

UTICAJ SIVE PROTIVGRADNE MREŽE NA KVALITET PLODA
BOROVNICE (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) SORTE „BLUECROP”

Jasminka M. Milivojević¹, Dragan D. Radivojević¹, Mirjana M. Ruml¹,
Suzana S. Urošević¹ i Jelena J. Dragišić Maksimović^{2*}

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Institut za multidisciplinarna istraživanja,
Kneza Višeslava 1a, 11030 Beograd, Srbija

Sažetak: U ovom radu su ispitivani efekti izmenjene mikroklimе pod sivom protivgradnom mrežom (PGM) na fizičke osobine ploda (masa ploda, indeks oblika ploda i broj semenki u plodu) i nutritivnu vrednost (sadržaj rastvorljive suve materije – RSM, ukupnih kiselina i ukupnih fenola, kao i ukupni antioksidativni kapacitet ploda) sorte borovnice „Bluecrop” (*Vaccinium corymbosum* L.). Ispitivanja su izvedena u periodu 2013–2014. godina, u zasadu borovnice koji se nalazi u blizini Mladenovca. Zasad je podignut u proleće 2011. godine sa trogodišnjim sadnicama i gustom sadnje od 3.300 žbunova po ha. Primenjena je siva PGM (SILVERLUX®, Helios Group, Lurano, Italy), težine 48 g/m², sa veličinom otvora 2,8 x 8 mm. Tokom perioda ispitivanja, intenzitet svetlosti je meren jedanput nedeljno u 12 h korišćenjem luks metra „Peak teck” PT-5025 (Germany). Temperatura i relativna vlažnost vazduha su merene uređajem za evidentiranje podataka (engl. *data logger*, DT-171, Shenzhen Flus Technology Co., Ltd, China) na svaka 2 h pod PGM i na otvorenom polju (kontrolni tretman) od početka cvetanja do kraja zrenja borovnice u obe ispitivane godine. Intenzitet svetlosti pod PGM je bio u proseku smanjen za 5–20% u obe eksperimentalne godine. Dnevne maksimalne temperature bile su za 2,4 oC niže pod PGM uslovljavajući za 4% višu minimalnu dnevnu relativnu vlažnost vazduha u poređenju sa otvorenim poljem. Značajno veća prosečna vrednost mase ploda kod ispitivane sorte borovnice registrovana je pod PGM u poređenju sa otvorenim poljem, i kretala se od 1,93 g (2013) do 1,86 g (2014). Sadržaj RSM se nije značajno razlikovao između tretmana u 2014. godini, dok je u 2013. godini značajno povećanje registrovano u plodovima koji su ubrani pod PGM (12,8%) u poređenju sa otvorenim poljem (11,6%). Prosečna vrednost sadržaja ukupnih kiselina je bila veća pod PGM u 2014. godini (0,57%), dok je u 2013. godini značajno veći sadržaj pronađen u plodovima ubranim na otvorenom polju (0,87%). PGM je ispoljila pozitivan efekat na sadržaj ukupnih fenola (7,12 mg galne kis. g-lsv.m.pl.), međutim skoro dva puta viša

* Autor za kontakt: e-mail: draxy@imsi.rs

vrednost je bila registrovana u 2013. godini. Slično sadržaju ukupnih fenola, ukupni antioksidativni kapacitet ploda je bio za 2,5 puta veći u 2013. godini, bez značajnog uticaja PGM u obe ispitivane godine.

Ključne reči: intenzitet svetlosti, temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, fizičke i hemijske osobine ploda.

Uvod

Usled klimatskih promena, a posebno učestale pojave grada, poslednjih godina se javlja povećana potreba za instalacijom protivgradnih sistema u voćnjacima (Gržetić et al., 2011; Milivojević et al., 2016a; Milivojević et al., 2016b). Protivgradne mreže (PGM), pored svoje primarne funkcije da pružaju zaštitu od grada, značajno modifikuju mikroklimatske uslove u proizvodnom prostoru biljaka i na taj način posredno utiču na njihova biološka svojstva (Iglesias i Alegre, 2006; Solomakhin i Blanke, 2010). Gržetić et al. (2011) navode da PGM smanjuju intenzitet svetlosti do 25%, brzinu vetra (do 50%) i temperaturu (za 1–3°C), a ujedno za 2–6% povećavaju relativnu vlažnost vazduha (Bogo et al., 2012). U zasadima voćaka u Evropi najviše se koriste crne PGM, zatim bele, dok su od 2007. godine postale dostupne i druge različito obojene mreže (Milivojević et al., 2016a). Međutim, crne PGM značajno smanjuju intenzitet sunčeve svetlosti (20–25%), što može negativno uticati na vegetativni razvoj i kvalitet ploda jabuke (Blanke, 2009). Kao kompromisno rešenje pojavljuju se sive PGM, u kojima su kombinovana svojstva dugovečnosti crne sa propustljivošću za svetlost bele PGM (Blanke, 2014). Bastías i Corelli-Grappadelli (2012) navode da intenzitet svetlosti ima veliki uticaj na diferencijaciju cvetnih pupoljaka i broj i dužinu grana. Međutim, usled prejake radijacije, visoke temperature i učestalog deficita vlage na otvorenom polju, biljke visokožbunaste borovnice mogu biti izložene stresu, što posledično utiče na smanjenje rodnosti i kvaliteta ploda (Lobos et al., 2009; Milivojević et al., 2016a). Stoga, cilj ovih istraživanja bio je da se ispita uticaj modifikovane mikroklimе pod sivom PGM na parametre kvaliteta ploda sorte borovnice „Bluecrop”.

Materijal i metode

Ispitivanje uticaja modifikovane mikroklimе pod sivom PGM na parametre kvaliteta ploda sorte visokožbunaste borovnice „Bluecrop” je izvedeno u periodu 2013–2014. godina u zasadu koji se nalazi u blizini Mladenovca (44°32' SGŠ i 20°42' IGD, nadmorska visina 145 m). Zasad je zasnovan u proleće 2011. godine sa trogodišnjim sadnicama i gustom sadnje od 3.300 žbunova po ha (rastojanje sadnje 3 m između redova i 1 m u redu). PGM je postavljena pred početak fenofaze cvetanja, od sredine aprila u 2013. godini, odnosno od kraja marta u 2014. godini. Primenjena je siva PGM (SILVERLUX[®], Helios Group, Lurano, Italy), težine 48 g/m², sa veličinom

otvora 2,8 x 8 mm. PGM je postavljena na betonske stubove visine 4 m i prečnika 8 x 7 cm, koji su postavljeni na rastojanju od 8 m u redu. Ogled je izveden po potpunom slučajnom planu u 4 ponavljanja sa 10 žbunova po ponavljanju. Svaka parcela se sastojala od žbunova pokrivenih sivom PGM i nepokrivenih žbunova na otvorenom polju (OP). Ispitivanje je vršeno na ukupno 80 žbunova (4 ponavljanja x 10 žbunova x 2 tretmana).

Tokom perioda ispitivanja, intenzitet svetlosti je meren jedanput nedeljno u 12 h korišćenjem luks metra „Peak teck” PT-5025 (Nemačka) na visini od 1,2 m. Temperatura i relativna vlažnost vazduha su merene uređajem za evidentiranje podataka (engl. *data logger*, DT-171, Shenzhen Flus Technology Co., Ltd, Kina) na visini od 1,2 m pod PGM i na otvorenom polju (kontrolni tretman). Ukupno 12 merenja po tretmanu je izvedeno u intervalu od 2 h svaki dan od početka cvetanja do kraja zrenja borovnice u obe ispitivane godine.

U okviru parametara kvaliteta ploda, ispitivane su fizičke osobine ploda (masa ploda, indeks oblika ploda i broj semenki u plodu) i hemijske osobine ploda (sadržaj rastvorljive suve materije, ukupnih kiselina, ukupnih antocijana i ukupnih fenola, kao i ukupni antioksidativni kapacitet ploda). Masa ploda (g) je određena merenjem 30 plodova po ponavljanju (120 plodova po tretmanu). Isti uzorci plodova u okviru svakog ponavljanja su korišćeni za određivanje broja semenki u plodu i indeksa oblika ploda, koji je izračunat iz odnosa visine i širine ploda. Sadržaj rastvorljive suve materije je analiziran uz pomoć digitalnog refraktometra (Pocket PAL-1, Atago, Japan), a vrednosti su izražene u %. Sadržaj ukupnih kiselina je određen titracijom sa 0,1 M NaOH, pri čemu je kiselost izražena u procentima ekvivalenta jabučne kiseline. Za spektrofotometrijsko (Multiscan® Spectrum, Thermo electron corporation, Vantaa, Finland) određivanje sadržaja ukupnih fenola i antocijana, kao i ukupnog antioksidativnog kapaciteta korišćeni su metanolni ekstrakti ploda (1:3). Sadržaj ukupnih antocijana u plodu određen je pH diferencijalnom metodom prema Cheng i Breen (1991). Rezultati su izraženi u mg ekvivalenta cijanidin-3-glukozida na 100 g sveže mase ploda (mg cijanidin-3-glukozida 100 g⁻¹ sv.m.pl.). Sadržaj ukupnih fenola određen je spektrofotometrijskom metodom sa Folin-Ciocalteu reagensom (Singleton i Rossi, 1965). Rezultati su izraženi u mg ekvivalenta galne kiseline po gramu sveže mase ploda (mg ekv. galne kis. g⁻¹ sv.m.pl.). Antioksidativni kapacitet ploda određen je *ABTS* (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic-acid)diammoniumsalt) testom prema Arnao et al. (1999). Rezultati su izraženi u mg ekvivalenta askorbata po gramu sveže mase ploda (mg ekv. ask. g⁻¹ sveže mase ploda).

Statistička analiza je izvedena korišćenjem programa Statistika (verzija 8.0; StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Podaci dvogodišnjih istraživanja su obrađeni metodom analize varijanse (ANOVA) za svaku godinu pojedinačno. Analize su urađene u 4 ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednje vrednosti ± standardna greška. Značajnost razlika između srednjih vrednosti tretmana određena je LSD testom na nivou značajnosti $P \leq 0,05$.

Rezultati i diskusija

Uticaj PGM na intenzitet svetlosti, temperaturu i relativnu vlažnost vazduha

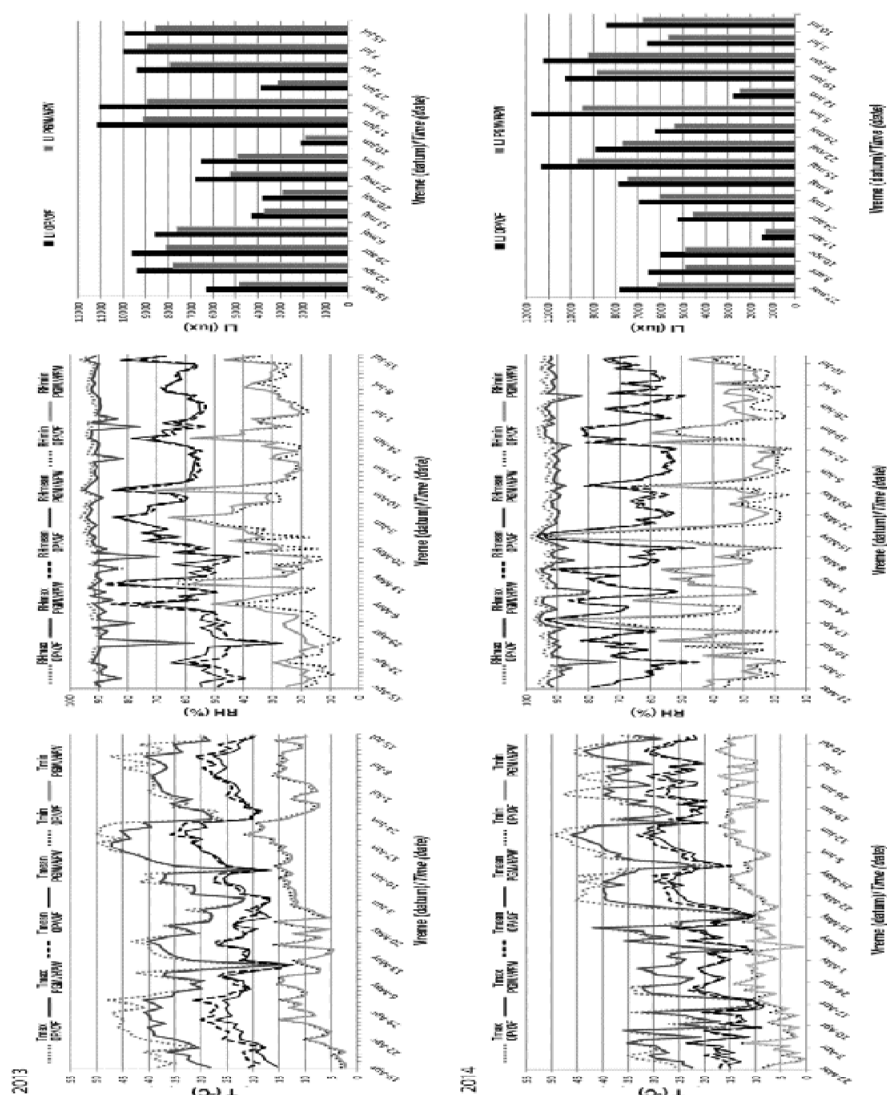
U obe ispitivane godine intenzitet svetlosti je bio manji za 5–20% pod PGM (grafikon 1), sa znatno većom redukcijom tokom vedrih dana kada je bio i veći intenzitet svetlosti. Do sličnih rezultata su došli Iglesias i Alegre (2006) proučavajući propustljivost crne PGM za sunčevo zračenje, koja je bila dva puta veća nego kod kristalnih mreža tokom sunčanih dana, dok je razlika bila manja tokom oblačnih dana.

PGM je takođe uticala na temperaturu i relativnu vlažnost vazduha. Maksimalne dnevne temperature registrovane u ovom radu su bile za 2,4°C više u proizvodnom prostoru biljaka na OP u odnosu na one registrovane pod PGM, što je nesumnjiva posledica smanjenja intenziteta svetlosti pod PGM. Srednja dnevna temperatura pod PGM je bila niža u proseku za 1,5°C tokom obe eksperimentalne godine, dok se minimalna dnevna temperatura ispod PGM i na OP razlikovala samo neznatno (0,6°C). Kao posledica nižih maksimalnih dnevnih temperatura, minimalna dnevna relativna vlažnost vazduha pod PGM je bila u proseku za 4% viša nego na OP. Prosečne vrednosti maksimalne dnevne i srednje relativne vlažnosti vazduha su bile za 2% niže, odnosno za 1% više pod PGM u odnosu na OP (grafikon 1). Solomakhin i Blanke (2010) tvrde da obojene PGM povećavaju relativnu vlažnost vazduha za 2% tokom oblačnih dana, odnosno za 5% tokom sunčanih dana u poređenju sa OP.

Uticaj PGM na fizičke osobine ploda borovnice sorte „Bluecrop”

Fizičke osobine ploda borovnice predstavljaju važno pomološko obeležje, kako za determinaciju sorte, tako i za određivanje upotrebne vrednosti ploda. One zavise od naslednih osobina same sorte, klimatskih uslova tokom gajenja, kao i primenjene agrotehnike. Prema istraživanjima koja su izveli Kim et al. (2013), prosečna masa ploda sorte borovnice „Bluecrop” gajene u Koreji bila je 1,83 g, što je malo više od vrednosti dobijene u ovom radu (1,72 g). Analizirajući uticaj PGM na masu ploda ispitivane sorte borovnice, može se primetiti značajno povećanje pri gajenju ispod PGM, ali nije registrovano postojanje značajnih razlika između ispitivanih godina (tabela 1). Generalno, zasadi voćaka pokriveni PGM mnogo efikasnije koriste vodu kao rezultat smanjene transpiracije, što može uticati na povećanje mase ploda (Tanny et al., 2009). Indeks oblika ploda je varirao kako po godinama, tako i u zavisnosti od tretmana. Posmatrajući uticaj pojedinačnih faktora, značajno viša vrednost je registrovana u 2014. godini i na OP (0,77), a sagledavajući interakcijske efekte uočava se da je indeks oblika ploda bio najniži pod PGM u 2013. godini (0,73). Povećanje indeksa oblika ploda na OP može se objasniti izraženijim razlikama između dnevnih i noćnih temperatura, što generalno kod plodova voćaka dovodi do većeg izduživanja.

Nijedan ispitivan faktor nije značajno uticao na broj semenki u plodu sorte borovnice „Bluecrop”, što ukazuje na činjenicu da su postojali približni uslovi za oplodnju pod PGM i na OP, kao i tokom dve ispitivane godine.



Slika 1. Uticaj protivgradne mreže na temperaturu vazduha (T), relativnu vlažnost vazduha (RH) i intenzitet svetlosti (LI) u dve uzastopne godine.

PGM, protivgradna mreža; OP, otvoreno polje.

Figure 1. The effect of a hail protection net on air temperature (T), relative humidity (RH) and light intensity (LI) over two consecutive years.

OF, open field; HPN, hail protection net.

Tabela 1. Uticaj mikroklimе pod sivom protivgradnom mrežom na fizičke osobine ploda sorte borovnice „Bluecrop”.

Table 1. The effect of microclimate under a grey hail protection net on physical fruit traits of the blueberry cultivar 'Bluecrop'.

Faktor <i>Factor</i>	Masaploda (g) <i>Fruit weight (g)</i>	Indeks oblika ploda <i>Index of fruit shape</i>	Broj semenki u plodu <i>Number of seeds per fruit</i>
<i>Godina/Year</i>			
2013	1,72±0,10	0,75±0,01b	28,1±0,63
2014	1,72±0,07	0,77±0,00a	26,9±1,31
<i>F test</i>	nz	*	nz
<i>Tretman/Treatment</i>			
PGM/HPN	1,90±0,02a	0,75±0,01b	28,8±0,80
OP/OF	1,54±0,03b	0,77±0,00a	26,3±1,01
<i>F test</i>	*	*	nz
<i>Godina x Tretman Year x Treatment</i>			
2013 x PGM	1,93±0,02	0,73±0,00b	29,3±0,50
2013 x OP	1,51±0,04	0,77±0,01a	26,9±0,50
2014 x PGM	1,86±0,03	0,76±0,00a	28,2±1,63
2014 x OP	1,57±0,05	0,77±0,01a	25,7±2,11
<i>F test</i>	nz	*	nz

Podaci su prosečne vrednosti za 4 ponavljanja ± standardna greška. Vrednosti u koloni praćene istom slovnom oznakom nisu značajno različite na nivou $P \leq 0,05$ (LSD test). nz=nije značajno; $*=P \leq 0,05$. PGM, protivgradna mreža; OP, otvoreno polje.

*Data are the means of 4 replications ± standard error. Values within a column followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ (LSD test). *Significant at $P \leq 0.05$; ns – not significant. HPN, hail protection net; OF, open field.*

Uticaj PGM na hemijske osobine ploda borovnice sorte „Bluecrop”

Plodovi borovnice su dobro poznati po svojim nutritivnim svojstvima i karakterišu se visokim sadržajem šećera, kiselina i fenolnih jedinjenja (Milivojević et al., 2012; Kim et al., 2013). Sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodu sorte borovnice „Bluecrop” bio je značajno veći pod PGM (11,6%) u odnosu na OP, pri čemu je značajno viša prosečna vrednost registrovana u 2013. godini (12,2%) (tabela 2). Prema istraživanjima koje je Skupień (2006) izveo u uslovima Poljske, sorta „Bluecrop” je imala viši prosečni sadržaj rastvorljive suve materije za trogodišnji period ispitivanja (13,2%) u odnosu na naše rezultate. Analizirajući uticaj sive PGM po godinama ispitivanja, uočava se da je u 2013. godini PGM imala pozitivan uticaj na vrednost datog parametra, dok u 2014. godini nisu postojale značajne razlike u sadržaju rastvorljive suve materije u plodu između PGM i OP. Iglesias i Alegre (2006) navode da se sadržaj rastvorljive suve materije smanjuje pri primeni crne PGM, dok se približne vrednosti dobijaju kada se koriste

kristalne mreže u poređenju sa OP. U našim istraživanjima, prosečna vrednost sadržaja ukupnih kiselina je bila značajno veća pod PGM u 2014. godini (0,57%), dok je u 2013. godini značajno veći sadržaj pronađen u plodovima ubranim na otvorenom polju (0,87%). Navedena odstupanja su više rezultat temperaturnih razlika između PGM i OP u svakoj od dve ispitivane eksperimentalne godine nego količine raspoloživog sunčevog zračenja. Temperatura i sunčeva svetlost tokom fenofaze zrenja mogu uticati i na sintezu i akumulaciju fenolnih jedinjenja u plodovima borovnice (Kim et al., 2013), zajedno sa drugim faktorima, kao što su: sorta, lokalitet, nadmorska visina i primena agro i pomotehničkih mera (Mikulic Petkovsek et al., 2015).

Tabela 2. Uticaj mikroklimе pod sivom protivgradnom mrežom na hemijske osobine ploda sorte borovnice „Bluecrop”.

Table 2. The effect of microclimate under a grey hail protection net on chemical fruit traits of the blueberry cultivar 'Bluecrop'.

Faktor Factor	Rastvorljive suvenmaterije Soluble solids (%)	Ukupne kiseline Total acids (%)	Ukupni antocijani Total anthocyanins (mg cy-3-gluca/100 g sv.m.pl.)	Ukupni fenoli Total phenolics (mg GA/g sv.m.pl.)	Antioksidativni kapacitet ploda Antioxidant capacity (mgasc/g sv.m.pl.)
<i>Godina/Year</i>					
2013	12,2±0,28a	0,81±0,027a	33,4±2,49	9,13±0,13a	2,40±0,09a
2014	10,2±0,11b	0,54±0,016b	31,2±1,29	4,70±0,16b	0,96±0,01b
<i>F test</i>	*	*	nz	*	*
<i>Tretman/Treatment</i>					
PGM/HPN	11,6±0,54a	0,66±0,040b	33,0±2,24	7,12±0,96a	1,76±0,36
OP/OF	10,8±0,38b	0,69±0,081a	31,6±1,77	6,71±1,03b	1,61±0,29
<i>F test</i>	*	*	nz	*	nz
<i>Godina x Tretman Year x Treatment</i>					
2013 x PGM	12,8±0,03a	0,75±0,007b	37,6±1,95a	9,25±0,15	2,55±0,12
2013 x OP	11,6±0,20b	0,87±0,003a	29,2±3,07b	9,01±0,22	2,25±0,07
2014 x PGM	10,4±0,11c	0,57±0,007c	28,5±0,53b	4,99±0,12	0,97±0,02
2014 x OP	10,0±0,09c	0,51±0,018d	34,0±0,50ab	4,42±0,17	0,96±0,02
<i>F test</i>	*	*	*	nz	nz

Podaci su prosečne vrednosti za 4 ponavljanja ± standardna greška. Vrednosti u koloni praćene istom slovnom oznakom nisu značajno različite na nivou $P \leq 0,05$ (LSD test). nz=nije značajno; *= $P \leq 0,05$. PGM, protivgradna mreža; OP, otvoreno polje.

Data are the means of 4 replications ± standard error. Values within a column followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ (LSD test). ns – not significant. HPN, hail protection net; OF, open field.

Uticaj sive PGM i godine kao faktora posmatrano pojedinačno nije bio značajan na sadržaj ukupnih antocijana u plodu ispitivane sorte, međutim sagledavajući interakcijske efekte uočava se značajno povećanje sadržaja ukupnih antocijana pod PGM u 2013. godini. Prosečni sadržaj ukupnih fenola je takođe bio dva puta veći u 2013. godini (9,13 mg galne kis. g⁻¹sv.m.pl.), pri čemu je dobijena vrednost tri puta veća u odnosu na vrednost koju za sortu „Bluecrop” navodi Skupień (2006). PGM je ispoljila pozitivan efekat na sadržaj ukupnih fenola (7,12 mg galne kis. g⁻¹sv.m.pl.), ukazujući na povoljan uticaj mikroklimatskih uslova na sintezu i drugih fenolnih jedinjenja, pored antocijana. Slično sadržaju ukupnih fenola, ukupni antioksidativni kapacitet ploda je bio za 2,5 puta veći u 2013. godini, bez značajnog uticaja PGM u obe ispitivane godine.

Zaključak

Sveobuhvatno ispitivanje uticaja modifikovane mikroklimе pod sivom protivgradnom mrežom na kvalitet ploda sorte borovnice „Bluecrop” pokazalo je da primena mreže utiče pozitivno na većinu ispitivanih fizičkih i hemijskih osobina ploda, uključujući masu ploda, sadržaj rastvorljive suve materije, ukupnih antocijana u 2013. godini i ukupnih fenola. Stoga, siva protivgradna mreža može biti uspešno primenjena u zasadima sa ciljem optimizacije tehnologije gajenja borovnice bez negativnog uticaja na kvalitet ploda.

Zahvalnica

Istraživanja u ovom radu su finansijski podržana od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (projekti III46008, III43007 i 173040).

Literatura

- Bastías, R.M., & Corelli-Grappadelli, L. (2012). Light quality management in fruit orchards: physiological and technological aspects. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72, 574-581.
- Blanke, M.M. (2014). Zebra net, titanium net, transparent net and new grey hail net – the new generation of hail nets: large mesh size, stronger fibers and large portion of crystalline translucent fibers improve light transmission and durability. *Acta Horticulturae*, 1058, 321-326.
- Blanke, M.M. (2009). The structure of coloured hail nets affects light transmission, light spectrum, phytochrome and apple fruit colouration. *Acta Horticulturae*, 817, 177-184.
- Bogo, A., Casa, R.T., Agostineto, L., Gonçalves, M.J., & Rufato, L. (2012). Effect of hail protection nets on apple scab in ‘Royal Gala’ and ‘Fuji’ apple cultivars. *Crop Protection*, 38, 49-52.
- Gržetić, I., Cvetković, O., Vukelić, G., Lazić, L., & Radivojević, D. (2011). *The impact of weather conditions on agriculture in Serbia and modalities of anti-hail protection*. DAI-USAID-Serbia Agribusiness Project.

- Iglesias, I., & Alegre, S. (2006). The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of ‘Mondial Gala’ apples. *Journal of Applied Horticulture*, 8, 91-100.
- Kim, J.G., Kim, H.L., Kim, S.J., & Park, K.S. (2013). Fruit quality, anthocyanin and total phenolic contents, and antioxidant activities of 45 blueberry cultivars grown in Suwon, Korea. *Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol)*, 14 (9), 793-799.
- Lobos, G.A., Retamales, J.B., Pozo, A.d., Hancock, J.F., & Flore, J.A. (2009). Physiological response of *Vaccinium corymbosum* ‘Elliott’ to shading nets in Michigan. *Acta Horticulturae*, 810, 465-470.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Ruml, M., Dimitrijević, M., & Dragišić Maksimović, J. (2016a). Does microclimate under grey colored hail protection net affect biological and nutritional properties of ‘Duke’ highbush blueberry (*V. corymbosum* L.)? *Fruits*, 71 (3), 161-170.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Ruml, M., Nikolić, M., & Urošević, S. (2016b). Uticaj sive protivgradne mreže na vegetativni i generativni potencijal borovnice (*Vaccinium corymbosum* L.) sorte ‘Bluecrop’. *Voćarstvo*, 50 (195-196), 111-117.
- Milivojević, J., Maksimović, V., Dragišić Maksimović, J., Radivojević, D., Poledica, M., & Ercišli, S. (2012). A comparison of major taste- and health-related compounds of *Vaccinium* berries. *Turkish Journal of Biology*, 36, 738-745.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F., & Veberic, R. (2015). A comparison of fruit quality parameters of wild bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) growing at different locations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 776-785.
- Solomakhin, A., & Blanke, M. (2010). The microclimate under coloured hailnets affects leaf and fruit temperature, leaf anatomy, vegetative and reproductive growth as well as fruit colouration in apple. *Annals of Applied Biology*, 156, 121-136.
- Skupień, K. (2006). Chemical composition of selected cultivars of highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum*L.). *Folia Horticulturae*, 18/2, 47-56.
- Tanny, J., Cohen, S., Grava, A., Naor, A., & Lukyanov, V. (2009). The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. *Acta Horticulturae*, 807, 103-108.

Primljeno: 13. marta 2017.
Odobreno: 7. septembra 2017.

EFFECT OF A GREY HAIL PROTECTION NET ON THE FRUIT
QUALITY OF THE 'BLUECROP' HIGHBUSH BLUEBERRY
(*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.)

**Jasminka M. Milivojević¹, Dragan D. Radivojević¹, Mirjana M. Ruml¹,
Suzana S. Urošević¹ and Jelena J. Dragišić Maksimović^{2*}**

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture,
Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia

²University of Belgrade, Institute for Multidisciplinary Research,
Kneza Višeslava 1a, 11030 Belgrade, Serbia

Abstract

The main focus of our study was to investigate effects of the modified microclimate under a grey hail protection net (HPN) on biometrical fruit characteristics (fruit weight, index of fruit shape, and seed number per fruit) and nutritional value (soluble solid content – SSC, titratable acidity – TA, total anthocyanins – TACY, total phenolics – TPH and total antioxidant capacity – TAC) of the 'Bluecrop' highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). The study was conducted in the 'Bluecrop' highbush blueberry plantation located in Mladenovac (Serbia) during two consecutive years (2013, 2014). The orchard was established using two-year-old nursery trees in spring 2011, at a planting density of 3,300 bushes per ha. The grey polyethylene net (SILVERLUX[®], Helios Group, Lurano, Italy) with a Leno wave structure and a mesh size of 2.8 x 8 mm was used. During the research period, light intensity was measured weekly at 12.00 hr using a digital lux-meter 'Peak teck' PT-5025 (Germany). Air temperature and relative humidity within the canopy were recorded using climate dataloggers (type DT-171, Shenzhen Flus Technology Co., Ltd, China) both under HPN and in the open field (OF). Twelve readings per treatment were taken at 2-hour intervals every day in each season. In both years of observation, light was reduced by 5–20% under HPN, whereby daily maximum temperature was 2.4°C lower causing 4% higher daily minimum relative air humidity than in OF. 'Bluecrop' had significantly higher average fruit weights under HPN ranging from 1.93 g (2013) to 1.86 g (2014) in comparison to those observed in OF. The SSC did not differ between the treatments in 2014, whereas a significantly higher mean value was registered in the fruits harvested under HPN (12.8%) compared to those from OF in 2013. The mean TA was higher under HPN in 2014 (0.57%), whereas in 2013 a significantly higher TA content was found in OF (0.87%). HPN showed a positive effect on the TPH content (7.12 mg GA/g FW), but an almost 2-fold higher value was registered

*Corresponding author: e-mail: draxy@imsi.rs

in 2013. Similar to this, TAC was 2.5-fold higher in 2013, without a significant effect of HPN in both experimental years.

Key words: light intensity, air temperature, relative humidity, biometrical and chemical fruit characteristics.

Received: March 13, 2017
Accepted: September 7, 2017