike između sorti, najbolji odnos cvetnih i vegetativnih pupoljaka je imala sorta Roksana (približno 1:2), dok je taj odnos kod Mađarske najbolje bio približno 1:3. Glisic *et al.* (2015) su takođe dobili slične rezultate sa sortom Roksana, samo što je rezultat bio još povoljniji u pogledu broja cvetnih pupoljaka, kao i odnosa cvetnih i vegetativnih pupoljaka. To se može objasniti time da je Roksana sorta visokog potencijala rodnosti (Milošević *et al.*, 2010). Dobro razvijene prevremene grančice, koje su do kraja vegetacije diferencirane u kvalitetne rodne grančice, imaju još jednu prednost, a to je da je cvetanje na njima i do nekoliko dana kasnije u odnosu na cvetanje majskih buketića (Sl. 5), što je u saglasnosti sa navodima Miloševića i sar. (2008) i Milatovića (2015).

## Zaključak

Na osnovu prikazanih rezultata mogu se doneti sledeći zaključci: Prekraćivanje mladara sorti kajsije Roksana, NS-4 i Mađarska najbolje je obaviti u ranijim terminima (1 - 20. jun). Prekraćivanje izvedeno u ovim terminima imalo je za posledicu pozitivniju reakciju, veći broj i veću dužinu razvijenih prevremenih grančica, nego kada je to vršeno u kasnijim terminima (početak jula). Sa druge strane, kasniji termini prekraćivanja delovali su inhibitory na vegetativni porast. Takođe, u tim varijantama dobijen je mali broj, uglavnom kratkih prevremenih grančica, pretežno generativnog karaktera. Generalno, kajsija kalemljena na sejancu džanarike, pozitivno reaguje na meru prekraćivanja mladara u okviru rane letnje rezidbe, naročito ako se ona sprovodi u prvoj polovini juna.

**Zahvalnica:** Rad je deo istraživanja u okviru Projekta TR 31064 („Stvaranje i očuvanje genetičkog potencijala kontinentalnih vrsta voćaka“) finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## Literatura

- Demirtas, N.M., Bolat, I., Ercisli, S., İkinci, A., Olmez, H.A., Sahin, M., Altindag, M., Celik, B. 2010. The effects of different pruning treatments on the growth, fruit quality and yield of 'Hacihaliloglu' apricot. *Acta Scientarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 9: 183-192.
- Glišić I., Milošević, T., Paunović, G., Ilić, R. 2015. Uticaj termina prekraćivanja mladara na osobine i razvoj prevremenih grančica kod kajsije. *Zbornik radova XX Savetovanja o biotehnologiji; Agronomski fakultet Čačak*, 13 – 14. 03. 2015. 20 (22): 211-219.
- Glišić I., Mikić, D., Milošević, T., Paunović, G., Ilić, R. 2016. Effect of heading cut position and date of heading during early summer pruning on the occurrence and properties of sylleptic shoots in apricot. *Book of Proceedings VII International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM"*, Jahorina, Bosnia & Herzegovina, October 06-09. 2016. 508-513.
- Jovanović, S., Milošević, T., Glišić, I. 2010. Effect of late summer pruning on fruiting shoot characteristics of apricot cv. Hungarian Best. In: *Conference Proceedings 2<sup>nd</sup> International Conference on Horticulture Post-graduate Study*. Lednice, Czech republic, 30-31<sup>th</sup> August 2010. 54-59
- Krška B., Gogolková, K., Ondrášek, I., Dokoupil, L. 2012. Preliminary evaluation of basic biological traits of apricots on selected rootstocks. *Acta Horticulturae*, 966: 183-188.
- Küden, A, Kaska, N. 1995. Effects of winter and summer pruning on the yield and fruit quality of Priana and Beliana apricot cultivars. *Acta Horticulturae*, 384: 455-459.
- Lord, W.J., Greene, D.W. 1982. Effect of summer pruning on the quality of McIntosh apples. *HortScience*, 17: 372-373.
- Milatović, D. (2013): Kajsija. Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak.
- Milošević, T., Glišić, I., Veljković, B., Glišić, I., Paunović, G., Milošević, N. 2008. Osnovni uzroci variranja proizvodnje kajsije. *Zbornik naučnih radova XXIII Savetovanja Unapređenje proizvodnje voća i grožđa, Grocka*. 14(5): 21-31.
- Milošević, T., Milošević, N., Glišić, I. 2011a. Influence of Stock on the Early Tree Growth, Yield and Fruit Quality Traits of Apricot (*Prunus Armeniaca* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 17(3). 167-176.
- Milošević, T., Milošević, N., Glišić, I., Paunović, G. 2011b: Uticaj letnje rezidbe na osobine prevremenih grančica kajsije. *Zbornik naučnih radova XXVIII Savetovanja Unapređenje proizvodnje voća i grožđa, Grocka*. 17(5): 27-36.
- Milošević, T., Glišić, I., Paunović, G., Milošević, N., Glišić, I. 2010. Uticaj podloge i razmaka sadnje na vegetativni rast i početnu rodnost kod kajsije. *Zbornik sažetaka XV međunarodnog naučno-stručnog savjetovanja agronoma Republike Srpske, Trebinje*, p 102
- Son, L., Küden, A. 2002. Effects of Pruning Treatments on the Yield and Fruit Quality of Precoce de Tyrinthe Apricot Cultivar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 79-86.

- Szklarz, M., Radajewska, B., Klak T. 2011. Effect of tree pruning and crown formation in young apricot (*Armeniaca vulgaris* Lam) trees on their growth and yielding. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 10(3): 63-73.
- Шит, П. Г. 1958. Учение о росте и развитии плодовых и ягодных культур. Москва.



## Early summer pruning of apricot – one of measures to improve growing technology

Ivan Glišić, Tomo Milošević  
*Faculty of Agriculture - Čačak, Republic of Serbia*  
E-mail: [glishoo@yahoo.com](mailto:glishoo@yahoo.com)

### Summary

The paper presents results of two years study related to heading cut of shoots within early summer apricot pruning. Heading of shoots is done in order to reduce vigour and emphasizes development of sylleptic shoots which will develop into bearing branches by the end of the growing season. Research was conducted in an apricot orchard during 2015 and 2016. Trees were grafted on Myrobalan seedling rootstock and planted at a spacing of  $5.8 \times 3.5$  m. The research included three cultivars ('Roksana', 'NS4' and 'Hungarian Best') and three dates of cutting back of shoots ( $T_1$  – 5 of June,  $T_2$  – 20 of June and  $T_3$  – 5 of July). The results showed that the high percent positive response of shoots on heading was obtained at  $T_1$  and  $T_2$  treatments (78.2% and 93.2%), whereas the shoots cutted back at  $T_3$  had only 4.9% positive reaction. A positive reaction implies that sylleptic shoots were developed on a shoot who has been cutted at some of mentioned terms up to end of growing season. Regarding the differences between the cultivars - the reaction of the cultivars 'Roxana' and 'NS4' was similar and on a high level, while the cultivar 'Hungarian Best' had a slightly weaker reaction on the heading of shoots. The highest number of sylleptic shoots (1.92, or 2.32 sylleptic shoots per cut) was obtained in terms of  $T_1$  and  $T_2$ . The average length of the developed sylleptic shoots was 36.28 cm in  $T_1$  and 36.93 cm in  $T_2$ . A smaler number (0.82) and small length (14.35 cm) of sylleptic shoots in  $T_3$  were obtained. Observed by cultivars, 'Roxana' had the highest number of sylleptic shoots per cross section (2.85), while the highest length of newly developed branches was in 'NS4' (37.38 cm). The sylleptic shoots from the category mixed fruiting branches were developed on shoots cutted in all terms of heading, but presence of flower buds in relation to vegetative was higher in  $T_3$  compared to the earlier terms of cutting of shoots.

**Key words:** apricot, pruning, heading cut, sylleptic shoots.



## DIZAJNIRANJE OPTIMALNOG REŽIMA ISHRANE BOROVNICE – NOVA PARADIGMA

Jasminka Milivojević

*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080  
Beograd, Republika Srbija  
E-mail: [jasminka@agrif.bg.ac.rs](mailto:jasminka@agrif.bg.ac.rs)*

**Izvod.** U radu su analizirani različiti koncepti ishrane borovnice gajene u zemljištu i u kontejnerima sa povezivanjem ključnih faktora koji utiču na proces ishrane, kao što su: zahtevi borovnice za hranljivim elementima i njihova pristupačnost, nutritivni status biljaka, izbor đubriva, određivanje normi i načina njihove primene, kao i uloga mikorize u proizvodnim uslovima. Za određivanje optimalnog režima ishrane borovnice od presudnog značaja je pravilan izbor vrste i količine đubriva prilagođen starošću biljaka, poznavanje količine hranljivih elemenata koji se iznose berbom plodova i rezidbom, pH vrednosti i sadržaja hranljivih elemenata u supstratu/zemljištu, kao i u listovima borovnice (folijarna analiza). Folijarna analiza nalazi sve širu primenu u proizvodnoj praksi jer pruža pouzdanu sliku o trenutnom stanju ishranjenosti biljke. Prednost ove metode ogleda se i u racionalnijem korišćenju đubriva, čime se smanjuju troškovi proizvodnje. Kroz sagledavanje sopstvenih i stranih iskustava u ovoj oblasti definisan je najopštiji model održive i balansirane ishrane borovnice. Kombinovanje peletiranih organskih đubriva i granuliranih mineralnih đubriva, koja se ručno dodaju u supstrat, sa redovnom fertigacionom primenom vodorastvorljivih kompleksnih mineralnih đubriva i dopunskom folijarnom prihranom mikroelementima, kalcijumom, magnezijumom i aminokiselinama pokazalo je najbolji efekat na nutritivni status biljke, izbalansiran rast i rodnost borovnice. Inokulacija mikoriznim gljivama dodatno može povećati usvajanje vode i hranljivih elemenata iz zemljišta/supstrata, a time i efekat primene đubriva pod određenim uslovima.

**Ključne reči:** borovnica, hranljivi elementi, đubriva, folijarna dijagnostika, mikoriza

## Uvod

Proizvodnja visokožbunaste borovnice (*Vaccinium corymbosum* L.) u Republici Srbiji pokazuje trend rasta, što potvrđuje i povećanje ukupnih proizvodnih površina, koje su krajem 2018. godine dostigle nivo od oko 1000 ha. Tehnologija gajenja u zemljištu je dominantno zastupljena na trenutno raspoloživim površinama, a u novije vreme zasnivaju se i zasadi u kontejnerima (saksijama ili vrećama). Za punjenje kontejnera koriste se supstratne smeše sastavljene od strugotine četinara i kiselog treseta ili komercijalne gotove smeše napravljene za borovnicu od kiselog treseta, kokosovih vlakana i perlita (Milivojević, 2018). S obzirom da borovnica zahteva kiselu sredinu, pH vrednost zemljišta i supstrata mora da se održava u optimalnom rasponu od 4,2 do 5,5 (Retamales i Hancock, 2018).

Kod obe pomenute tehnologije gajenja, balansirana i precizna ishrana predstavlja jednu od najvažnijih agrotehničkih mera, koja može poboljšati nutritivni status i regulisati vegetativni rast i rodnost borovnice. Imajući u vidu da je korenov sistem borovnice plitak i bez korenovih dlačica, što limitira usvajanje hraniva, u prirodnim staništima specijalne vrste gljiva naseljavaju korenov sistem povećavajući njegovu apsorpcionu površinu (*erikoidna mikoriza*). Ispitivanja izvedena na sorti visokožbunaste borovnice 'Duke' su pokazala da povećane količine đubriva smanjuju kolonizaciju mikoriznim gljivama, dok kod sorte 'Reka' uticaj đubriva na kolonizaciju nije bio značajan, što govori o specifičnoj reakciji sorti u istim uslovima (Golldack *et al.*, 2001). Dodatno, fibrozni korenov sistem borovnice zahteva zemljišta lakog mehaničkog sastava, bogata organskom materijom. U cilju prevazilaženja problema vezanih za otežano pronalaženje zemljišta kisele reakcije sa pogodnim mehaničkim sastavom, primenjuje se tehnologija gajenja u kontejnerima (saksijama/vrećama) ispunjenim supstratom.

U slučaju nedovoljne obezbeđenosti biljaka hranljivim elementima pojavljuju se vidljivi simptomi deficita, koji se manifestuju u promeni boje i deformisanju listova, kao i smanjenju kvaliteta ploda. Azot (N) je najviše zastupljen mineralni element u listu borovnice, čiji sadržaj se kreće u optimalnom rasponu od 1,7 do 2,10% (Hanson i Hancock, 1996). U slučaju deficita N, bujnost biljke je smanjena, a listovi dobijaju bledezelenu do svetložutu boju. Brojne studije su potvrdile da borovnica koristi amonijačnu formu (NH<sub>4</sub>) azota, dok đubriva koja sadrže samo nitrati oblik (NO<sub>3</sub>) mogu smanjiti vegetativni rast biljke ili čak usloviti oštećenja zbog čega ih treba izbegavati (Hart *et al.*, 2006; Vargas i Bryla, 2015; Pineda *et al.*, 2018). Simptomi nedostatka fosfora (P) se ređe uočavaju, dok se nedostatak kalijuma (K) manifestuje u vidu marginalne nekroze listova. Magnezijum (Mg) i kalcijum (Ca) su takođe važni makroelementi, koji učestvuju u brojnim fiziološkim procesima i imaju značajnu ulogu u procesu rastezanja borovnice, a kalcijum je važan i sa aspekta povećanja čvrstoće ploda i otpornosti biljaka prema patogenima (Milivojević, 2018).

Među mikroelementima, najčešće se uočavaju simptomi nedostatka gvožđa (Fe) u vidu internervalne hloroze na mladim listovima. Sa povećanjem deficita, listovi dobijaju smeđu ili bronzano-zlatnu boju i mogu da opadnu, dok se porast

grana i veličina listova smanjuju (Retamales i Hancock, 2018). Nedostatak mangana (Mn) se retko pojavljuje u većini proizvodnih područja gde se uzgaja borovnica (Hart *et al.*, 2006). Sa snižavanjem pH vrednosti sadržaj Mn u listu raste, pa stoga njegov sadržaj može da služi kao indikator pH vrednosti zemljišta/supstrata. Kod cinka (Zn) i bakra (Cu) se simptomi deficita javljaju sa povećanjem pH vrednosti zemljišta/supstrata, kao i pri visokom sadržaju P. Nizak sadržaj bora (B) često je povezan sa nedostatkom Ca i javlja se pri suvom vremenu i usled velikog opterećenja rodom (Retamales i Hancock, 2018).

Nakon određivanja sadržaja pojedinih mineralnih elemenata u listu i ustanovljavanja potrebe za njihovom nadoknadom, važno je definisati i način primene đubriva. Đubrenje se može izvoditi dodavanjem u supstrat granuliranih mineralnih ili peletiranih organskih đubriva, kao i fertigacionom ili folijarnom primenom vodorastvorljivih đubriva (Milivojević *et al.*, 2018). Svaki od pomenutih načina ima svoje prednosti, pri čemu se kombinovanje različitih načina aplikacije đubriva najviše koristi u proizvodnoj praksi u cilju minimiziranja gubitka mineralnih elemenata i prevencije neuravnotežene ishrane u poljskim uslovima.

U prethodnom periodu su ispitivani različiti koncepti ishrane borovnice, posebno u hidroponskom uzgoju, sa ciljem definisanja najopštijeg modela. Ovakav fundamentalni koncept predstavlja značajnu smernicu u programiranju ishrane u specifičnim uslovima sa ciljem ostvarivanja visokih prinosa i komercijalno prihvatljivog kvaliteta ploda borovnice, a uz poštovanje principa/rešenja kojima se doprinosi i očuvanju nutritivnih i zdravstveno promotivnih svojstava proizvedenog voća.

### **Zahtevi borovnice za hranljivim elementima i njihova pristupačnost**

Pravilno određivanje vremena aplikacije đubriva zavisi od faze rasta i razvoja biljaka. Stoga je neophodno usaglasiti zahteve borovnice za biogenim elementima u pojedinim fenofazama rasta sa izborom adekvatne vrste đubriva. Bañados *et al.* (2006) ističu da visokožbunasta borovnica zahteva i apsorbuje najviše N u toku vegetacije od kraja cvetanja do kraja berbe, kada je i najveća lisna masa žbuna. Sa ciljem boljeg iskorišćenja N preporučuje se višekratna primena manjih količina đubriva (100 kg/ha umesto 200 kg/ha) tokom perioda najvećih zahteva za ovim elementom. Ustanovljeno je da trogodišnje biljke sorte 'Bluecrop' imaju najefikasnije usvajanje N sa početkom rasta grana i listova, dok je apsorpcija N smanjena sa prestankom rasta kasnije u sezoni (Throop i Hanson, 1997). Ipak, precizno određivanje zahteva borovnice za N je otežano, zato što N usvojen jedne godine može biti akumuliran u biljkama i korišćen tokom sledeće sezone. Povećane rezerve N kasnije u sezoni mogu koristiti žbunovima tokom sledeće godine, posebno u prolećnom delu vegetacije. Međutim, kasna primena azotnog đubriva podstiče vegetativni rast u jesen što može usled nedovoljnog zdrvenjavanja izazvati oštećenja na granama pod uticajem ranog mraza.

Generalno je poznato da borovnica preferira amonijačni oblik N, koji se obezbeđuje dodavanjem đubriva, kao što su Amonijum sulfat. Kada su biljke

izložene jednakoj koncentraciji amonijačne i nitratne forme N, ustanovljeno je da mnogo brže apsorbuju amonijačni oblik (Merhaut i Darnell, 1995). Ipak, u istraživanjima Hanson-a (2006) nisu uočene razlike u vegetativnom rastu borovnice u zavisnosti od primenjene forme N.

U poređenju sa N, zahtevi borovnice za P su manji, pri čemu se deficit ovog elementa najčešće javlja usled slabije pristupačnosti na veoma kiselim zemljištima ili usled ispiranja na peskovitim zemljištima. Sadržaj P u listu je najveći na početku sezone, a najniži tokom berbe. Simptomi deficita P se ogledaju u zaostajanju biljaka u porastu, sitnijim listovima i crvenilom starijih listova i lisnih drški (Hart *et al.*, 2006). Većina fosfornih đubriva koja se dodaje već postojećim rezervama P u zemljištu samo neznatno povećavaju sadržaj P u zemljišnom rastvoru (Hanson, 2001). Precizno određivanje potrebne količine fosfornih đubriva se izvodi na osnovu agrohemijske analize zemljišta/supstrata i mineralnog sastava lista.

Kalijum je vrlo važan biogeni elemenat, koji se najvećim delom akumulira u plodu (Havlin *et al.*, 2014). Prvi vizuelni simptom deficita K se manifestuje u marginalnoj nekrozi starijih listova, a sa pojavom većeg deficita dolazi do venjenja vrhova grana. Nizak sadržaj K u listu može biti uslovljen različitim faktorima, kao što su: smanjena funkcija korena, prezasićenost zemljišta/supstrata vodom i slaba drenaža, suša i velika kiselost zemljišta/supstrata. Za razliku od P, sadržaj K u plodu u značajnoj meri zavisi od opterećenja žbunova rodom i povećava se sa zrenjem plodova dostižući nivo od 60 mg/bobici (Hart *et al.*, 2006).

Borovnice imaju slične zahteve za Ca kao i za K. Optimalne vrednosti sadržaja Ca u listu se kreću od 0,41% do 0,80% (Hart *et al.*, 2006). Stoga, ishrana kalcijumom je vrlo važna, posebno na zemljištima kisele reakcije koja imaju nizak sadržaj Ca. Ca ulazi u strukturu ćelijskog zida, a time utiče i na teksturu i čvrstoću ploda (Rivera *et al.*, 2018). Zbog spore translokacije Ca kroz biljku, simptomi deficita se pojavljuju uglavnom na najmlađem lišću u vidu krtosti, sušenja vrha i oboda lista. Britto i Kronzucker (2013) ističu da visok sadržaj amonijačnog oblika azota u biljnom tkivu utiče na smanjeno usvajanje katjona Ca. Posebno je važno da postoji balans između Ca i Mg, pri čemu je poželjan odnos 8-10:1 (Retamales i Hancock, 2018). S obzirom da je transport Ca od korena do plodova povezan sa procesom transpiracije, najveća akumulacija Ca je upravo u listovima. Stückerath *et al.* (2008) su registrovali povećanje sadržaja Ca u listu kod sorte borovnice 'Elliot' u periodu posle punog cvetanja, pri čemu je odnos sadržaja Ca u listu i plodu 18 dana posle punog cvetanja iznosio 1,3, dok je 134 dana posle punog cvetanja iznosio 11,0.

Magnezijum je neophodan mineralni elemenat za rast i razvoj biljaka, koji igra ključnu ulogu u izgradnji hlorofila, od koga zavisi proces fotosinteze. Nedostatak Mg se uobičajeno javlja na zemljištima/supstratima kisele reakcije, s tim da se simptomi u zavisnosti od proizvodnog regiona mogu pojavljivati povremeno ili periodično. Najuočljiviji simptomi deficita Mg se pojavljuju na bazalnim (donjim) listovima grana u fazi intenzivnog porasta biljaka ili pri velikom opterećenju rodom, dok vršni listovi obično ostaju bez simptoma. Promene se manifestuju u vidu internervalne hloroze. Eventualno, listovi mogu postati blede

crveni, dok tkivo bliže glavnim nervima ostaje zelene boje (Hanson i Hancock, 1996). Sa druge strane, previsok sadržaj Mg u listu (iznad 0,40%) ukazuje na značajno povećanje pH vrednosti zemljišta (Hart *et al.*, 2006).

Gvožđe je neophodan mikroelement čija se osnovna metabolička funkcija zasniva na mogućnosti da stvara helatne komplekse, kao i u reverzibilnoj promeni oksidacionog stanja između trovalentnog i dvovalentnog Fe. Učešće Fe u razvoju hloroplasta i biosintezi hlorofila čini da se kao najočigledniji vizuelni simptom njegovog nedostatka javlja hloroza na mladim listovima (Nikolić, 1999). Kod borovnice se simptomi nedostatka Fe u vidu internervalne hloroze na mlađim listovima generalno smatraju prvim indikatorom povećane pH vrednosti zemljišta/supstrata (>5,5), koja Fe čini nedostupno biljkama. Nedostatak takođe može biti povezan i sa zasićenošću zemljišta/supstrata vodom usled slabe drenaže (Stiles i Reid, 1991).

Nezavisno od toga da li je pH vrednost porasla iznad preporučene gornje granice, nedostatak Mn se retko pojavljuje, pri čemu se simptomi deficita ogledaju u marginalnom sušenju listova, koji ostaju sitniji, a na mlađim listovima se pojavljuje internervalna hloroza (Fuqua *et al.*, 2005). Koncentracija Mn u listu iznad 450 mg/kg se smatra previsokom. Visok sadržaj Mn uslovljava deficit Ca, što rezultuje sitnim, naboranim i malformisanim listovima.

Venjenje vrhova grana je najučestaliji simptom nedostatka bora (B). Na takvim granama su internodije skraćene, a listovi bliže uvelim vrhovima grana dobijaju hlorotično šarenilo (Hanson i Hancock, 1996). U slučaju deficita B, Hart *et al.* (2006) preporučuju primenu 560 g B/ha godišnje.

Simptomi deficita cinka (Zn) se manifestuju u vidu skraćenih internodija grana i sitnih listova. Nizak sadržaj Zn u prolećnom delu vegetacije uslovljava uniformno žućenje mladih listova, koji mogu biti savijeni na gore. Simptomi deficita mogu biti izraženiji pri povećanju pH vrednosti iznad 6 i pri niskoj temperaturi zemljišta.

Deficit bakra (Cu) se retko javlja u zasadima visokožbunaste borovnice. Ukoliko se ipak pojavi, simptomi su slični onima izazvanim nedostatkom Mn i manifestuju se u internervalnoj hlorozi mladih listova. U slučaju većeg deficita, dolazi do sušenja grana. Posebno nedostatak Cu može biti izražen na zemljištima sa preko 25% organske materije, kao i pri povećanoj pH vrednosti i visokom sadržaju P (Retamales i Hancock, 2018).

## **Optimalne norme i načini primene đubriva**

Jedan od izazova sa kojim se suočavaju proizvođači borovnice jeste pravilno određivanje količine i načina primene đubriva. Veliko variranje postoji u preporučenim količinama đubriva među proizvodnim regionima. U Mičigenu se preporučuje dodavanje 73 kg/ha N za zasade starosti preko 7 godina (Hanson i Hancock, 1996), dok se u Oregonu preporučuje 185 kg/ha N (Hart *et al.*, 2006). Ove razlike se javljaju usled različite obezbeđenosti zemljišta hranljivim elementima među proizvodnim regionima, kao i same efikasnosti primenjenih đubriva.

U Oregonu se primena fosfornih đubriva preporučuje za zemljišta u kojima je sadržaj fosfora ispod 5 mg/100 g vazdušno suvog zemljišta, i kada je sadržaj P u listu niži od 0,10%. Hart *et al.* (2006) navode da pri sadržaju P u zemljištu od 2,6 do 5 mg/100 g v.s.z. i sadržaju u listu od 0,08 do 0,10% preporučena količina P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> koju treba dodati iznosi 45 kg/ha. Sa druge strane, u Mičigenu se primena fosfornih đubriva preporučuje samo u slučajevima kada je sadržaj P u listu niži od 0,08%.

Primena kalijumovih đubriva u količini od 84 kg/ha čistog K se u Oregonu preporučuje ukoliko se sadržaj K u zemljištu kreće u rasponu između 10 i 15 mg/100 g v.s.z. i sadržaj u listu od 0,21 do 0,40%. Povećanje norme đubriva do nivoa od 112 kg/ha čistog K se preporučuje kada se sadržaj K kreće u rasponu od 0 do 10 mg/100 g v.s.z., a u listu je sadržaj niži od 0,20% (Hart *et al.*, 2006).

Količine đubriva koje treba dodati i broj aplikacija zavise i od medijuma u kome se biljke gaje (teksturne klase zemljišta, vrste supstrata i sl.). Pri gajenju u supstratima kao što je borova kora, Krewer i NeSmith (1999) preporučuju primenu P tri ili četiri puta godišnje zbog slabog kapaciteta zadržavanja P u zoni korena. Na zemljištima lakog mehaničkog sastava gde se javlja redovno ispiranje, preporučuje se dodavanje kalijumovih đubriva jedanput ili dva puta godišnje (Retamales i Hancock, 2018).

**Tabela 1.** Koncentracija azota, kalijuma i fosfora (% suve mase) u različitim delovima žbuna sorti borovnice starih 8 do 10 godina tokom sredine zime. *Nitrogen, potassium and phosphorus concentrations (% of dry weight) in different plant parts of mature (8- to 10-year-old) blueberry cultivars during mid-winter.*

Biljni organ/ <i>Plant part</i>	Brigitta			Elliot		
	N	K	P	N	K	P
Cvetni pupoljak/ <i>Flower bud</i>	1,8	0,52	0,19	1,7	0,38	0,18
Vegetat. pupoljak/ <i>Vegetat. bud</i>	1,5	0,23	0,12	1,7	0,25	0,14
Jednog. grane/ <i>1-year-old shoot</i>	0,7	0,29	0,07	0,9	0,37	0,07
Dvog. grane/ <i>2-year-old shoot</i>	0,6	0,24	0,05	0,9	0,33	0,06
Trog. grane/ <i>3-year-old shoot</i>	0,6	0,18	0,04	0,7	0,23	0,05
Četvor. grane/ <i>4-year-old shoot</i>	0,5	0,17	0,04	0,6	0,18	0,05
Koren/ <i>Roots</i>	1,2	0,21	0,09	1,0	0,24	0,12
Značajnost/ <i>Significance</i>	***	***	**	***	**	**

\*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  (Bañados *et al.*, 2006)

Kod mladih zasada borovnice je potrebno obezbediti balans između vegetativnog rasta i reproduktivnog razvoja, što mora biti razmotreno pri određivanju potrebne količine đubriva. Kod zasada u punoj rodnosti, potrebe za đubrivima se određuju na osnovu količine hranljivih elemenata iznetih berbom plodova i orezanim materijalom (ukoliko se orezane grane ne inkorporiraju u zemljište). Strik i Vance (2015) navode da se u organskom konceptu proizvodnje



pri prosečnom prinosu od 23,4 t/ha za šest ispitivanih sorti plodovima iznosi prosečno od 10 do 39 kg/ha N i 7 do 31 kg/ha K, dok se u konvencionalnoj proizvodnji pri prinosu od 26,5 t/ha plodovima iznosi od 10 do 52 kg/ha N i 13 do 34 kg/ha K. U pogledu mikroelemenata, prosečno se plodovima iznosi 6-55 g/ha B, 9-44 g/ha Zn i 22-158 g/ha Mn.

Aplikacija đubriva se može izvoditi na različite načine, kao što su: primena granuliranih i peletiranih đubriva po površini zemljišta, fertigacija i folijarna aplikacija.

### **Primena đubriva po površini zemljišta**

Osnovno (zimsko) đubrenje borovnice izvodi se dodavanjem u supstrat peletiranih organskih (NPK 6:15:3 + 2% MgO + 10% CaO + 55,2% organske materije i sl.) i granuliranih mineralnih đubriva (NPK 14:14:17 + 2% MgO + 17% SO<sub>3</sub> i sl.), a količine se određuju na osnovu ustanovljenog deficita pojedinih biogenih elemenata, starosti biljaka i visine očekivanog prinosa (Milivojević, 2018).

Vargas i Bryla (2015) ističu da se primenom granuliranih azotnih đubriva (Amonijum sulfat i Urea) značajnije snižava pH vrednost zemljišta nego fertigacionom primenom ovih đubriva, što je posebno izraženo dodavanjem Amonijum sulfata. Zbog toga se primena Amonijum sulfata obavezno preporučuje na zemljištima/supstratima čija pH vrednost je veća od 5,5. U zasadima u kojima je izvršeno malčiranje zemljišta sa strugotinom ili usitnjenom korom četinara potrebno je na godišnjem nivou dodati nešto veću količinu azotnog đubriva (250-300 kg/ha amonijum sulfata).

Dodavanjem krečnjaka preko zemljišta tokom petogodišnjeg perioda u cilju obezbeđivanja biljaka sa Ca ostvaruje se ograničen uticaj na sadržaj Ca u plodu, pri čemu nije ostvaren efekat na prinos, krupnoću i čvrstoću ploda (Hanson i Berkheimer, 2004). Hart *et al.* (2006) ističu da helati Fe mogu da se primene preko zemljišta u količini od 17 do 34 kg/ha. Na zemljištima sa povećanom pH vrednošću može se koristiti i gvožđe (II) sulfat (tzv. Fero sulfat ili zelena galica), jer snižava pH i obezbeđuje Fe. Bakar sulfat (25% Cu) se takođe može primeniti rasipanjem po površini zemljišta u količini od 34 do 56 kg/ha. U slučaju deficita Zn, jedna od opcija je primena njegovih helata preko zemljišta u količini od 11 do 34 kg/ha (Hart *et al.*, 2006).

### **Primena đubriva fertigacijom**

Primena đubriva kroz sistem za navodnjavanje „kap po kap“ (*fertigacija*) predstavlja redovnu agrotehničku meru u proizvodnim zasadima borovnice, koja obezbeđuje olakšano, precizno i ujednačeno doziranje đubriva i snabdevanje biljaka hranivima. Podešavanje optimalne pH vrednosti vode na oko 5,0 izvodi se dodavanjem kiselina (fosforna, sumporna, azotna) ili pH korektora (LOWER 7, pH Green i sl.) u rezervoar sa vodom. Električna provodljivost vode i rastvora đubriva se određuje EC-metrom, a vrednost se izražava u mS/cm. Ovim uređajem se

indirektno preko prisustva soli u vodi određuje količina i vrsta đubriva, koja se dodaju kroz sistem za zalivanje. EC vrednost rastvora đubriva u mladim zasadima borovnice ne bi trebala biti veća od 1,2 mS/cm, dok u starijim zasadima ova vrednost može biti povećana do 1,8 mS/cm.

Nakon korekcije pH i sadržaja fosfora (P) u supstratu/zemljištu pri sadnji, osnovni biogeni elementi koji se uobičajeno nadoknađuju tokom vegetacije su azot (N), kalijum (K) i kalcijum (Ca). Yong Bum *et al.* (2017) su ispitivali uticaj fertigacione primene N na rast i rodost borovnice zečje oko (*Vaccinium ashei*) sorte 'Brightwell'. Primenjeni tretmani su bili sa 0, 50, 100 i 200% fertigacione primene preporučenih količina đubriva od 6, 9 i 14 g/žbunu u prvoj, drugoj i trećoj godini starosti, po redosledu. Dobijeni rezultati su ukazali da je fertigacija sa 50% preporučene količine đubriva ispoljila najbolji efekat na rodost, pri čemu je registrovana i najveća efikasnost korišćenja N (čak 90%).

Fertigaciona prihrana vodorastvorljivim kompleksnim mineralnim đubrivima se može izvoditi tokom većeg dela vegetacije, pri čemu se izbor NPK formulacija đubriva usklađuje sa zahtevima borovnice za hranljivim elementima u pojedinim fenofazama i ustanovljenom deficitu nekog od elemenata. Na početku vegetacije se prema potrebi aplicira NPK đubrivo sa naglašenim sadržajem fosfora (formulacije 11:44:11 ili 11:35:11 i sl.), u cilju stimulisanja aktivnosti korena. U periodu intenzivnog vegetativnog rasta, cvetanja i zametanja plodova izvodi se nekoliko prihrana sa NPK đubrivima formulacije 24:8:16 ili 25:10:15 ili 20:20:20 i sl., u intervalu od 5 do 7 dana. U fazi intenzivnog rasta i zrenja plodova nastavlja se sa fertigacionom primenom NPK đubriva, koja imaju naglašen sadržaj kalijuma (formulacije 11:11:33 ili 15:10:25 i sl.). Primenjuju se koncentracije od 0,1-0,2%. U fazi zrenja plodova poželjno je tri do četiri puta fertigaciono primeniti Kalijum sulfat, kao i posle berbe plodova sve do kraja septembra (sa ciljem stimulisanja sazrevanja grana). Fertigaciona primena Magnezijum sulfata se takođe preporučuje na zemljištima/supstratima čija pH vrednost je iznad 4,5, posebno ukoliko je folijarnom analizom ustanovljen nedostatak Mg.

U tehnologiji hidroponskog gajenja borovnice u kontejnerima, primenjuju se ista đubriva kao i pri gajenju borovnice u zemljištu, samo što se ovde vrši svakodnevna fertigaciona prihrana sa malim dozama đubriva. Milivojević *et al.* (2018) su ispitivali uticaj samostalne primene granuliranih i vodorastvorljivih mineralnih đubriva (85 kg/ha N, 45 kg/ha P, 64 kg/ha K) i kombinovane primene mineralnih i peletiranih organskih đubriva (72 kg/ha N, 48 kg/ha P, 68 kg/ha K) na vegetativni potencijal, rodost i kvalitet ploda petogodišnjih biljaka sorte borovnice 'Bluecrop' u godini sadnje. Biljke su posađene u saksije bez dna zapremine 50 l, koje su ispunjene supstratnom smešom sastavljenom od strugotine četinar (60%), belog treseta (30%) i perlita (10%). Sadržaj makroelemenata u listu u kombinovanom tretmanu se kretao u optimalnom rasponu referentnih vrednosti, dok je u tretmanu sa samostalnom primenom mineralnih đubriva sadržaj N i K bio povišen iznad gornje granice referentnih vrednosti - 2,68% i 0,79%, po redosledu (Tabela 2).

**Tabela 2.** Uticaj različitih đubriva na sadržaj makroelemenata u listu sorte borovnice ‘Bluecrop’ gajene u supstratu.  
*Effect of different fertilizers on leaf macronutrient content of the ‘Bluecrop’ highbush blueberry in a soilless growing system.*

Tretman	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<i>Treatment</i>	1,76-2,00	0,10-0,40	0,41-0,70	0,41-0,80	0,13-0,25
Min	2,68±0,06a	0,9±0,01a	0,79±0,01a	0,41±0,02b	0,24±0,01
Min-Org	1,98±0,02b	0,14±0,01b	0,51±0,01b	0,58±0,03a	0,26±0,01
<i>F test</i>	***	**	***	*	nz

Referentne vrednosti sadržaja mineralnih elemenata u listu borovnice (Maqbool et al., 2017; Hart et al., 2006). Rezultati predstavljaju srednje vrednosti za 3 ponavljanja ± standardna greška. Vrednosti u kolonama praćene različitim slovima oznakama značajno su različite na nivou  $P \leq 0,05$  (LSD test). \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$ ; nz – ne postoji značajna razlika.

Nijedan od primenjenih koncepta ishrane nije uslovio značajne razlike u vegetativnim karakteristikama i visini prinosa ispitivanih biljaka u godini sadnje. Prinos se kretao u rasponu od 1,43 kg/žbunu (mineralni tretman) do 1,63 kg/žbunu (kombinovani tretman). Kombinovana primena mineralnih i organskih đubriva uticala je na povećanje sadržaja rastvorljive suve materije i ukupnih fenola u plodu (13,9% i 139,2 mg ekv. GA/100 g sv.m.pl.), dok je u tretmanu sa samostalnom primenom mineralnih đubriva registrovano značajno povećanje u masi ploda i sadržaju ukupnih kiselina kod ispitivane sorte borovnice (Tabela 3).

**Tabela 3.** Uticaj različitih đubriva na kvalitet ploda sorte borovnice ‘Bluecrop’ gajene u supstratu.  
*Effect of different fertilizers on the fruit quality of the ‘Bluecrop’ highbush blueberry in a soilless growing system.*

Tip đubriva (FT) <i>Fertilizer treatment</i>	Masa ploda <i>Fruit weight (g)</i>	Rastvorljiva suva materija <i>Soluble solids content (%)</i>	Ukupne kiseline <i>Total acids (%)</i>	Ukupni fenoli <i>Total phenolics (mg eq GA/100 g)</i>
Min	2,02±0,053a	13,2±0,17b	1,13±0,096a	122,4±7,68b
Min-Org	1,85±0,056b	13,9±0,19a	0,99±0,104b	139,2±9,17a
<i>F test</i>	**	*	**	*

Rezultati predstavljaju srednje vrednosti za 3 ponavljanja ± standardna greška. Vrednosti u kolonama praćene različitim slovima oznakama značajno su različite na nivou  $P \leq 0,05$  (LSD test). \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ .

U daljim istraživanjima primenjen je i koncept samostalne primene organskih đubriva kod šestogodišnjih biljaka sorte borovnice ‘Bluecrop’ gajene u kontejnerima. Preliminarni rezultati ukazuju da su organska đubriva stimulatивно uticala na povećanje visine žbuna, broja listova i ukupne lisne površine, dok je broj cvetova i zametnutih plodova po žbunu bio dva puta niži, a prinos za 60% niži u poređenju sa kombinovanom primenom mineralnih i organskih đubriva.

## Folijarna primena đubriva

Folijarnom primenom đubriva se obezbeđuje direktno snabdevanje tkiva listova, cvetova i plodova hranljivim elementima u vreme kada je potrebna brza intervencija. Posebno je korisno na ovaj način aplicirati mikroelemente, koji primenjeni preko zemljišta pod određenim uslovima mogu biti nedostupni biljkama (Strik *et al.*, 2010). Na zemljištima neodgovarajuće pH vrednosti folijarnom primenom mikroelemenata brže se može nadoknaditi njihov deficit nego korekcijom pH. Mogu se aplicirati pojedinačni elementi (Fe, B, Zn, Mn i Cu) ili kompleksne mešavine mikroelemenata (Auxym, Pro-Mix, Trade Corp AZ Plus i sl.). Krewer i NeSmith (1999) preporučuju dva folijarna tretmana helata gvožđa (10% Fe) u količini od 1 kg/400 l vode po *ha* ukoliko se folijarnom analizom ustanovi nedostatak Fe. U slučaju deficita Zn, Retamales i Hancock (2018) preporučuju folijarni tretman helatom cinka (14% Zn) posle berbe i pre opadanja lišća u količini od 454 g/935 l vode po *ha*. U cilju nadoknade Mn, preporučuju se dva tretmana sa helatom mangana (2-8% Mn) u količini od 7 kg/ha ili mangan sulfatom (32% Mn) u količini od 2,2 kg/ha tokom leta (Hanson i Hancock, 1996). Folijarna aplikacija B izvedena četiri puta u količini od 0,2 kg B/ha po aplikaciji u rasponu od početka cvetanja do 6 nedelja posle cvetanja kod sorte 'Bluecrop' uslovlila je povećanje sadržaja B u listovima i cvetovima, ali nije ispoljila uticaj na bujnost, procenat zametnutih plodova i prinos (Wojcik, 2005).

Bamouh *et al.* (2018) su ispitivali uticaj folijarne prihrane sa Kalijum sulfatom (konc. 1,6%) tokom cvetanja i rasta plodova borovnice, i ustanovili da kasnija prihrana tokom faze intenzivnog rasta plodova utiče na povećanje prinosa za 13% i krupnoće ploda za 19%. Folijarna prihrana kalijumom je doprinela i povećanju sadržaja šećera i suve materije u plodu, kao i sadržaja hlorofila u listu.

Folijarna primena Ca smatra se redovnom agrotehničkom merom u zasadima borovnice. Retamales i Arredondo (1995) su ispitivali uticaj tri folijarna tretmana sa kalcijum hloridom ili kalcijum nitratom (47,5, 90 i 180 g Ca/100 l vode) u terminima 15, 30 i 45 dana posle zametanja plodova kod sorti 'Bluecrop', 'Blueray' i 'Ivanhoe' i ustanovili da je najniža primenjena količina od 47,5 g Ca/100 l povećala sadržaj Ca u pokožici ploda i semenkama, dok je količina od 90 g Ca/100 l vode bila potrebna da se poveća i sadržaj Ca u mesu ploda. Oba izvora Ca (hloridni i nitratni) su imali sličan efekat na sadržaj Ca u plodu. Folijarna prihrana Ca se ne preporučuje u uslovima visoke vlažnosti vazduha i pri temperaturama iznad 25 °C (Stiles i Reid, 1991).

## Erikoidna mikoriza

Erikoidne mikorizne gljive stvaraju simbiotsku povezanost sa korenom borovnice i na taj način povećavaju usvajanje hranljivih elemenata. Neke vrste mikoriznih gljiva (*Oidiodendron maius*, *Oidiodendron griseum*, *Pezizella ericae* i *Hymenoscyphus ericae*) su se pokazale kao korisne u proizvodnji sadnica borovnice (Scagel *et al.*, 2005), mada je kolonizacija bila sporadična i zavisila je od sorte i primenjene metode razmnožavanja. Smanjenje nivoa kolonizacije može biti

uslovljeno korišćenjem gljiva koje nisu pogodne za određenu sortu u specifičnim uslovima primenjenim u rasadniku ili mogućim promenama vrste gljiva na korenovom sistemu nakon presađivanja u odnosu na inicijalnu fazu razmnožavanja. Zapaženo je postojanje malih razlika između primenjenih izolata erikoidnih mikoriznih gljiva na usvajanje makroelemenata, dok su razlike u usvajanju i akumulaciji mikroelemenata (posebno Fe, Cu i Zn) bile značajne. Kod biljaka sorte 'Spartan' inokulisanih sa erikoidnim mikoriznim gljivama ukupno usvajanje N, P, Zn i Fe je bilo niže nego kod neinokulisanih biljaka, ali je rast bio dobar, što ukazuje da inokulacija sa ovim gljivama povećava efikasnost iskorišćenja hranljivih elemenata, posebno u kombinaciji sa organskim đubrivima. Kod sorte 'Patriot', malo povećanje u biomasi biljaka inokulisanih sa erikoidnim mikroznim gljivama se javilo kao rezultat povećanog usvajanja P, Ca, Fe i Zn.

Stafne *et al.* (2017) su izveli inokulaciju biljaka gajenih u kontejnerima sa gljivama *Oidiodendron maius* i *Pezizella ericae*, nakon čega su biljke presađene na otvoreno polje. Pre i posle presađivanja koren je imao vidljivu kolonizaciju sa mikoriznim gljivama, ali posle godinu dana ni u jednom od tretmana nije identifikovano njihovo prisustvo u polju. Yang *et al.* (2002) takođe nisu registrovali dobru kolonizaciju korena biljaka erikoidnim mikoriznim gljivama. Na osnovu ovih saznanja izvodi se zaključak da bilo poželjno ispitati ekonomsku isplativost primene erikoidne mikorize u konvencionalnim proizvodnim sistemima.

## Literatura

- Bamouh, A., Bouras, H., Nakro, A. 2018. Effect of foliar potassium fertilization on yield and fruit quality of strawberry, raspberry and blueberry. Book of Abstracts of 30<sup>th</sup> International Horticultural Congress, Berry Fruit (3<sup>rd</sup> International Symposium), August 12-16, Istanbul, Turkey. p 11.
- Bañados, M.P., Strik, B., Righetti, T. 2006. The uptake and use of N-nitrogen in young and mature field-grown highbush blueberries. *Acta Horticulturae*, 715: 357-364.
- Britto, D.T., Kronzucker, H.J. 2013. Ecological significance and complexity of N-source preference in plants. *Ann. Bot.-London*, 112: 957–963.
- Fuqua, B., Byers, P., Daps, M., Kovacs, L., Waldstein, D. 2005. Growing Blueberries in Missouri. Bulletin No. 44. State Fruit Experiment Station, Missouri State University, Mountain Grove, Missouri.
- Golldack, J., Shubert, P., Tauschke, M., Schwarzel, H., Hofflich, G., Lentzsch, P., Munzenberger, P. 2001. Mycorrhization and plant growth of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) on arable land in Germany. Proceeding of 3rd International Conference on Mycorrhizas, 8-13 July, 2001, Adelaide, Australia.
- Hanson, E.J. 2006. Nitrogen fertilization of highbush blueberry. *Acta Horticulturae*, 715: 347-351.
- Hanson, E.J., Berkheimer, S.F. 2004. Effect of soil calcium applications on blueberry yield and quality. *Small Fruit Review*, 3: 133-139.

- Hanson, E.J., Hancock, J.F. 1996. Managing the Nutrition of Highbush Blueberries. Bulletin E-2011. Michigan State University Extension, East Lansing, Michigan.
- Hanson, E.J. 2001. Phosphorus management in Michigan fruit crops. Massachusetts Berry Notes 13, 12.
- Hart, J., Strik, B., White, L., Yang, W. 2006. Nutrient management for blueberries in Oregon. Oregon State Univ. Ext. Serv. Publ. EM 8918.
- Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D. 2014. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 8th ed. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.
- Krewer, G., NeSmith, D.S. 1999. Blueberry Fertilization in Soil. Fruit Publication No. 01-1. University of Georgia Extension, Athens, Georgia.
- Maqbool, R., Percival, D., Zaman, Q., Astatkie, T., Adl, S., and Buszard, D. (2017). Leaf nutrients ranges and berry yield optimization in response to soil-applied nitrogen, phosphorus and potassium in wild blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). European Journal of Horticultural Science, 82(4): 166–179.
- Merhaut, D.J., Darnell, R.L. 1995. Ammonium and nitrate accumulation in containerized southern highbush blueberry plants. HortScience 30: 1378-1381.
- Milivojević, J. 2018. Posebno voćarstvo 3 – Jagodaste voćke. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Dragišić Maksimović, J., Urošević, S., Koron, D., Žnidaršič Pongrac, V. 2018. Field performance of 'Bluecrop' highbush blueberry in a soilless growing system by using different fertilizers. Book of Abstracts of 30<sup>th</sup> International Horticultural Congress, Berry Fruit (3<sup>rd</sup> International Symposium), August 12-16, Istanbul, Turkey. p 22.
- Nikolić, M. 1999. Mehanizam usvajanja gvožđa u mezofilu lista viših biljaka. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Pineda, J.P., Bolaños-Alcántara, N., Castro-Brindis, R., Vargas-Hernández, M., Avitia-García, E. 2018. Nitrate ammonium ratios and electrical conductivity in quality of blueberries. Book of Abstracts of 30<sup>th</sup> International Horticultural Congress, Berry Fruit (3<sup>rd</sup> International Symposium), August 12-16, Istanbul, Turkey. p 8.
- Retamales, J.B., Hancock, J.F. 2018. Blueberries. Series: Crop production science in horticulture, 21. CABI, Wallingford Oxfordshire, UK.
- Retamales, J.B., Arredondo, G. 1995. Calcio en arandano (Calcium in blueberry). In: Yuri, J.A. and Retamales, J.B. (eds) Calcio en Fruticultura (Calcium in Fruit Culture). Universidad de Talca, Escuela de Agronomía, Talca, Chile, pp. 129-141.
- Retamales, J.B., Hanson, E.J. 1990. Effect of nitrogen fertilizers on leaf and soil nitrogen levels in highbush blueberries. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 21: 2067-2078.
- Rivera, S., Sofkova Bobcheva, S., East, A., Hutchins, D., Kerckhoffs, L. 2018. The effect of foliar calcium applications on key (post) harvest fruit quality

- attributes in rabbit-eye blueberry (*Vaccinium ashei*). Book of Abstracts of 30<sup>th</sup> International Horticultural Congress, Berry Fruit (3<sup>rd</sup> International Symposium), August 12-16, Istanbul, Turkey. p 7.
- Scagel, F.C. 2005. Inoculation with ericoid mycorrhizal fungi alters fertilizer use of highbush blueberry cultivars. *HortScience*, 40(3): 786-794.
- Stafne, E.T., Matta, F.B., Barickman T.C. 2017. Effects of inoculation with ericoid mycorrhizal fungi on leaf nutrients of two field-grown rabbiteye blueberry cultivars. *Acta Horticulturae*, 1180: 117-121.
- Stückrath, R., Ouevedo, R., de la Fuente, L., Hernandez, A, Sepulveda, V. 2008. Effect of foliar application of calcium on the quality of blueberry fruits. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 1299-1312.
- Stiles, W.C., Reid, W.S. 1991. Orchard Nutrition Management. Information Bulletin No. 219. Cornell Cooperative Extension, Ithaca, New York.
- Strik, B.C., Vance, A.J. 2015. Seasonal variation in leaf nutrient concentration of northern highbush blueberry cultivars grown in conventional and organic production systems. *HortScience*, 50(10):1453–1466.
- Strik, B., Fisher, G., Hart, J., Ingham, R., Kaufman, D., Penhallegon, R., Pscheidt, J., William, R., Brun, C., Ahmedullah, M., Antonelli, A., Askham, L., Bristow, P., Havens, D., Scheer, B., Shanks, C., Barney, D. 2010. Highbush Blueberry Production. Publication No. PNW215. Oregon State University Extension, Corvallis, Oregon.
- Throop, P.A., Hanson E.J. 1997. Effect of application date on absorption of 15N by highbush blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114: 728-732.
- Vargas, O.L., Bryla, D.R. 2015. Growth and fruit production of highbush blueberry fertilized with ammonium sulfate and urea applied by fertigation or as granular fertilizer. *HortScience*, 50(3): 479–485.
- Wojcik, P. 2005. Response of 'Bluecrop' highbush blueberry to boron fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 28: 1897-1906.
- Yong Bum, K., Won Byoung, Ch., Mock hee, L., Hae Won, J., Han Cheol, R., Jin Gook, K., Hong Lim, K. 2017. Effect of nitrogen fertigation on the growth and nutrition uptake of 'Brightwell' rabbiteye blueberry. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 36(3): 161-168.
- Yang, W.Q., Goulart, B.L., Demchak, K., Li, Y. 2002. Interactive effects of mycorrhizal inoculation and organic soil amendments on nitrogen acquisition and growth of highbush blueberry. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 127: 742-748.





# **Designing optimal nutrient management for blueberries - a new paradigm**

Jasminka Milivojević

*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080*

*Belgrade, Republic of Serbia*

E-mail: [jasminka@agrif.bg.ac.rs](mailto:jasminka@agrif.bg.ac.rs)

## **Summary**

This paper presents different concepts of nutrient management for soil- and soilless-grown blueberries associated with the critical factors which affect plant nutrition (nutrient demands and their availability, nutrient status in the plant, type and fertilizers rate, methods of applying fertilizers as well as role of mycorrhizal fungi in commercial production). To determine optimal fertilization regime, amount and type of fertilizers needed to satisfy nutrient demands should be adopted to the plant age, nutrient amounts removed by harvest and pruning, pH and nutrient content in the substrate/soil, as well as in the blueberry leaves (foliar analysis). Leaf foliar analysis is the common practice because it indicates current nutrient status in the plant. The main advantage of foliar analysis refers to rational fertilizers application with reduction of production costs. Based on personal and foreign experiences in this area, the most general model of sustainable and balanced nutrition of blueberries included application of organic pelleted fertilizers and granulated/water soluble mineral fertilizers with additionally foliar application of microelements, amino acids, calcium and magnesium. This concept of nutrient management showed the most prominent effect on the nutrient status, balanced growth and yield of blueberries. Mycorrhizal inoculation may enhance the uptake of nutrients and water from the soil/substrate, and therefore efficiency of fertilizer application under certain conditions could be improved.

**Key words:** blueberry, nutrients, fertilizers, foliar analysis, mycorrhiza.



## ZAŠTITA BOROVNICE OD PROUZROKOVAČA BILJNIH BOLESTI I ŠTETOČINA

Novica Miletić, Nenad Tamaš, Marko Sretenović

Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080

Beograd, Republika Srbija

E-mail: [novitic@agrif.bg.ac.rs](mailto:novitic@agrif.bg.ac.rs)

**Izvod.** Zaštita borovnice od prouzrokovača biljnih bolesti i štetočina predstavlja neizostavni činilac u proizvodnji ovog voća, koji obezbeđuje optimalni prinos i očuvanje dobrog zdravstvenog stanja biljaka u zasadu. Tokom procesa proizvodnje borovnice javlja se nekoliko biljnih patogena koji mogu bitno da ugroze zdravlje biljaka, a među njima su najznačajniji: *Phytophthora cinnamomi* (prouzrokovatelj truleži korena), *Botrytis cinerea* (prouzrokovatelj sive truleži plodova), *Monilinia* spp. (prouzrokovatelj mrke truleži plodova), *Colletotrichum* spp. (prouzrokovatelji antraknozne truleži plodova), *Septoria albopunctata* (prouzrokovatelj pegavosti lista i izdanka) i *Thekopsora minima* (prouzrokovatelj rđe). Najznačajnije štetočine borovnice su: štitaste i lisne vaši, kao i azijska voćna mušica (*Drosophila suzukii*).

U programu zaštite borovnice od prouzrokovača bolesti i štetočina veoma značajno mesto zauzimaju nehemijske mere zaštite. Agrotehničke i pomotehničke mere obuhvataju sadnju zdravog sadnog materijala, sadnju otpornijih sorti, plodored, prihranu umerenim količinama azotnog đubriva, orezivanje i iznošenje zaraženih izdanaka iz zasada, kao i uklanjanje starijih izdanaka, u cilju smanjenja populacije štitastih vaši. Pored ovih, za suzbijanje *D. suzukii* preporučuju se mehaničke mere koje podrazumevaju postavljanje lovnih klopki i "anti-insekt" mreže.

Prvo tretiranje za suzbijanje *Monilinia* spp. i štitastih i lisnih vaši obavlja se početkom kretanja vegetacije preparatima na bazi bakarnih jedinjenja i mineralnih ulja. Drugo tretiranje za suzbijanje biljnih patogena (*Monilinia* spp., *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum acutatum*) obavlja se neposredno pre cvetanja kombinacijom fungicida kaptan + piraklostrobin + boskalid, uz dodatak insekticida na bazi piretroida ili hlorporifos-metila za suzbijanje lisnih vaši. Tokom cvetanja, pored prouzrokovača truleži, suzbija se i prouzrokovatelj pegavosti lista i izdanka kombinacijom piraklostrobin + boskalid, dok u precvetavanju, ovoj kombinaciji se dodaje i triazol za suzbijanje prouzrokovača rđe, ali i neonikotinoid za suzbijanje lisnih vaši. Poslednje prskanje pre berbe, koje podrazumeva poštovanje propisane karence preparata, sprovodi se u cilju suzbijanja prouzrokovača truleži plodova (*Monilinia* spp., *B. cinerea*) i *T. minima*, kao i *D. suzukii*, kombinacijom preparata na bazi fenheksamida, triazola i cijantraniliprola. U periodu posle berbe izvodi se još jedno tretiranje primenom preparata na bazi neorganskih jedinjenja bakra i piretroida.

Program zaštite borovnice, ukoliko je pravilno sproveden, i u skladu sa meteo uslovima i biologijom prouzrokovala bolesti i štetočina, uz adekvatnu i pravovremenu primenu pesticida, obezbediće optimalan prinos ove kulture.

**Ključne reči:** borovnica, bolesti, štetočine, suzbijanje

## Uvod

U poslednjih nekoliko godina proizvodnja borovnice u Srbiji dobija sve više na značaju. Zasadi ove kulture zasnovani su na većim površinama, pretežno u intenzivnom načinu gajenja. U tehnologiji gajenja borovnice, zaštita zauzima posebno mesto pošto njenu proizvodnju ugrožava veći broj prouzrokovala biljnih bolesti i štetočina. Ekonomski najznačajniji prouzrokovali biljnih bolesti borovnice su: *Phytophthora cinnamomi*, prouzrokoval truleži korena, *Botrytis cinerea*, prouzrokoval sive truleži plodova, *Monilinia* spp., prouzrokoval mrke truleži plodova, *Colletotrichum* spp., prouzrokovali antraknozne truleži plodova, *Septoria albopunctata*, prouzrokoval pegavosti lista i izdanka i *Thekopsora minima*, prouzrokoval rde borovnice. Od štetočina najznačajnije su: *Chionaspis salicis*, štitača vaš i lisne vaš, među kojima je *Ericaphis scammelli* i dr., kao i *Drosophila suzukii*, azijska voćna mušica (Lambert et al., 2013; Polashock et al., 2017; Francesco et al., 2018).

U domaćoj literaturi postoji veoma malo podataka o prisustvu prouzrokovala bolesti i štetočina na borovnici u našoj zemlji, tako da će u ovom radu biti izneta iskustva i činjenice iz stručne i naučne inostrane literature.

## Prouzrokovali gljivičnih oboljenja borovnice

Sušenje borovnice mogu prouzrokovati različiti faktori, abiotskog ili biotskog porekla. Od abiotskih činilaca najznačajniji su nedostatak vode i hranljivih elemenata. Sušenje prouzrokovano biotskim faktorima najčešće izaziva pseudo gljiva *Phytophthora cinnamomi*, prouzrokoval truleži korena. Ovaj patogen je prema biologiji, simptomatologiji i suzbijanju veoma sličan *Phytophthora fragariae* koja se javlja u zasadima maline i jagode u Srbiji. Osnovna mera u suzbijanju *P. cinnamomi* je sadnja zdravog sadnog materijala i primena karantinskih mera zaštite (Pscheidt i Ocamb, 2018). Sprovođenje ovih mera odnosi se i na druge patogene borovnice koji se mogu preneti sadnim materijalom.

*Prouzrokoval sive truleži plodova, Botrytis cinerea i Monilinia spp., prouzrokoval mrke truleži su, kao polifagni patogeni, prisutni na većini voćnih vrsta, tako da se mogu javiti i na borovnici. Suzbijanje ovih patogena se obavlja u zasadu borovnice u sličnim rokovima i sa preparatima koji se primenjuju i kod ostalih vrsta voćaka* (Mertely et al., 2002; Holb, 2004; Lambert et al., 2013; Polashock et al., 2017; Aleksić et al., 2018; Francesco et al., 2018).

### ***Colletotrichum* spp., prouzrokovatelj antraknozne truleži plodova**

Antraknoza je značajna bolest borovnice. Javlja se u svim rejonima gde se ona gaji, ali u različitom intenzitetu. Ovu bolest prouzrokuje kompleks vrsta iz roda *Colletotrichum*, kao što su: *C. acutatum*, *C. fragariae*, *C. gloeosporioides*.

#### ***Simptomi***

Simptomi na cvetovima se ispoljavaju u vidu paleži. Pege se mogu pojaviti i na listu, lisnim drškama i peteljka ploda. Na stablu i lisnim peteljka izaziva trulež, dok se na listovima javljaju tamne pege nepravilnog oblika. Bolest se kasnije intenzivno širi i razvija na zelenim plodovima. Pege su u početku okrugle, a pri jakom napadu spajaju se i prave udubljenja nepravilnog oblika. Karakteristični simptomi antraknoze na plodu su vodenaste ulegnute pege tamnosmeđe boje, koje kasnije pocrne. Ovi simptomi su najizraženiji u vreme njihovog sazrevanja.

#### ***Ciklus razvoja***

Glavni izvor zaraze je zaražen sadni materijal. Gljive prezimljavaju micelijom u zaraženom biljnom tkivu. U proleće, u uslovima obilnijih padavina i visoke temperature vazduha, gljiva na zaraženim organima formira acervule i konidije, koje služe za ostvarivanje sekundarnih infekcija. Konidije se u okviru zasada raznose pomoću kišnih kapi na kraća rastojanja, a vetar ih skoro i ne raznosi. Ove spore se u zemljištu mogu održati do devet meseci. Infekcija se može ostvariti na temperaturama između 15 °C i 30 °C, sa optimumom između 26 °C i 28 °C.

#### ***Suzbijanje***

Suzbijanje patogena sprovodi se primenom agrotehničkih i hemijskih mera. Od agrotehničkih mera mogu se izdvojiti: sadnja zdravog sadnog materijala, sadnja otpornijih sorti, plodored, umerena prihrana azotnim đubrivima. Pošto se antraknoza prenosi sadnim materijalom, osnovna preventivna mera je obezbeđivanje zdravog sadnog materijala. Hemijske mere zaštite se takođe sprovode. Od fungicida se primenjuju preparati na bazi mankozeba, kaptana, miklobutanila, boskalida, piraklostrobina, azoksistrobina i dr. Ukoliko se ovo gljivično oboljenje javi u zasadu, tretiranja treba izvesti u početnim fazama razvoja, dok su pege još na lisnim drškama. U vreme zimskog mirovanja zasada treba tretirati preparatima na bazi bakarnih jedinjenja (Lambert *et al.*, 2013; Polashock *et al.*, 2017; Francesco *et al.*, 2018; ).

### ***Septoria albopunctata*, prouzrokovatelj pegavosti lista i izdanka**

Na pojedinim lokalitetima može prouzrokovati ekonomski veoma značajne štete. U kišovitim godinama može dovesti do defolijacije, a usled prisustva pega na izdancima može doći i do sušenja biljaka.

### ***Simptomi***

Simptomi ovog oboljenja mogu se ispoljiti na lišću, izdancima i plodovima. Prvi simptomi se javljaju na donjem lišću u vidu vodenastih okruglastih pega braon boje, koje su locirane na naličju lista. Ove pege se pojavljuju dve do četiri nedelje nakon ostvarene infekcije. Na izdancima se javljaju braon-ljubičaste pege, nepravilnog oblika. U okviru ovih pega mogu se uočiti sitne crne tačkice (piknidi). Infekcije na izdancima mogu biti latentne, odnosno simptomi se vide tek naredne godine, iako je do infekcija došlo u prethodnoj vegetaciji. Simptomi se mogu javiti i na mladim plodovima, ali bez značajnijeg uticaja na prinos (Hildebrand, 2011; Lambert *et al.*, 2013; Polashock *et al.*, 2017).

### ***Ciklus razvoja***

*Septoria albopunctata* prezimljava piknidima u opalom lišću i na izdancima. Pošto prezimljava na izdancima može se preneti sadnim materijalom. U proleće dolazi do formiranja konidija koje se spiraju kišnim kapima na mlado lišće, izdanke i ostvaruju infekciju. Najintenzivnije oslobađanje konidija je u periodu kada je otvoreno od 1-10% cvetova, pa sve do precvetavanja, što ukazuje da je ovo najkritičniji period za ostvarenje infekcije. Optimalnu uslovi za ostvarivanje infekcije su pri temperaturama od oko 25 °C i relativnoj vlažnosti vazduha preko 95%. Kasnije tokom vegetacije, kada opadne lišće može doći do formiranja askospora, ali to je od manjeg epidemiološkog značaja (Polashock *et al.*, 2017; Lambert *et al.*, 2013; Hildebrand, 2011;).

### ***Suzbijanje***

Prilikom zasnivanja zasada treba koristiti zdrav sadni materijal. Orezivanje i iznošenje zaraženih izdanaka iz zasada je sledeća mera, koja se preporučuje za suzbijanje ovog patogena. Od hemijskih mera treba uraditi jedno do dva tretiranja u periodu od početka cvetanja do precvetavanja kombinacijom preparata na bazi piraklostrobina i boskalida.

### ***Thekopsora minima*, prouzrokovatelj rđe borovnice**

*Thekopsora minima*, prouzrokovatelj rđe na lokalitetima gde je prisutna, može naneti značajne štete u proizvodnji borovnice. Usled prisustva gljive dolazi do defolijacije biljaka čime se smanjuje prinos u tekućoj godini, a smanjeno je i formiranje cvetnih pupoljaka što se negativno odražava na prinos u narednoj vegetacionoj sezoni.

### ***Simptomi***

Najkarakterističniji simptomi prisustva ove gljive su na listovima. Na licu lista prvo se pojavljuju okrugle, crveno-braon pege. Kasnije se na naličju lista javljaju žute pustule, odnosno uredosorusi. U drugom delu vegetacije uredosorusi dobijaju rđasto - crvenu boju, kada često dolazi i do defolijacije biljaka (Polashock *et al.*, 2017; Lambert *et al.*, 2013; Nelson, 2008;).

### ***Ciklus razvoja***

*T. minima* prezimljava teleutosporama u opalom lišću. U proleće se iz teleutospora formiraju bazidiospore koje zaražavaju mlade listove. Kasnije tokom vegetacije na naličju lista formiraju se uredospore koje daju nekoliko sekundarnih infekcija pri čemu se količina inokuluma znatno povećava. Na kraju se formiraju teleutospore. Od infekcije do formiranja novih spora, u zavisnosti od vremenskih uslova, potrebno je da prođe od 10-14 dana. Optimalni uslovi za infekciju su na temperaturama od oko 21 °C uz prisustvo kiše i visoke relativne vlažnosti vazduha (Nelson, 2008; Lambert *et al.*, 2013; Polashock *et al.*, 2017).

### ***Suzbijanje***

U povoljnim uslovima za pojavu rđe borovnice, neophodno je da se izvede hemijsko suzbijanje. Prvo tretiranje treba obaviti kada se uoče prve pege, od fenofaze precvetavanja. U zavisnosti od uslova za razvoj gljive, tokom vegetacije neophodno je obaviti nekoliko tretiranja. Za suzbijanje prouzrokovala rđe borovnice mogu se koristiti fungicidi iz grupe strobilurina i triazola.

Pored navedenih gljivičnih oboljenja, virusi i fitoplazme mogu naneti, takođe, značajne štete u proizvodnji borovnice (Schilder i Miles, 2008). Osnovna mera u suzbijanju virusa borovnice jeste proizvodnja i sadnja zdravog sadnog materijala. Suzbijanje vektora, kao što su vaši, cikade i nematode, takođe predstavlja značajnu meru u suzbijanju virusa i fitoplazmi. Ukoliko se ovi patogeni unesu sadnim materijalom u zasad, njihovo suzbijanje biće veoma otežano (Schilder i Miles, 2008).

## **Štetočine borovnice**

### ***Chionaspis salicis*, štitasta vaš**

Štitaste vaši predstavljaju ekonomski značajne štetočine u proizvodnji borovnice. Najveće štete pričinjavaju u starijim zasadima. Usled ishrane štitastih vašiju dolazi do iznurivanja biljaka. Pored *Chionaspis salicis*, na borovnici, veoma značajna, može biti i *Parthenolecanium corni*.

### ***Biologija***

*C. salicis* prezimljava u stadijumu jajeta ispod štita na starijim delovima biljke. U proleće se aktiviraju larve litalice koje naseljavaju nove delove biljke. Nakon određenog vremena jedinke formiraju voštane štitove na izdancima, plodovima, listovima i lisnim peteljka. U drugom delu vegetacije javljaju se mužjaci i ženke. Ženke nakon kopulacije polažu prezimljujuća jaja (Schilder, 2015; Polashock *et al.*, 2017).

### ***Suzbijanje***

U suzbijanju štitastih vaši na borovnici treba primeniti pomotehničke i hemijske mere. Od pomotehničkih mera najvažnija je pravilna rezidba. Rezidbom,

odnosno uklanjanjem starijih izdanaka, može se smanjiti populacija štitastih vaši. Od hemijskih mera najvažnija je primena mineralnih ulja koju treba izvesti do fenofaze bubrenja pupoljaka. Ako se sprovedu navedene mere, tretiranja insekticidima tokom vegetacije nije potrebno sprovoditi.

### ***Ericaphis scammelli* i druge lisne vaši**

Lisne vaši takođe mogu predstavljati značajne štetočine borovnice. Kao i kod ostalih voćaka, one izazivaju uvijanje lišća, a na plodovima dolazi do pojave gljiva čađavica.

#### ***Biologija***

Lisne vaši prezimljavaju u stadijumu jajeta na mlađim delovima biljke. U proleće dolazi do piljenja larvi koje naseljavaju novoizrasle delove biljke. Lisne vaši uglavnom žive na naličju listova i prisutne su u zasadu dok ima mladog lišća (Lambert *et al.*, 2013; Schilder, 2015; Polashock *et al.*, 2017).

#### ***Suzbijanje***

Primena mineralnih ulja za suzbijanje štitastih vaši smanjuje i populaciju lisnih vaši. Tokom vegetacije, pre ili posle cvetanja, po pojavi prvih kolonija treba izvršiti tretiranje nekim od jedinjenja iz grupe neonikotinoida. Pored neonikotinoida mogu se koristiti: flonikamid, pimetozin i hlorporifos-metil.

### ***Drosophila suzukii*, azijska voćna mušica**

*Drosophila suzukii* predstavlja veoma značajnu štetočinu većeg broja voćnih vrsta. Pre svega javlja se na voćkama koje imaju mekšu pokožicu ploda, među kojima su: borovnica, malina, jagoda, višnja, trešnja (Walton, 2010). *D. suzukii* je prisutna u većini zemalja EU i u SAD. U Srbiji je registrovana njena intenzivnija pojava tokom 2015. i 2016. godine. Kod nas nema podataka o štetnosti ove vrste, ali se u svetu navode podaci da štetnost može biti i do 80%. Štete prave larve koje se ubušuju u plodove prouzrokujući njihovu crvljivost. Ovakvi plodovi su podložni pojavi truleži.

#### ***Biologija***

*D. suzukii* prezimljava u stadijumu imaga na zaštićenim mestima, ali može prezimeti i u polju ako su vremenski uslovi povoljni. Do njegovog aktiviranja dolazi tokom zime kada su temperature iznad 10 °C. U proleće kada dođe do porasta temperature, stalno je prisutna u voćnjaku. Od fenofaze početak sazrevanja plodova i kasnije, ženka polaže jaja u zdrave plodove, za razliku od vinske mušice koja polaže jaja samo na oštećene plodove. Iz jaja se pile larve koje se ubušuju u plodove. Kompletan ciklus razvoja pri povoljnim uslovima se može završiti za samo 10 dana. Može imati do 15 generacija godišnje. Međutim, treba istaći da postoje ograničavajući faktori za njen razvoj. U SAD je utvrđeno da 75% prezimljujućih imaga uginjava ako su 24 h izloženi temperaturama oko 0 °C.



Takođe je utvrđeno da tokom letnjih meseci 75% imaga uginjava ako su 24 h izloženi temperaturama višim od 32 °C. Ovoj štetočini odgovara viša relativna valažnost vazduha. Na osnovu ovih činjenica može se zaključiti da hladne zime mogu značajno da redukuju populaciju ove štetočine. Takođe, u uslovima sušnog leta sa visokim temperaturama vazduha onemogućena je njena intenzivnija pojava.

### **Suzbijanje**

Uspešno suzbijanje *D. suzukii* je izvodljivo, ali zahteva značajna finansijska sredstva. Ova štetočina se može suzbiti mehaničkim i hemijskim merama. U mehaničke mere spadaju: postavljanje lovnih klopki i iznošenje prezrelih i opalih plodova čime se smanjuje gustina populacije štetočine. U svetu se za suzbijanje *D. suzukii* koriste tzv. “anti-insekt” mreže. Ovo je izuzetno efikasna mera, ali zahteva značajna finansijska sredstva.

Hemijskim merama takođe se može smanjiti intenzitet pojave ove štetočine. Primenom piretroida za suzbijanje drugih štetočina smanjuje se populacija imaga *D. suzukii*. U vreme promene boje plodova, treba uraditi tretman sa nekim od jedinjenja iz grupe neonikotinoida. Sedam do deset dana kasnije treba obaviti još jedno tretiranje preparatom na bazi cijantraniliprola (Rosensteel i Sial, 2017).

**Tabela 1.** Orijentacioni program zaštite borovnice

<b>Fenofaza /vremenski period</b>	<b>Prouzrokoivači bolesti</b>	<b>Fungicidi</b>	<b>Štetočine</b>	<b>Insekticidi</b>
<b>Kretanje vegetacije</b>	<i>Monilinia</i> spp.	neorganska jedinjenja bakra	Štitaste vaši Lisne vaši	Mineralna ulja
<b>Neposredno pre cvetanja</b>	<i>Monilinia</i> spp. <i>Botrytis cinerea</i> <i>Colletotrichum acutatum</i>	kaptan + piraklostrobi n + boskalid	Lisne vaši	hlorpirifosmetil ili piretroid
<b>Cvetanje</b>	<i>Monilinia</i> spp. <i>B. cinerea</i> <i>Septoria albopunctata</i> <i>C.acutatum</i>	piraklostrobi n + boskalid	-	-
<b>Precvetavanje</b>	<i>Monilinia</i> spp. <i>B. cinerea</i> <i>T. minima</i> <i>S. albopunctata</i>	boskalid + piraklostrobi n + triazol	Lisne vaši	neonikotinoid
<b>Tretiranje pre berbe (u okviru karence)</b>	<i>Monilinia</i> spp. <i>B. cinerea</i> <i>T. minima</i>	fenheksamid triazol	<i>Drosophila suzukii</i>	cijantraniliprol
<b>Posle berbe</b>	<i>T. minima</i> <i>S. albopunctata</i>	neorganska jedinjenja bakra	Lisne vaši	hlorpirifosmetil ili piretroid

## Zaključak

Savremena proizvodnja borovnice nije moguća bez sprovođenja mera zaštite protiv prouzrokovaca biljnih bolesti i štetočina tokom vegetacije. Redovna, pravilna i pravovremena primena pesticida, uz sprovođenje svih značajnih nehemijskih, agrotehničkih i pomotehničkih mera, omogućuje optimalan prinos ove kulture. Sadnja zdravog sadnog materijala je osnovni preduslov za njenu uspešnu proizvodnju. Tokom vegetacije neophodno je sprovesti 5-7 tretiranja pesticidima za uspešnu zaštitu borovnice od prouzrokovaca bolesti i štetočina.

## Literatura

- Aleksić, G., Brkić, D., Gašić, S., Jovanović – Radovanov, K., Kljajić, P., Marčić, D., Miletić, N., Pavlović, D., Radivojević, Lj., Rekanović, E., Stević, M., Tamaš, N., Vučinić, S., Vuković, S. 2018. Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji. Devetnaesto, izmenjeno i dopunjeno izdanje. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.
- Francesco, J.D., Pscheidt, J.W., Yang, W. 2018. Blueberry. Pest Management Guide for the Willamette Valley, Oregon State University Extension Service, pp 1 – 21.
- Hildebrand, H.D., Renderos, W.E., Delbridge, R.W., and Burgess, P. 2011. Wild Blueberry – Fact Sheet: Septoria Leaf Spot and Stem Canker. Agriculture and Agri-Food, Canada.
- Holb, I.J. 2004. The brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia* spp.). Important features of their biology. International Journal of Horticultural Science, 10: 31-48.
- Lambert, L., Laplante, G., Carisse, O., Vincent, C. 2013. Diseases, Pests and Beneficial Insects of Strawberry, Raspberry and Blueberry. The American Phytopathological Society, CRAAQ (Canada)/APS Press (USA).
- Mertely, J. C., MacKenzie, S. J., Legard, D. E. 2002. Timing of fungicide applications for *Botrytis cinerea* based on development stage of strawberry flowers and fruit. Plant Disease, 86: 1019 - 1024.
- Nelson, S. 2008. Blueberry Rust. Plant Disease, PD-51: 1 – 6.
- Polashock, J.J., Caruso, F.L., Averill, A.L., Schilder, A.C. 2017. Compendium of Blueberry, Cranberry, and Lingonberry Diseases and Pests, Second Edition. The American Phytopathological Society, APS Press, USA.
- Pscheidt, J.W., Ocamb, C.M. (Senior Eds.) 2018. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook. Oregon State University.
- Rosensteel, D.O., Sial, A.A. 2017. Efficacy of Insecticides Against *Drosophila suzukii* in Southern High-bush Blueberry, 2015. Arthropod Management Tests, 1–2.

- Schilder, A.C., Miles, T.D. 2008. Virus and Viruslike Diseases of Blueberries. Extension Bulletin E-3048, Department of Plant Pathology, Michigan State University, 1-6.
- Schilder, A., Isaacs, R., Hanson, E., Cline, B., Longstroth, M. 2015. A Pocket Guide to IPM Scouting in Highbush Blueberries. MSU Extension, USA.
- Walton, V., Lee, J., Bruck, D., Shearer, P., Parent, E., Whitney, T., Dreves, A.J. 2010. Recognize Fruit Damage from Spotted Wing Drosophila (SWD). Oregon State University.



# The protection of blueberries from the causative agents of plant diseases and pests

Novica Miletić, Nenad Tamaš, Marko Sretenović

University of Belgrade-Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080  
Belgrade, Republic of Serbia  
E-mail: novitic@agrif.bg.ac.rs

## Summary

The protection of blueberries from the causative agents of plant diseases and pests is an indispensable factor in the production of this culture, which ensures optimum yield and preservation of good plant health in plantations. During the blueberry production process there are several plant pathogens that can significantly endanger plant health, among which are the most significant: *Phytophthora cinnamomi* (causal agent of blueberry root rot), *Botrytis cinerea* (causal agent of gray mold), *Monilinia* spp. (causal agents of brown rot), *Colletotrichum* spp. (causal agents of anthracnose rot), *Septoria albopunctata* (causal agent of leaf spot) and *Thekopsora minima* (causal agent of blueberry leaf rust). The most important pests of blueberries are: scales and aphids, as well as spotted wing *drosophila* (*Drosophila suzukii*). In the program for the protection of blueberries from the causative agents of diseases and pests, a very important place is taken by non-chemical protection measures. Agrotechnical and pomotechnical measures which include the planting of healthy nursery trees and more resistant varieties, crop rotation, moderate use of nitrogen fertilizer for plants nutrition, cutting and removing of infected and older shoots, are needed in order to reduce the population of scales. In addition to these measures, for *D. suzukii* control, mechanical measures are recommended that involve the setting up of hunting traps and "anti-insect" nets.

The first spraying for *Monilinia* spp., scales and aphids control is carried out at the beginning of the vegetation with pesticides based on copper compounds and mineral oils. Second treatment for the control of plant pathogens (*Monilinia* spp., *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum acutatum*) is performed immediately before flowering with a combination of fungicides captan + *pyraclostrobin* + boscalid, with the addition of insecticide, pyrethroide or chlorpyrifos-methyl for aphids control. During the flowering, besides the causative agent of the rot, it performs the control of the causative agent of the leaf spot by a combination of *pyraclostrobin* + boscalid, while after flowering, this combination is supplemented with triazole fungicide for control of the causative agent of rust, and the neonicotinoid for control of aphids. The last spraying before harvest, which implies compliance with the prescribed withdrawal period, is carried out in order to suppress the causative agents of the fruits (*Monilinia* spp., *B. cinerea*) and *T. minima*, as well as *D. suzukii*, with combination of pesticides based on *fenhexamid* and triazole fungicide

and *cyantraniliprole*. In the post-harvest period, another treatment is performed using a preparation based on inorganic copper and pyrethroide compounds.

The blueberry protection program, if properly implemented, and in accordance with meteorological conditions and the biology of the causative agents of the diseases and pests, with the adequate and timely application of pesticides, will ensure the optimal yield of this culture.

**Key words:** blueberry, diseases, pests, control

## UTICAJ TEMPERATURE I VLAŽNOSTI ZEMLJIŠTA PRI RAZLIČITIM NAČINIMA MALČIRANJA NA BIOLOŠKE OSOBINE CRNE RIBIZLE

Svetlana M. Paunović<sup>1\*</sup>, Mihailo Nikolić<sup>2</sup>, Mira Milinković<sup>1</sup>, Žaklina Karaklajić-Stajić<sup>1</sup>, Jelena Tomić<sup>1</sup>, Marijana Pešaković<sup>1</sup>, Boris Rilak<sup>1</sup>

*Institut za voćarstvo, Čačak, Srbija*  
*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija*  
E-mail: svetlana23869@gmail.com

**Izvod.** U eksperimentu je praćen uticaj temperature i vlažnosti malčiranog (strugotina i crna polietilenska folija) i nemalčiranog (jalovi ugar) zemljišta na vegetativni potencijal (broj izbojaka po žbunu, dužina izbojaka i zapremina žbuna), generativni potencijal (broj cvetova u cvasti, broj bobica u grozdu, prinos po žbunu i prinos po jedinici površine) i fizičke osobine grozda i bobica (masa grozda i bobica) kod crne ribizle. Eksperimentalna proučavanja obavljena su u periodu od 2015. do 2017. Godine, u ogleđnom zasadu crne ribizle, u Institutu za voćarstvo, Čačak. Temperatura i vlažnost zemljišta tokom realizacije ogleđda ispoljile su značajan efekat na ispitivane parametre. Malčiranje strugotinom rezultiralo je stabilnim vodnim režimom i konstantno niskom temperaturom zemljišta, što je direktno uticalo na povećanje vegetativnog potencijala i prinosa po žbunu i jedinici površine, dok između strugotine i jalovog ugara nisu zabeležene razlike u broju cvetova u cvasti i broju bobica u grozdu, kao ni u fizičkim osobinama grozda i bobica. Sa druge strane, veća temperatura i vlažnost zemljišta registrovane na foliji tokom vegetacionog perioda nisu imale značajan uticaj na ispitivane parametre. Generalno, dobijeni rezultati ukazuju da niža temperatura i vlažnost zemljišta u zoni korenovog sistema i na površini zemljišta imaju značajan uticaj na biološke osobine crne ribizle.

**Ključne reči:** crna ribizla, jalovi ugar, strugotina, crna folija, rast, rodnost, masa grozda i bobice

### Uvod

Crna ribizla (*Ribes nigrum* L.) je vrsta voćaka koja se može uspešno gajiti pri različitim načinima održavanja zemljišta. U Srbiji, najrašireniji način održavanja zemljišta u zasadima crne ribizle je stalna obrada zemljišta, tj. jalovi ugar. Intenziviranje voćarske proizvodnje poslednjih godina nameće potrebu podizanja novih zasada po principima savremene tehnologije gajenja korišćenjem različitih

načina zastiranja ili malčiranja zemljišta. Malčiranje je poljoprivredna i hortikulturna tehnika kojom se zemljište prekriva različitim organskim (strugotina, slama, seno, lišće, drveni opiljci, kompost, treset i dr.) ili neorganskim (sintetičkim) materijalima (folija, polietilenski film, agrotekstil i dr.). Primena organskog malča dovodi do odlaganja početka zagrevanja zemljišta u proleće, minimizira varijacije dnevnih temperatura i doprinosi smanjenju stope početnog hlađenja (Younis *et al.*, 2012; Mupangwa *et al.*, 2013). Sa druge strane, upotreba neorganskog malča utiče na ranije zagrevanje zemljišta, povećanje srednje temperature tokom vegetacione sezone, konzerviranje vlage u zemljištu i kontrolu korova (Kumar i Dey, 2011). Mnoga istraživanja su pokazala da zastiranje zemljišta organskim ili neorganskim malčom direktno utiče na porast, povećanje prinosa i kvalitet ploda (Sharma i Sharma, 2003; Kivijarvi *et al.*, 2005; Kher *et al.*, 2010; Shiukhy *et al.*, 2014; Pandey *et al.*, 2016). Generalno, značaj zastiranja zemljišta ogleda se u očuvanju vlage u zemljištu blokiranjem brzog isparavanja vode sa površine zemljišta, a time i značajnom smanjenju potrebe za navodnjavanjem; regulaciji temperature zemljišta i kontroli sezonskih fluktuacija temperature, što je od posebnog značaja u letnjem periodu kada su temperature vazduha visoke; poboljšanju biološke aktivnosti zemljišta i sprečavanju rasta korova.

Iz tog razloga, cilj istraživanja je bio utvrđivanje uticaja temperature i vlažnosti malčiranog i nemalčiranog zemljišta na biološke osobine crne ribizle kako bi se na osnovu dobijenih rezultata utvrdila potreba korišćenja malča pri gajenju ribizle i preporučila njihova implementacija u proizvodnoj praksi.

## Materijal i metode

Eksperimentalna proučavanja obavljena su u zasadu crne ribizle u periodu od 2015. do 2017. godine na objektu Instituta za voćarstvo u Čačku. Ogled je postavljen po randomiziranom blok sistemu kod sorte Čačanska crna i obuhvatao je dva tretmana malčiranja (strugotina i crna polietilenska folija) i kontrolu (jalovi ugar) u tri ponavljanja, sa po 10 žbunova. Temperatura i vlažnost zemljišta u zasadu crne ribizle merene su na svakih deset dana od početka vegetacije (mart) do kraja vegetacionog perioda (oktobar). Temperatura u zemljištu na dubini 0-30 cm utvrđena je korišćenjem termometra (Wertheim, Germany), opsega merenja od -10 °C do + 90 °C, a vlažnost korišćenjem tenziometra (Watermark Sensors, USD) opsega merenja 0 – 200 kPa. Temperatura i vlažnost na površini zemljišta utvrđeni su pomoću termohigrometra (Thermo - Higrometer P330, Germany), opsega merenja za temperaturu od -40 °C do + 70 °C, a za vlažnost 0 – 99%.

Vegetativni parametri (broj izbojaka po žbunu i dužina izbojaka) određeni su brojanjem i merenjem metrom na kraju vegetacije, dok je zapremina žbuna izračunata na osnovu formule za izračunavanje zapremine zarubljene kupe, a vrednosti su izražene u m<sup>3</sup>. Parametri generativnog potencijala (broj cvetova u cvasti i broj bobica u grozdu) praćeni su morfometrijskim metodama. Prinos po žbunu je izračunat merenjem mase ubranih plodova na elektronskoj vagi ACS System Electronic Scale (Zhejiang, China) i izražen je u kg, dok je prinos po

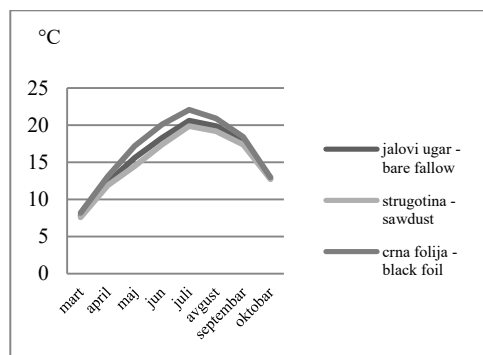


jedinici površine dobijen računskim putem kao proizvod prinosa po žbunu i broja žbunova po hektaru, i iskazan je u t/ha. Masa grozda i bobica utvrđene su merenjem na tehničkoj vagi „Mettler“ preciznosti 0,01 g (Switzerland), a vrednosti su izražene u g.

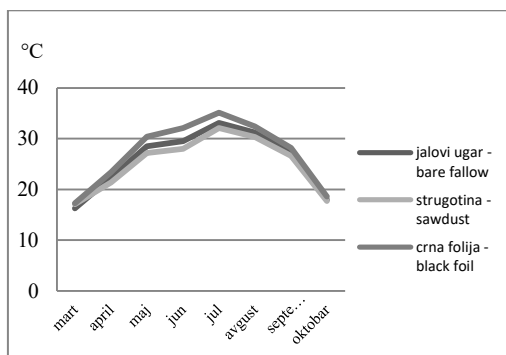
Eksperimentalni podaci statistički su obrađeni primenom Fisher – ovog modela analize varijanse dvofaktorijalnog ogleada – ANOVA. Značajnost razlika između srednjih vrednosti ispitivanih faktora, kao i interakcijskih srednjih vrednosti utvrđena je korišćenjem LSD testa sa pragom značajnosti  $P \leq 0,05$ .

## Rezultati i diskusija

Temperatura zemljišta tokom vegetacionog perioda značajno se razlikovala u zavisnosti od načina održavanja zemljišta. U periodu kretanja vegetacije i na kraju vegetacione sezone konstatovane su najmanje temperaturne razlike između malčiranog i nemalčiranog zemljišta (Grafikoni 1 i 2). Upotreba strugotine kao malča uticala je na smanjenje temperature zemljišta tokom cele vegetacije. U periodu od marta do oktobra, temperatura zemljišta pod strugotinom na dubini 0-30 cm bila je niža u proseku za 0,6 °C, a na površini zemljišta za 0,9 °C u poređenju sa jalovim ugarom. Najveća temperaturna razlika u zoni rasta korenovog sistema između ova dva načina održavanja zemljišta zabeležena je u periodu zametanja plodova (maj – 1,1 °C), dok je na površini zemljišta najveća razlika registrovana u vreme berbe plodova (jun – 1,5 °C). Visoka razlika u temperaturi na površini zemljišta konstatovana je i tokom maja (1,3 °C) i jula (1 °C). Od avgusta do oktobra dolazi do postepenog smanjenja razlike u temperaturi. Najmanje temperaturne razlike u zoni korenovog sistema od 0,1 °C i na površini zemljišta od 0,3 °C zabeležene su u oktobru. Rezultati su u skladu sa navodima Larsson (1997), koji je u zasadu crne ribizle registrovao veću temperaturu ispod obrađenog zemljišta u poređenju sa zemljištem koje je bilo prekriveno organskim malčom. Autor ističe da organski malč odlaže početak prenosa toplote kroz zemljište svodeći dnevne varijacije temperature na najmanju meru, smanjuje maksimalnu temperaturu zemljišta i početnu brzinu hlađenja.



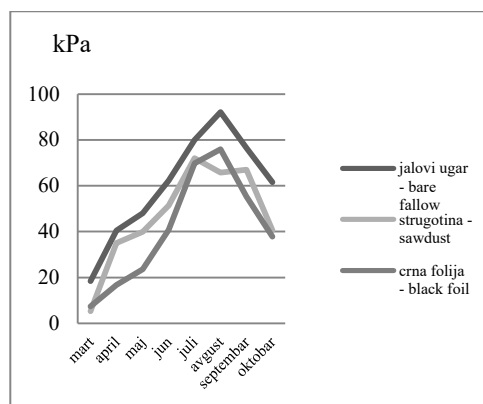
**Grafikon 1.** Temperatura zemljišta na dubini 0-30 cm  
*Soil temperature at 0-30 cm depth*



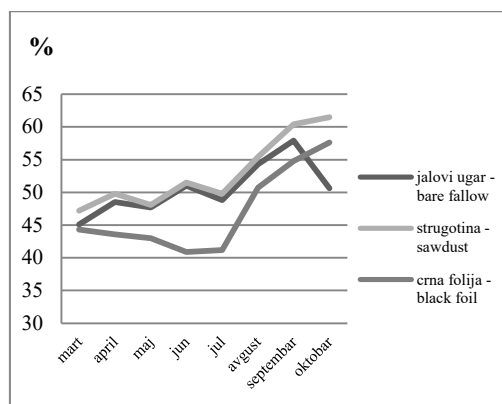
**Grafikon 2.** Temperatura na površini zemljišta  
*Soil temperature on the surface*

Sa druge strane, sposobnost folije da absorbuje veću količinu sunčeve svetlosti doprinela je ranijem zagrevanju zemljišta i konstantno većoj temperaturi tokom vegetacione sezone. Temperatura zemljišta u periodu od marta do oktobra bila je u proseku viša za 1 °C u zoni korenovog sistema i za 1,4 °C na površini folije u poređenju sa kontrolom. Najveće temperaturne razlike od 1,8 °C na dubini 0-30 cm i od 2,6 °C na površini zemljišta zabeležene su u vreme berbe plodova (jun). Nakon tog perioda, dolazi do smanjenja temperaturnih razlika između jalovog ugara i folije, kako na dubini 0-30 cm (1,5 °C – jul, 1 °C – avgust, 0,5 °C – septembar i 0,2 °C – oktobar), tako i na površini zemljišta (2 °C – jul, 1,2 °C – avgust, 1,1 °C – septembar i 0,6 °C – oktobar). Rezultati su uporedivi sa navodima Larsson (1997) koji ističe da je temperatura ispod folije viša tokom vegetacione sezone u poređenju sa obrađenim zemljištem, a da je najveća razlika zabeležena tokom juna (3,2 °C). Takođe, Shiukhy *et al.* (2014) ističu da je zemljište održavano u formi jalovog ugara hladnije u proseku za 7,4 °C u poređenju sa zemljištem prekrivenim folijom, dok Kumar i Dey (2011) navode povećanje temperature zemljišta ispod folije od 0,4 do 2,5 °C. U zasadima jagode i maline korišćenje folije, prema rezultatima Pinkerton *et al.* (2002), doprinelo je povećanju temperature zemljišta za 17 °C u odnosu na nepokriveno zemljište.

Upotreba malča tokom vegetacionog perioda direktno je uticala na vlažnost, kako u zoni korenovog sistema, tako i na površini zemljišta (Grafikoni 3 i 4). U zemljištu prekrivenom strugotinom na dubini 0-30 cm tokom vegetacije zabeležena je prosečno veća vlažnost za 12,8 kPa u poređenju sa jalovim ugarom. Najveća razlika u vlažnosti od 26,5 kPa konstatovana je tokom avgusta, a najmanja od 7,9 kPa tokom jula. Na površini strugotine je takođe zabeležena veća vlažnost za 2,47% u poređenju sa jalovim ugarom. Maksimalna razlika u vlažnosti između kontrole i zemljišta prekrivenog strugotinom registrovana je u oktobru (10,9%), a minimalna u maju (0,4%) i junu (0,5%).



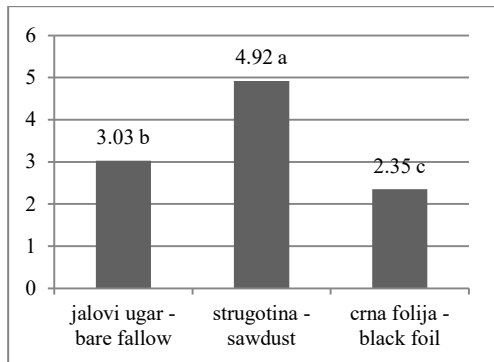
**Grafikon 3.** Vlažnost zemljišta na dubini 0-30 cm *Soil moisture at 0-30 cm depth*



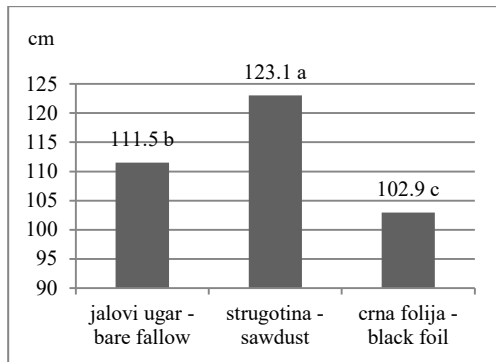
**Grafikon 4.** Vlažnost na površini zemljišta *Soil moisture on the surface*

U pogledu korišćenja folije, tokom vegetacione sezone konstatovana je veća vlažnost u zoni korenovog sistema u odnosu na kontrolu. Prosečna razlika u

vlažnosti između jalovog ugara i folije iznosila je 20,2 kPa. Najveća razlika registrovana je u maju (24,4 kPa), a najmanja u avgustu (10,2 kPa). Za razliku od vlažnosti zemljišta na dubini 0-30 cm, tokom vegetacije zabeležena je manja prosečna vlažnost za 5,27% na površini folije u odnosu na jalovi ugar. Najmanja razlika u vlažnosti između ova dva načina gajenja registrovana je u martu (0,8%), a najveća u junu (10,1%), što se može pripisati visokom stepenu nepropustljivosti folije kao materijalu za malčiranje i njenoj sposobnosti da konzervira veću količinu vlage u zemljištu, a time smanji gubitak vode evaporacijom.



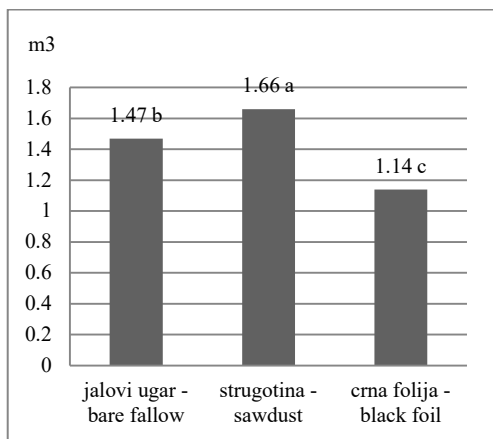
**Grafikon 5.** Broj izbojaka po žbunu  
*Number of shoots per bush*



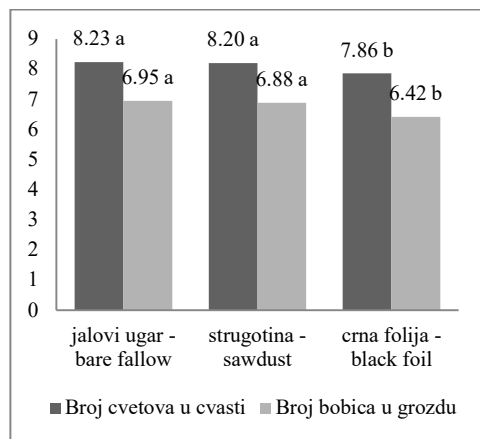
**Grafikon 6.** Dužina izbojaka  
*Shoot length*

Dobijeni rezultati su saglasni sa navodima Kumar i Dey (2011) koji su u zasadu jagode prekrivenim folijom utvrdili povećanje sadržaja vlage od 2,8 do 12,8% u poređenju sa nemalčiranim zemljištem. Larsson (1997) navodi da tokom proleća i leta ispod folije dolazi do konzerviranja vlage, dok u jesen folija može imati suprotan efekat, tj. može sprečiti infiltraciju padavina u dublje slojeve zemljišta, što rezultira sušnim uslovima.

Konstantno niska temperatura zemljišta i umerena vlažnost na zemljištu malčiranim strugotinom direktno je uticala na vegetativni potencijal, odnosno na povećanje broja izbojaka po žbunu (4,92), dužine izbojaka (123,1 cm) i zapremine žbuna (1,66 m<sup>3</sup>) u poređenju sa crnom ribizlom gajenom na jalovom ugaru i foliji (Grafikoni 5, 6 i 7). Pozitivan efekat primene strugotine ogledao se i kroz povećanje prinosa, kako po žbunu (2,48 kg/žbunu), tako i po jedinici površine (8,27 t/ha) (Grafikon 10). U pogledu broja cvetova u cvasti i broja bobica u grozdu, kao i mase grozda i bobica nisu zabeležene razlike između strugotine i jalovog ugara, što nas navodi na zaključak da niža temperatura i vlažnost zemljišta imaju pozitivan efekat na ispitivane parametre (Grafikoni 8 i 9). Najniže vrednosti svih ispitivanih bioloških osobina registrovane su kod ribizli gajenih na zemljištu prekrivenim crnom polietilenskom folijom, odnosno zemljištu koje se odlikovalo većom temperaturom i vlažnošću, a manjom evaporacijom tokom vegetacije, naročito tokom letnjeg perioda.

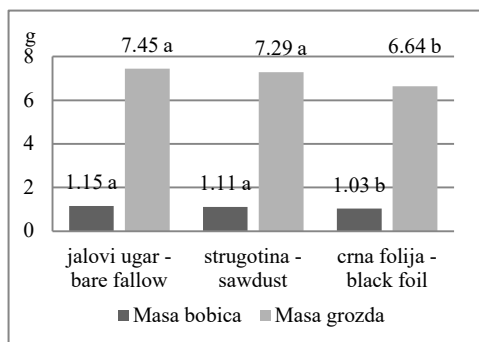


**Grafikon 7.** Zapremina žbuna  
*Bush volume*

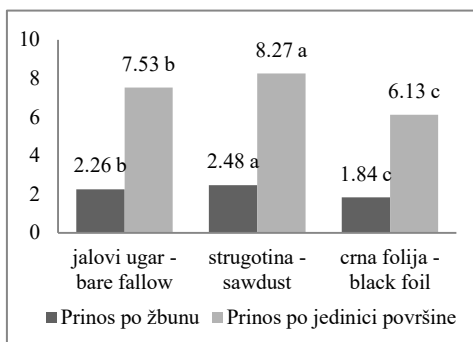


**Grafikon 8.** Broj cvetova u cvasti i broj bobica u grozdu  
*Number of flowers per inflorescence and number of berries per cluster*

Rezultati ogleada nisu uporedivi sa navodima Larsson (1997), koji je u svojim istraživanjima zabeležio veći porast žbuna i veće prinose kod crne ribizle gajene na foliji, iako se ove vrednosti nisu značajno razlikovale od onih dobijenih kod ribizli gajenih pod organskim malčem i jalovim ugarom. Autor ističe da produžena upotreba folije rezultira smanjenjem rasta žbuna i prinosa u kasnijim godinama gajenja u poređenju sa jalovim ugarom. Takođe, značajno veći razvoj žbuna crne ribizle gajene na foliji u poređenju sa stalno obrađenim zemljištem zabeležili su i Kivijarvi *et al.* (2005). Veće prinose za 26% po žbunu na malč foliji kod crne ribizle ostvario je i Dale (2000), ali nije zabeležio značajne razlike u pogledu mase bobica između folije i jalovog ugara. Pozitivan uticaj primene folije na porast, prinose i kvalitet ploda zabeležen je i kod drugih jagodastih vrsta voćaka kao što su borovnica (Magee i Spiers, 1995), jagoda (Sharma i Sharma, 2003; Kher *et al.*, 2010; El-Yazied i Mady, 2012; Shiukhy *et al.*, 2014) i malina (Neuweiler i Heller, 2000; Vool *et al.*, 2007). Generalno, Pandey *et al.* (2016) ističu da povišena temperatura zemljišta ispod folije doprinosi povećanju aktivnosti korenovog sistema uključujući bolje usvajanje vode i hranljivih sastojaka, a što rezultira povećanjem prinosa.



**Grafikon 9.** Masa bobica i masa grozda  
*Berry weight and cluster weight*



**Grafikon 10.** Prinos po žbunu i jedinici površine  
*Yield per bush and yield per unit area*

Sa druge strane, Starast *et al.* (2005) i Albert *et al.* (2010) nisu postigli dobre efekte u pogledu ukupnog porasta žbuna i broja izbojaka po žbunu, kao ni u prinosima i krupnoći ploda kod borovnice gajene na foliji u poređenju sa jalovim ugarom i strugotinom. Takođe, u svojim istraživanjima Pedersen (2002) nije zabeležio razlike u postignutim prinosima kod crne ribizle gajene na različitim vrstama malča.

## Zaključak

Strugotina kao malč predstavlja pogodniji način održavanja zemljišta u komercijalnim zasadima crne ribizle u poređenju sa jalovim ugarom i crnom polietilenskom folijom. Najniže vrednosti svih ispitivanih parametara vegetativnog i generativnog potencijala, kao i mase grozda i bobice zabeležene su u zemljištu prekrivenim crnom folijom, koje se tokom vegetacione sezone odlikovalo konstantno većom temperaturom i vlažnošću, a manjim gubitkom vode evaporacijom. Upotreba strugotine tokom vegetacionog perioda uticala je na sniženje temperature zemljišta i stabilniji vodni režim, kako u zoni korenovog sistema, tako i na površini zemljišta, što je doprinelo poboljšanju mikroklimе zemljišta i direktno uticalo na bolje biološke osobine, posebno postizanje većih prinosa. U cilju inteziviranja proizvodnje crne ribizle, a u skladu sa principima savremene tehnologije gajenja, korišćenje strugotine kao malča se može preporučiti pri podizanju zasada crne ribizle.

## Literatura

- Albert, T., Karp, K., Starast, M., Paal, T. 2010. The effect of mulching and pruning on the vegetative growth and yield of the half-high blueberry. *Agronomy Research*, 8: 759-769.
- Dale, A. 2000. Black plastic mulch and between-row cultivation increase black currant yields. *HortTechnology*, 10: 307-308.
- El-Yazied, A.A., Mady, A.M. 2012. Plastic mulch color and potassium foliar application affect growth and productivity of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch). *Journal of Applied Sciences Research*, 8: 1227-1239.
- Kher, R., Baba, A.J., Bakshi, P. 2010. Influence of planting time and mulching material on growth and fruit yield of strawberry cv. Chandler. *Indian Journal of Horticulture*, 67: 441-444.
- Kivijarvi, P., Tuovinen, T., Kempainen, R. 2005. Mulches and pheromones - plant protection tools for organic black currant production. In: NJF Report, Nordic Association of Agricultural Scientists, 1: 87-90.
- Kumar, S., Dey, P. 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 127: 318-324.
- Larsson, L. 1997. Evaluation of mulching in organically grown black current (*Ribes nigrum*) in terms of its effects on the crop and the environment. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria*, 28: 1-26.
- Magee, J.B., Spiers, J.M. 1995. Influence of mulching systems on yield and quality of southern highbush blueberries. In: Gough, R.E. and Korcak, R.F. (eds), *Blueberries: A Century of Research*. Haworth Press, Inc., Binghamton, New York, pp. 133-141.
- Mupangwa, W., Twomlow, S., Walker, S. 2013. Cumulative effects of reduced tillage and mulching on soil properties under semi-arid conditions. *Journal of Arid Environments* 91: 45-52.
- Neuweiler, R., Heller, W. 2000. Compost and raised bed cultivation for preventing raspberry root disease. 13th International IFOAM Scientific Conference, Basel, Switzerland pp. 136-139.
- Pandey, S., Tewari, S.G., Singh, J., Rajpurohit, D., Kumar, G. 2016. Efficacy of mulches on soil modifications, growth, production and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.), *International Journal of Science and Nature* 7: 813-820.
- Pedersen, L.H. 2002. Covercrops in blackcurrant (*Ribes nigrum*). *Acta Horticulturae* 585: 633-639.
- Pinkerton, J.N., Ivors, K.L., Reeser, P.W., Bristow, P.R., Windom, G.E. 2002. The use of soil solarization for the management of soil borne plant pathogens in strawberry and red raspberry production. *Plant Disease* 86: 645-651.
- Sharma, R.R., Sharma, V.P. 2003. Mulch type influences plant growth, albinism disorder and fruit quality in strawberry (*Fragaria × ananassa* Dusch.). *Fruits* 58: 221-227.

- Shiukhy, S., Raeini-sarjaz, M., Chalavi, V. 2014. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. *International Journal of Biometeorology* 14:20.
- Starast, M., Karp, K., Vool, E., Moor, U. 2005. The cultivation of half-high bush blueberry under organic farming condition. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 83:155-168.
- Vool, E., Karp, K., Moor, U., Starast, M. 2007. Yield quality in some taxa of the genus *Rubus* depending on the cultivation technology. *European Journal of Horticultural Science* 72: 32-38.
- Younis, A., Bhatti, M.M.Z., Riaz, A., Tariq, U., Arfan, M., Nadeem, M., Ahsan, M. 2012. Effect of different types of mulching on growth and flowering of *Freesia alba* cv. 'Aurora'. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 49: 429-433.





## **Effect of soil temperature and moisture with different mulching types on biological properties of black currant**

Svetlana M. Paunović<sup>1</sup>, Mihailo Nikolić<sup>2</sup>, Mira Milinković<sup>1</sup>, Žaklina Karaklajić-Stajić<sup>1</sup>, Jelena Tomić<sup>1</sup>, Marijana Pešaković<sup>1</sup>, Boris Rilak<sup>1</sup>

*Fruit Research Institute, Čačak, Serbia*  
*Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Serbia*  
E-mail: [svetlana23869@gmail.com](mailto:svetlana23869@gmail.com)

### **Summary**

This experiment evaluated the effect of temperature and moisture of mulched (sawdust and black polyethylene foil) and unmulched soils (bare fallow) on vegetative growth potential (number of shoots per bush, shoot length and bush volume), generative potential (number of flowers per inflorescence, number of berries per cluster, yield per bush and yield per unit area) and physical attributes of the cluster and berry (cluster and berry weight) in black currant. The research was conducted during 2015-2017 in an experimental black currant planting at the Fruit Research Institute, Čačak. Soil temperature and moisture during the experimental period had a significant effect on the tested parameters. Mulching with sawdust resulted in soil water regime stability and steadily low temperatures, which directly led to an increase in the vegetative growth potential, and yield per bush and yield per unit area, whereas no differences were found between bare fallow and sawdust mulch treatments in the number of flowers per inflorescence and number of berries per cluster, as well as in the physical attributes of the cluster and berry. On the other hand, the higher soil temperature and moisture affected by the black foil during the growing season had not a positive effect on the on the tested parameters. Generally, the present results suggested that lower soil temperature and moisture in the root zone and on the surface of the soil had a significant effect on pomological properties of black currant.

**Key words:** black currant, bare fallow, sawdust, black foil, growth, yield, cluster and berry weight