



Unapređenje proizvodnje

ARONIJE

VIP projekt 2012-11-40

PRIRUČNIK O REZULTATIMA PROJEKTA

Unapređenje proizvodnje aronije

VIP projekt 2012-11-40



**PRIRUČNIK
O REZULTATIMA PROJEKTA**



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE

Vijeće za istraživanja u poljoprivredi (VIP)
10 000 Zagreb – Ulica grada Vukovara 78, p.p. 1034
Telefax: (01) 6109 527



Unapređenje proizvodnje aronije
VIP projekt 2012-11-40

Voditelj projekta:

doc.dr.sc. Mato Drenjančević
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
P. Svačića 1d, 31000 Osijek



Suradnici na projektu:

doc.dr.sc. Vladimir Jukić
prof.dr.sc. Mirjana Brmež
prof.dr.sc. Emilija Raspuđić
izv.prof.dr.sc. Karolina Vrandečić

Ostali sufinancijeri:

Rasadnik Milić, Zlatka Balokovića 7, 31540 Donji Miholjac
vlasnik Mario Milić, dipl.ing.



Grafička priprema i tisak:
Glas Slavonije d.d., Osijek

MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE REPUBLIKE HRVATSKE

Unapređenje proizvodnje aronije

VIP projekt 2012-11-40



PRIRUČNIK O REZULTATIMA PROJEKTA

Osijek, 2015.





SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 7 |
| 1.2. Cilj projekta | 8 |
| 2. MATERIJAL I METODE RADA | 9 |
| 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM | 12 |
| 3.1. Zaštita | 12 |
| 3.2. Utjecaj razmaka sadnje na prinos | 16 |
| 3.3. Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos | 19 |
| 3.4. Masa 100 bobica | 24 |
| 3.5. Ukupna topiva suha tvar | 26 |
| 3.6. Ukupni polifenoli | 26 |
| 3.7. Ukupni antocijanini | 26 |
| 3.8. Antioksidacijska aktivnost | 30 |
| 4. ZAKLJUČCI | 33 |
| 5. LITERATURA | 35 |



1. UVOD

U posljednjem desetljeću bili smo svjedoci snažne ekspanzije u podizanju novih nasada voćnih vrsta, zahvaljujući sustavu državne potpore i privatnoj inicijativi. Nedostatak vizije u odabiru voćne vrste prilikom podizanja nasada od strane poljoprivrednih proizvođača i neuređenost tržišta danas ima za posljedicu propadanje određenog broja nasada uslijed problema s plasmanom. S druge strane suvremeni trendovi u ljudskoj prehrani (funkcionalna hrana) sve više pozornosti pridaju voćnim vrstama bogatim polifenolima i snažne antioksidativne aktivnosti.

Aronija (*Aronia melanocarpa* [Michx] Elliot) je biljka koja pripada porodici *Rosaceae*. To je višegodišnji listopadni grm veličine 2-3x2m., dobro razvijenog korijenovog sustava, debelih, tamnozelenih, eliptično zašiljenih listova, bijelo-sivih ili ružičastih hermafroditnih cvjetova skupljenih u gronje sa 20-tak pojedinačnih cvjetova. Podrijetlom je iz Sjeverne Amerike, početkom 20. stoljeća prenesena je u Rusiju, nakon Drugog svjetskog rata proširila se zemljama istočne Europe (Poljska, Češka), a kasnije i u druge zemlje (Njemačka, Velika Britanija, Finska). Ova voćna vrsta nema dugu tradiciju uzgoja u Republici Hrvatskoj. Do sada se uzgajala gotovo isključivo na okućnicama, a tek u posljednje vrijeme podignuti su veći suvremeni nasadi, ali na temelju iskustava proizvođača iz drugih zemalja u različitim agroekološkim uvjetima. Broj proizvođača iz godine u godinu neprestano raste, a taj broj će još porasti zbog izuzetnog zanimanja potrošača za plod i proizvode koji imaju visoku nutritivnu vrijednost. Aroniju karakterizira otpornost na niske zimske temperature. Odlikuje se visokim sadržajem šećera, vrlo visokim sadržajem polifenola, proantocijanidina, antocijanina, flavonola i flavonoida, a u usporedbi s drugim voćnim vrstama izrazito je snažnog antioksidativnog kapaciteta.



1.2. Cilj projekta

Cilj istraživanja bio je ustanoviti razlike u kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama pojedinih sorata aronije te divljoj aroniji s obzirom na primjenu:

- različitih razmaka sadnje unutar reda,
- gnojidbu dušikom,

U konačnici određivanjem osnovnih varijabli pri izboru sorata, primjenom različitih agrotehničkih postupaka u proizvodnji, praćenjem pojavnosti pojedinih bolesti i štetnika podići proizvodnju aronije na višu razinu.



Slika 1. Pokus – lokacija Miholjački Poreč, Rasadnik Milić
(Foto: M. Drenjančević)



2. MATERIJAL I METODE RADA

Pokus je postavljen 4. travnja 2011. na lesiviranom tlu nedaleko Donjeg Miholjca (Rasadnik Milić, Miholjački Poreč, 45°41'44,43", 18°11'02,21") (Slika 1.). Prije postavljanja pokusa, 26. listopada 2010. godine obavljeno je uzorkovanje i agrokemijska analiza tla (Tablica 1.). Po dubinama nema velikih razlika u pH vrijednostima, u vodi se kreće oko 6,7, a u KCl-u 5,5. Ove vrijednosti pogoduju uzgoju aronije. Na temelju rezultata agrokemijske analize tla izvršena je meliorativna gnojidba s 600 kg P/ha i s 700 kg K/ha.

Tablica 1. Rezultati agrokemijske analize tla

| dubina (cm) | pH-H ₂ O | pH (KCl) | AL-P ₂ O ₅ (mg/100 g tla) | AL-K ₂ O (mg/100 g tla) | % humusa | %CaCO ₃ |
|-------------|---------------------|----------|---|------------------------------------|----------|--------------------|
| 0-30 | 6,66 | 5,42 | 4,8 | 10,68 | 1,75 | 1,66 |
| 30-60 | 6,83 | 5,52 | 4,3 | 10,38 | 1,45 | 2,08 |

Predmet istraživanja bile su divlja aronija te sorte »Viking«, »Nero« i »Galicijanka« kao glavni faktor, uz primjenu dvaju podfaktora – razmak sadnje (1 i 1,5 m) i gnojidba dušikom (45 i 70 kg /ha). Međuredni razmak iznosio je 3,8 m. Prihrana dušikom izvršena je u dva navrata – prije i poslije cvatnje, primjenom KAN-a. Za sadnju su korištene dvogodišnje sadnice. Pokus je postavljen po split-split-plot metodi u tri repeticije, a istraživanja su provedena u 2013. i 2014. godini. Tijekom vegetacije praćeni su početak i duljina pojedinih fenofaza, kao i pojava pojedinih bolesti i štetnika vizualnim promatranjem. Po postizanju tehnološke zrelosti, svake godine, izmjeren je prinos po parceli i količina suhe tvari pomoću digitalnog refraktometra. U 2013. godini berba je obavljena 08. kolovoza, a u 2014. godini 29. srpnja.

Nakon berbe uzorci voća svih varijanata su smrznuti i čuvani na temperaturi od – 22 °C do početka provođenja ekstrakcije. Prije početka ekstrakcije, voće je odmrznuto, određena je masa 100 bobica, a potom je usitnjeno štapnim mikserom. Ekstrakcija polifenola iz voća izvršena je pomoću ultrazvučne kupe-



lji, klorovodične kiseline i metanola kao otapala za ekstrakciju. Od usitnjenog voća izvagan je 1 g i pomiješan s 10 ml otopine za ekstrakciju (metanol/konc. klorovodična kiselina: 99/1 (v/v)). Uzorci su zatim podvrgnuti ultrazvučnom tretmanu na 25 °C i konstantnoj frekvenciji od 35 kHz tijekom 15 min. Zatim su ekstrakti centrifugirani na 3500 okretaja tijekom 20 minuta, te skupljeni i pohranjeni u hladnjaku.

Ukupni polifenoli određivani su metodom po Folin-Ciocalteu. Određivanje koncentracije ukupnih polifenola temelji se na reakciji Folin-Ciocalteuovog reagensa s reducirajućim agensom, polifenolnom supstancijom, pri čemu dolazi do pojave plave boje. Intenzitet plave boje mjeri se spektrofotometrijski na 765 nm pomoću UV-Vis spektrofotometra. Izmjerena apsorbanacija proporcionalna je intenzitetu plave boje, odnosno koncentraciji polifenola. Za izradu baždarnе krivulje koriste se različita razrjeđenja galne kiseline. Rezultati sadržaja ukupnih polifenola su izraženi kao grami ekvivalenta galne kiseline po kg voća.

Postupak određivanja ukupnih polifenola bio je slijedeći: 20 µl uzorka (ekstrakta voća) pomiješa se s 1580 µl destilirane vode i 100 µl Folin-Ciocalteuovog reagensa. U otopinu se doda 300 µl otopine natrijevog karbonata (200g/l) i protrese. Nakon 30 minuta inkubacije na 40 °C u vodenoj kupelji, očita se apsorbanacija na spektrofotometru na 765 nm.

Sadržaj ukupnih antocijanina određen je pH-diferencijalnom metodom. Postupak određivanja bio je slijedeći: pripreme se dva pufera: pufer kalijevog klorida (pH 1,0) (1,86 g KCl u 1 L destilirane vode, pH se podesi na 1,0 dodavanjem koncentrirane HCl) i pufer natrijevog acetata (pH 4,5) (54.43 g CH₃CO₂Na•3H₂O u 1 L destilirane vode, a pH se podesi na 4,5 s koncentriranom HCl). Pripreme se dva razrjeđenja ekstrakta voća. Prvo, tako da se pomiješa 10 µL uzorka s 4,9 mL pufera kalijevog klorida, a drugo miješajući 10 µL uzorka s 4,9 mL pufera natrijevog acetata. Razrjeđenja se inkubiraju 15 minuta na sobnoj temperaturi u mraku, a nakon toga mjeri se apsorbanacija paralelno na 510 i 700 nm. Ukupni sadržaj antocijanina izražava se u mg ekvivalenta cijanidin-3-O-glukozida (C3G) po kg neekstrahiranog uzorka koristeći molaranu apsorbanaciju cijanidin-3-O-glukozida (26900 M⁻¹ cm⁻¹) i njegovu molarnu težinu (449.2 g/mol).

Za određivanje antioksidativne aktivnosti korišten je DPPH test. Postupak je bio slijedeći: 2 mL DPPH radikala (0,025 g/L u etanolu) pomiješano je s 50 µL

aliquota primjereno razrijeđenog uzorka ekstrakta voća u smjesi etanola i vode (1:1), a nakon 60 minuta mjerena je apsorbancija na 515 nm. Za svako mjerenje pripremljena je slijepa proba smjese etanol/voda. Rezultati su izraženi u mg galne kiseline po kilogramu voća.



Slika 2. Aronija – početak cvatnje (Foto: M. Drenjančević)



3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM

Tijekom vegetacije u obje godine istraživanja praćene su faze razvoja svih sorata i divlje aronije, te nisu utvrđene međusobne razlike. Klimatski uvjeti imali su značajan utjecaj na pojedine faze razvoja po godinama istraživanja, tako je u 2013. godini cvatnja počela 02. svibnja (otvoreno 5% cvjetova), a 50% cvjetova bilo je otvoreno 09. svibnja. U 2014. godini cvatnja je počela 05. travnja, a 13. travnja bilo je otvoreno 90% cvjetova što aroniju stavlja u grupu voćnih vrsta koje mogu stradati od proljetnih mrazeva tijekom cvatnje u proizvodnim uvjetima istočne Hrvatske.

3.1. Zaštita

Ne postoji niti jedna biljna vrsta na kojoj nije utvrđen neki od uzročnika bolesti. Bolesti mogu uzrokovati čimbenici abiotske i biotske prirode. Od biotskih uzročnika najveći dio bolesti njih oko 85% uzrokuju pseudogljive i prave gljive.

U srpnju 2013. godine na svim u pokusu promatranim sortama aronije na donjem lišću je utvrđena prisutnost pjega u slabom intenzitetu. Pjege su bile ovalnog ili rjeđe okruglastog oblika, svjetlije boje u sredini sa sivkastim centrom i okružene smeđecrvenim rubom. Ponekada su se spajale. Na temelju simptoma, literaturnih opisa i pomoću mikroskopom analiziranih konidiofora zaključeno je da se radi o uzročniku pjegavosti lista iz roda *Cercospora*. U slučaju jače pojave pjegavosti lista preporuča se povremena uporaba bakarnih pripravaka.

Podatci o uzročnicima bolesti aronije u dostupnoj literaturi su oskudni, ali ukazuju da ukoliko se držimo svih propisanih agrotehničkih mjera uzgoja, značajnijih problema s uzročnicima bolesti ne bi trebalo biti. Moguća je pojava pepelnice na aroniji ako biljke nemaju dovoljno sunčevog svjetla i ukoliko nije dobra prozračnost nasada. Na području savezne države Maryland (SAD) utvrđena je hrđa na plodovima i stabljikama aronije uzrokovana gljivama iz roda *Gymnosporangium*. Riječ je o makrocikličnim heterocijskim hrđama i ukoliko u blizini nasada aronije nema biljaka cedra do zaraze neće doći. Gljiva *Diplorcarpon mespili* uzrokuje pjegavosti lista i ploda na većem broju biljnih vrsta,

a utvrđena je na aroniji u Italiji. Prione (1978.) navodi da se na aroniji može javiti *Monilinia fructicola* i prouzročiti palež mladica, a od bakterijskih uzročnika *Erwinia amylovora* koja izaziva bakterijsku palež.

Niti jedan od spomenutih patogena do sada nije uzrokovao ekonomske gubitke.



Slika 3. Pjegavost lista (Foto: M. Drenjančević)



Unatoč tome što tijekom istraživanja nije zabilježena prisutnost štetnika važno je istaći dlakavog ružičara (*Tropinota/Epicometis hirta* Poda, red kornjaša (Coleoptera) nadporodica listorožaca (Scarabaoidea), porodica Cetoniidae, rod *Tropinota*) kao ekonomski izuzetno značajnog u uzgoju aronije. Kukac je rasprostranjen u Europi, Sjevernoj Africi, Maloj Aziji i na Bliskom istoku.

Dlakavi ružičar je kornjaš pravokutnog, ravnog tijela, crnosive boje, veličine od 8 do 13 mm, obrastao bijelim ili žućkastim dlačicama. Na pokrillju se uočavaju 12-15 nepravilnih bijelih točaka. Ženke odlažu jaja u tlo bogato humusom na dubini od 5 cm. Jedna ženka odloži od 20 do 30 jaja. Ovisno o temperaturi tla ličinke se pile od 7 do 14 dana. Ličinke su bijele boje sa žutom glavom, savinute, veličine 15 mm, žive u tlu. Hrane se biljnim ostacima i humusom te nisu štetne. Za razvoj ličinke potrebno je od 2 do 3 mjeseca, nalaze se plitko u tlu. Kukuljenje je također u tlu, za 10 do 12 dana iz kukuljice izlazi odrasli kukac. U kolovozu se pojave odrasli kukci, koji ne izlaze iz tla. Ostaju u površinskom sloju tla na dubini oko 5 cm, gdje prezime sve do slijedeće godine. Ima jednu generaciju godišnje. Iz tla izlazi, krajem ožujka i početkom travnja kada intenzivno traži hranu. Za intenzivan let potrebna je temperatura iznad 15 °C i sunčano vrijeme, tijekom dana najaktivnije su od 10 do 16 sati. Oštećuju cvjetne pupoljke i cvjetove, uništavaju prašnike i tučak te ne dolazi do zametanja plodova (Slika 4.). Dobri su letači i vrlo pokretni, u nedostatku hrane lako prelaze na nove površine. Sele se s biljaka koje ranije cvjetaju na one koje cvjetaju kasnije. Polifagni su šetnici i napadaju brojne korovske i kulturne biljke, prelazeći s cvjeta na mlado lišće i ostale biljne dijelove. Nalazimo ih na cvjetovima mnogih voćnih vrsta (jabuka, kruška, višnja, trešnja, šljiva, jagoda, u zadnje vrijeme i na aroniji).

Najveće štete pričinjava mladim voćnjacima. Štete prave od travnja do lipnja tražeći biljke u cvatnji. Intenzitet napada ocjenjuje se redovitim vizualnim pregledom biljaka u cvatnji u voćnjacima. U zatravnjenim voćnjacima treba obratiti pažnju na biljke maslačka, jer one prve cvjetaju, te na taj način može se predvidjeti napad na voćkama.

Za ranu detekciju mogu se koristiti i feromonski mamci Csalomon® tipa VARb3 s plavom pločom koji se postavljaju na niže grane voćaka ili na tlo nekoliko dana prije nego što počne cvatnja. Kod postavljanja mamaca treba voditi računa

da je plava ploča veći dio dana osunčana. Mamce je potrebno mijenjati svaka 2 do 3 tjedna. Postavljanje većeg broja mamaca koristi se za masovan ulov što može djelomično smanjiti štete.

Kako dlakavi ružičar prezimljuje u tlu, svaka površinska obrada tla je od koristi. Uslijed niskih temperatura jedinke ugibaju te se smanjuje njihova brojnost prije izlaženja iz tla.

Na površinama gdje je međuredni prostor zatravljen ne treba kositi već pustiti prvu generaciju korova da cvate kako bi se dlakavi ružičar hranio na cvjetovima korovskih biljaka. Prije cvatnje kulturnih biljaka, a prije nego ružičar krene na cvjetove voćaka potrebno je izvršiti zaštitu. Strana iskustva govore o efikasnosti pripravaka d.t. tau-fluvalinata (Mavrik EW 0,3l/ha) i d.t. tiakloprid (Calypso 0,3l/ha).

Kemijsko suzbijanje dlakavih ružičara je jako otežano. U Hrvatskoj nema registriranih pripravaka za tu namjenu. Štete nastaju u vrijeme cvatnje voćaka kada se ne smije provoditi nikakvo tretiranje radi opasnosti za pčele.



Slika 4. Dlakavi ružičar (Foto: I. Devald)

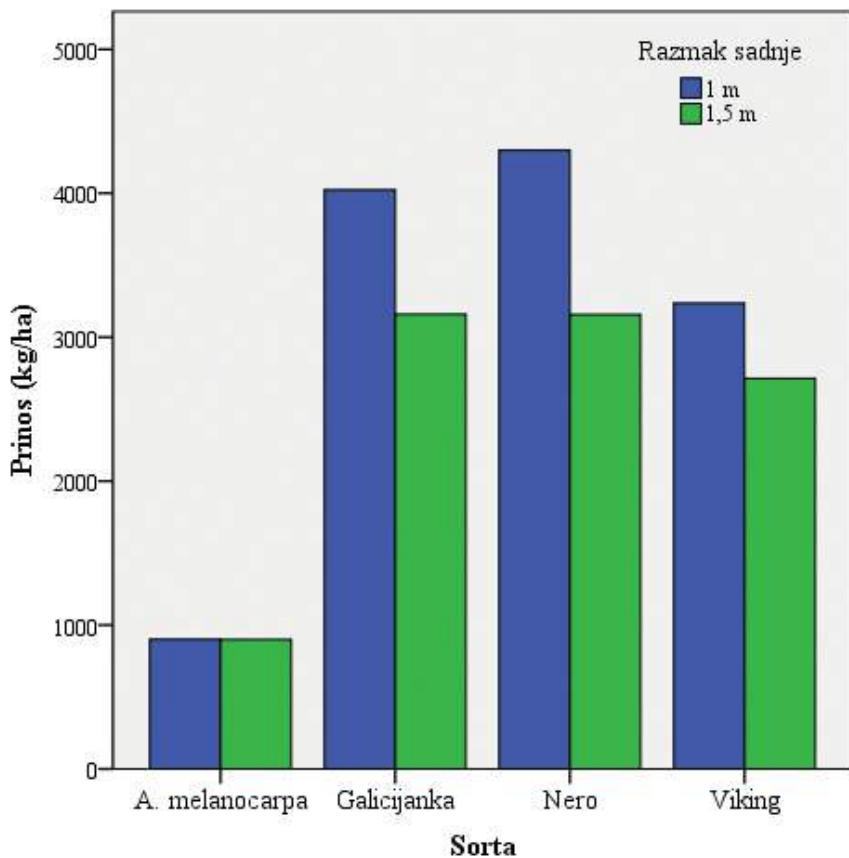


Na malim površinama preporuča se skupljanje ružičara tako da se ujutro za hladnih ili oblačni dana kukci otresaju s drveta i skupljaju. Za masovan ulov dlakavog ružičara dobrima su se pokazale plave posude s vodom u koje se može dodati eterično ulje anisa. Plave posude s vodom i anisom postave se u voćnjak u visini cvjetova ili se mogu postaviti i na samo tlo te redovito pratiti i prazniti. Moguća je zamjena *Tropinota/ Epicometis hirta* s vrstom *Oxythyrea funesta*.

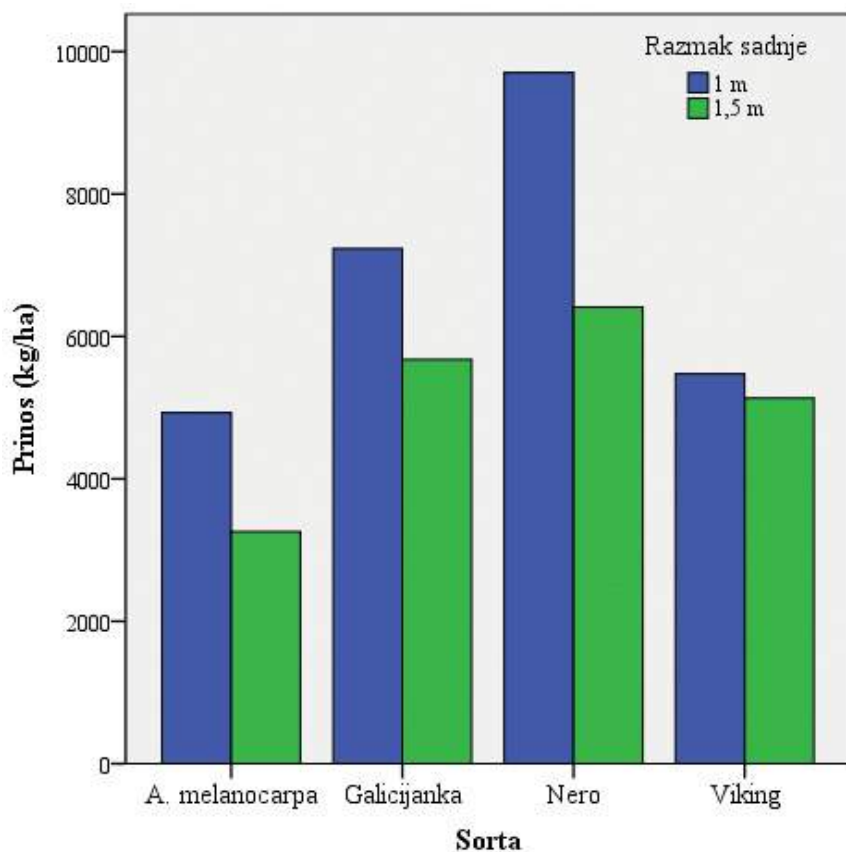
3.2. Utjecaj razmaka sadnje na prinos

Razmaci sadnje ovise o načinu berbe i mehanizaciji kojom raspolažemo. Strik (2007.) navodi kako se aronija uzgaja uz razmak sadnje od 2x4 m, dok McKay (2001.) preporuča razmak sadnje unutar reda od 0,9 do 1 m.

Grafikoni 1. i 2. prikazuju rezultate utjecaja razmaka sadnje na prinos u kg/ha u 2013. i 2014. godini. U obje godine istraživanja veći prinos zabilježen je pri razmaku sadnje unutar reda od 1 m kod svih sorata, osim kod A. melanocarpe u 2013. godini kada je kod oba razmaka sadnje prinos bio identičan (900 kg/ha). U 2013. godini najviši prinos zabilježen je kod sorte Nero (4299 kg/ha), a nešto niže vrijednosti izmjerene su kod Galicijanke (4024 kg/ha) i Vikinga (3237 kg/ha). Sličan trend zabilježen je i u 2014. godine kada je kod sorte Nero prinos iznosio 9706 kg/ha, kod Galicijanke 7232 kg/ha, a Vikinga 5474 kg/ha pri razmaku sadnje od 1x3,8 m. U gotovo svim slučajevima manji unutar redni razmak daju veći prinos po jedinici površine.



Grafikon 1. Utjecaj razmaka sadnje u redu na prinos aronije u 2013. godini (kg/ha)



Grafikon 2. Utjecaj razmaka sadnje u redu na prinos aronije u 2014. godini (kg/ha).



3.3. Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos

Optimalna gnojidba dušikom kao jedna od osnovnih agrotehničkih mjera izuzetno je značajna, budući da ovom mjerom izravno utječemo na ekonomsku učinkovitost uzgoja aronije. Pored toga, primjerena gnojidba dušikom smanjuje rizik negativnog utjecaja na okoliš kao posljedicu efikasne primjene dušika. Razina gnojidbe dušikom kod aronije je u pozitivnoj korelaciji s vegetativnim rastom i prinosom (Jeppsson, 2000.).

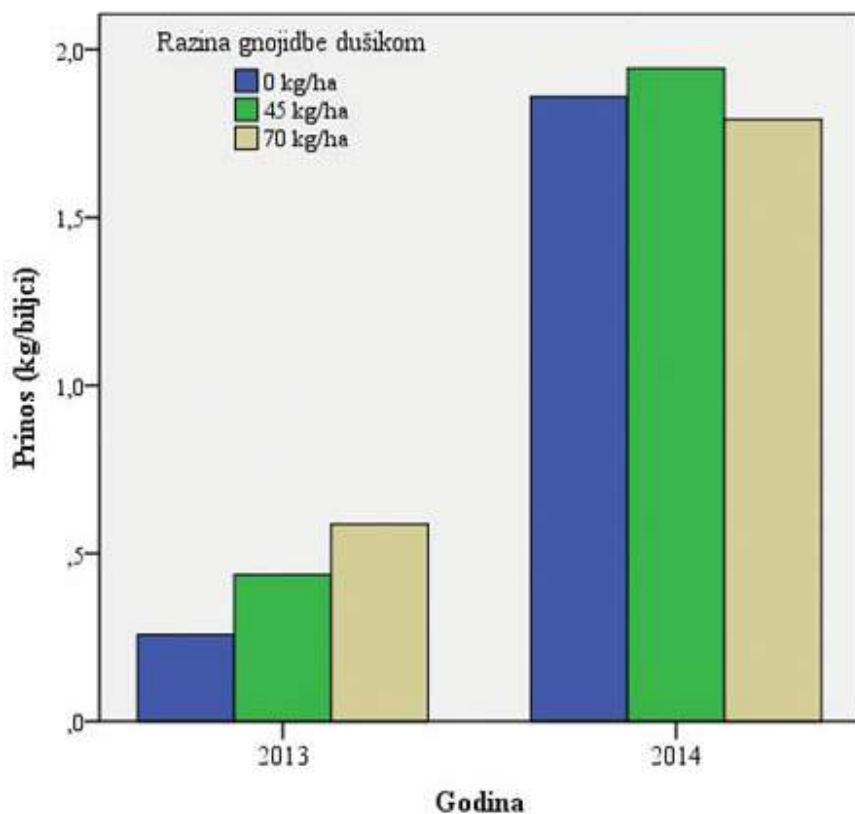
U 2013. godini divlja aronija pozitivno je reagirala na gnojidbu dušikom i došlo je do povećanja prinosa sa povećanjem razine gnojidbe dušikom (Grafikon 3.). U 2014. godini najviši prinos je zabilježen kod gnojidbenog tretmana s 45 kgN/ha (1,94 kg/biljci).

Kod sorte Galicijanka prinos se u 2013. godini povećao od 1,16 kg kod kontrolnog tretmana do 2,17 kg/biljci kod gnojidbenog tretmana s 70kg N/ha. U 2014. godini najviši prinos je zabilježen na kontrolnom tretmanu (Grafikon 4.)

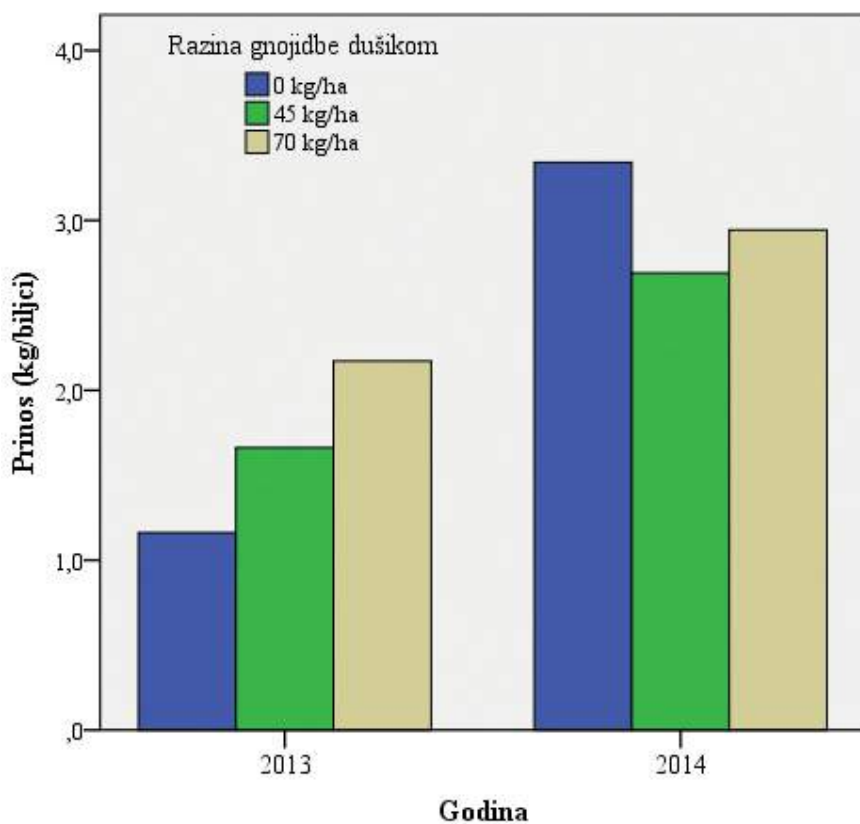
Sorta Nero najbolje je reagirala na prihranu dušikom u obje godine istraživanja. U prvoj godini je došlo do povećanja prinosa od 1,40 kg/biljci kod kontrolnog tretmana, preko 1,57 kg/biljci kod tretmana s 45 kg N/ha do 2,18 kg/biljci kod tretmana s 70 kgN/ha. U 2014. prinos je također rastao povećanjem količine primijenjenog dušika u prihrani s 2,73 kg/biljci kod kontrolnog tretmana, 3,88 kg/biljci kod tretmana s 45 kg N/ha do 4,39 kg/biljci kod tretmana s 70 kg N/ha (Grafikon 5.).

Kao i kod ostalih sorata, prihrana dušikom u 2013. godine povećala je prinos i kod sorte Viking (1,16 kg/biljci kontrolni tretman, 1,40 kg/biljci tretman s 45 kg N/ha, 1,60 kg/biljci tretman s 70 kg N/ha). U 2014. godini najviši prinos je zabilježen kod tretmana s 70 kg N/ha (2,87 kg/biljci) (Grafikon 6.).

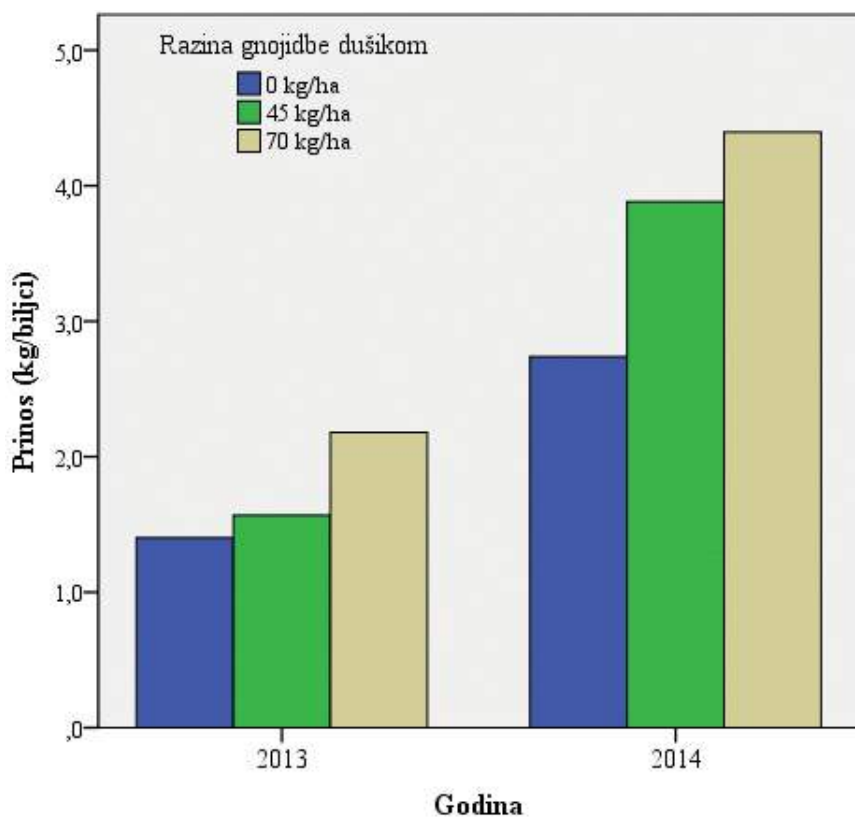
Razlike u prinosu koje se javljaju kod pojedinih sorata između netretiranih i tretiranih parcela u korist netretiranih vjerojatno su posljedica ekstremnih vremenskih prilika u 2014. godini (enormna količina oborina u kratkim vremenskim intervalima, ispiranje hraniva).



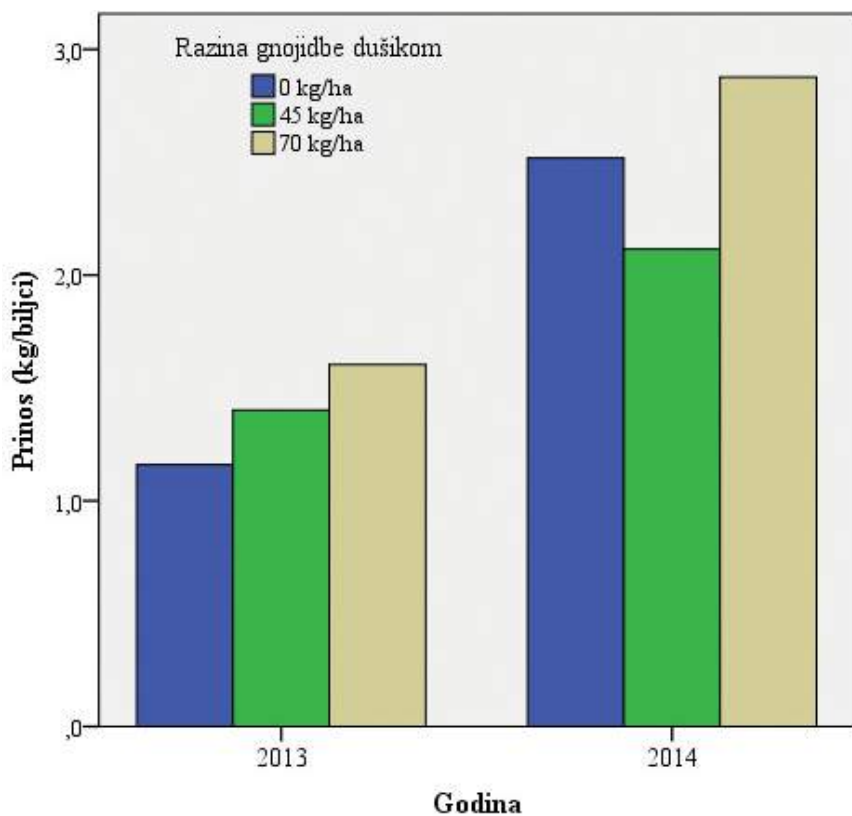
Grafikon 3. Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos (kg/biljci) *A. melanocarpe* u 2013. i 2014. godini.



Grafikon 4. Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos (kg/biljci) sorte Galicijanka u 2013. i 2014. godini.



Grafikon 5. Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos (kg/biljci) sorte Nero u 2013. i 2014. godini.



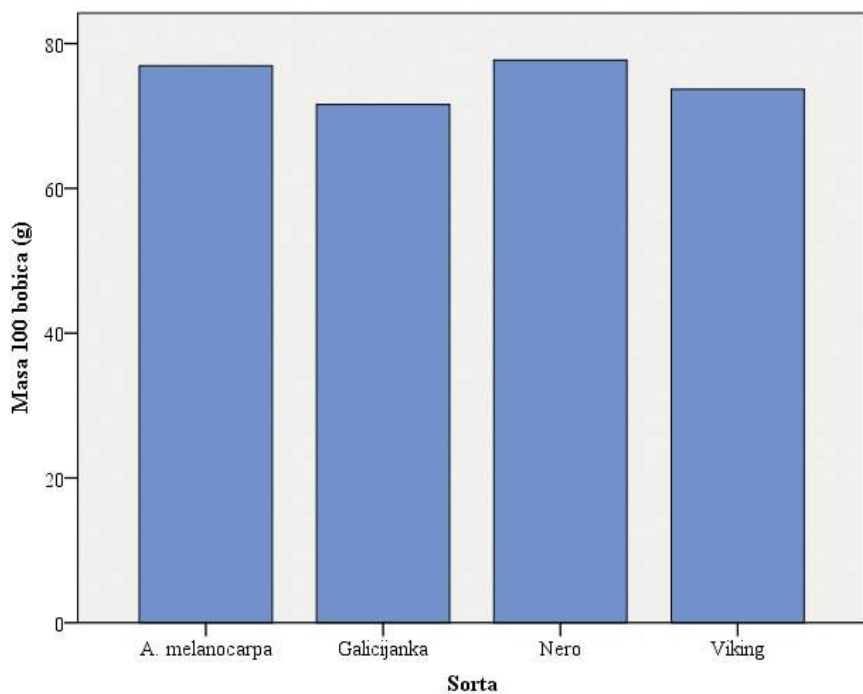
Grafikon 6. Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos (kg/biljci) sorte Viking u 2013. i 2014. godini.

3.4. Masa 100 bobica

Plodovi aronije su bobice koja sazrijevaju istovremeno i strojna berba može biti obavljena u jednom proходу. Jeppsson (2000.) smatra kako bobice sorata Galicijanka, Viking i Nero možemo smatrati krupnima i navodi kako se prosječna masa 100 bobica ovih sorata kreće između 65 i 94 g. Kawecki i Tomaszewska (2006.) navode kako se prosječna masa 100 bobica različitih sorata aronije kreće od 84 do 98 g. Ochmian i sur. (2012.) izvještavaju kako je u proizvodnim uvjetima sjeverozapadne Poljske sorta Galicijanka imala statistički značajno veću masu 100 bobica (111,7 g) u odnosu na sorte Nero (91,7 g) i Viking (99,5 g).



Slika 5. Aronija u fazi tehnološke zrelosti (Foto: M. Drenjančević)



Grafikon 7. Prosječna masa 100 bobica (g)



Najviša prosječna masa 100 bobica za obje godine istraživanja izmjerena je kod divlje aronije i sorte Nero (77 g). Masa 100 bobica sorte Viking iznosila je 74 g, a najniža vrijednost (71 g) utvrđena je kod sorte Galicijanka (Grafikon 7.).

3.5. Ukupna topiva suha tvar

Sadržaj ukupne topive suhe tvari kod aronije u punoj zrelosti varira u različitim agroekološkim uvjetima. Za područje Oregona (SAD) kreće se u rasponu od 12,4 – 18,3 °Brix-a (Strik i sur. 2003.). Odgađanjem berbe dolazi do smanjenja prinosa ali se značajno povećava sadržaj ukupne topive suhe tvari.

Najviši prosječni sadržaj ukupne topive suhe tvari (Grafikon 8.) za obje godine istraživanja izmjeren je kod sorte Galicijanka (19,20 °Brix-a), a najniži kod sorte Nero (17,02 °Brix-a). Kod divlje aronije i sorte Viking sadržaj ukupne topive suhe tvari iznosio je 18,96, odnosno 18,63 °Brix-a.

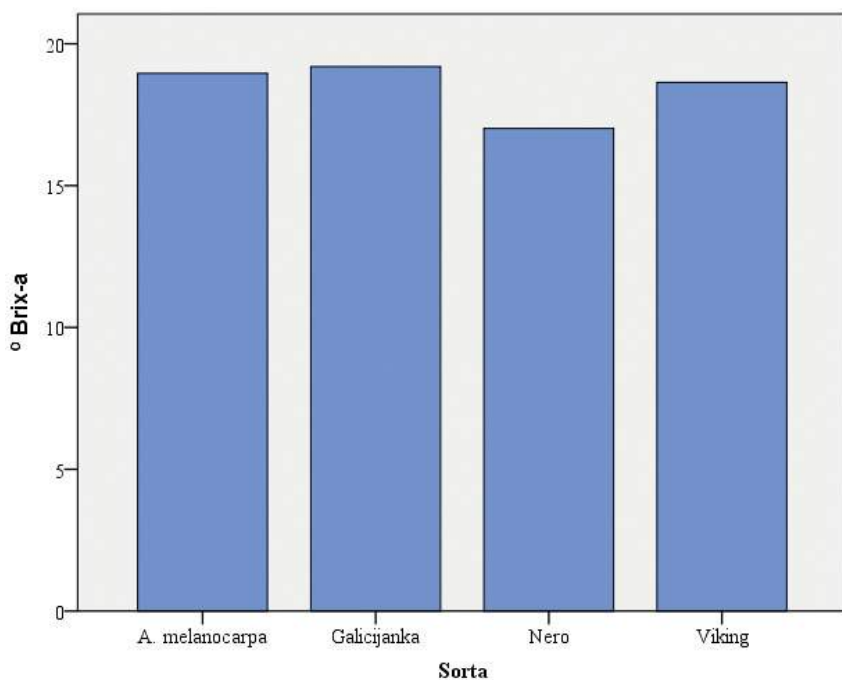
3.6. Ukupni polifenoli

Aroniju karakterizira iznimno visok sadržaj polifenola (Benvenuti i sur. 2004., Walther i Schnell, 2009.). Jakobek i sur. (2007.) navode kako je sadržaj polifenola u svježem plodu aronije značajno viši u odnosu na neke druge voćne vrste iz porodice *Rosaceae*.

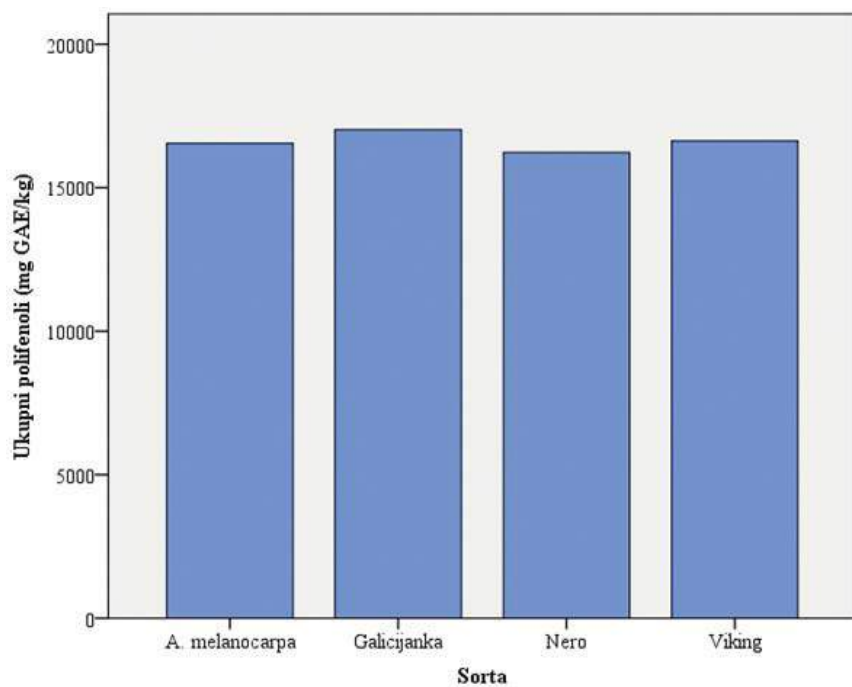
Prosječni sadržaj ukupnih polifenola u plodu aronije kretao se od 16162 mg GAE/kg voća kod sorte Viking do 17017 mg GAE/kg kod sorte Galicijanka. Kod sorte Nero udio ukupnih polifenola iznosio je 16228, a kod divlje aronije 16543 mg GAE/kg voća (Grafikon 9.).

3.7. Ukupni antocijanini

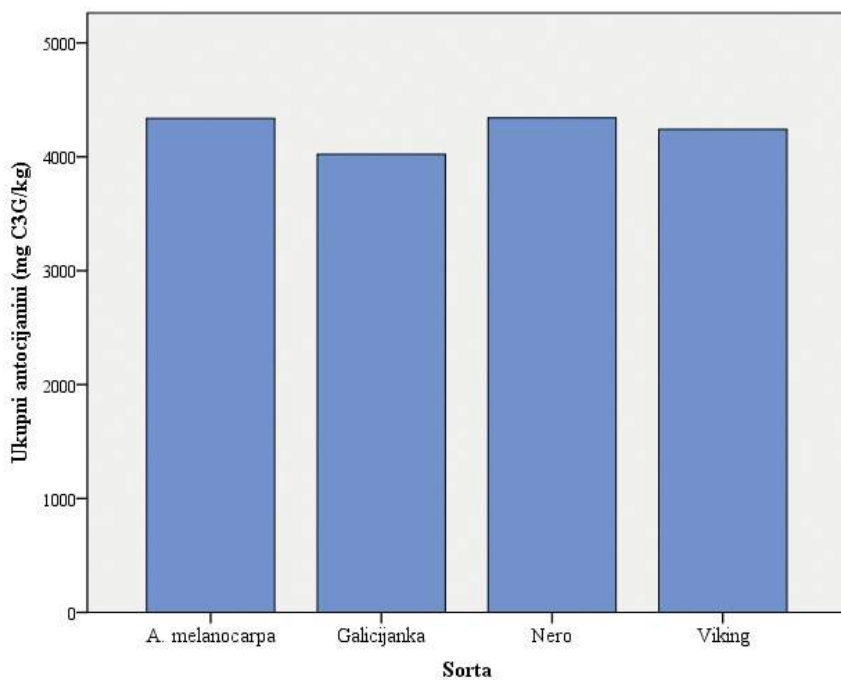
Antocijanini su najznačajnija i najraširenija grupa biljnih pigmenata, a odgovorni su za velik raspon boja u plodovima biljaka, uključujući crvenu, ljubičastu i plavu. Brojni autori izvještavaju o vrlo visokom sadržaju antocijanina u plodu aronije (Koponen i sur. 2007., Zheng i Wang, 2003.).



Grafikon 8. Prosječni sadržaj ukupne toplive suhe tvari u svježem soku aronije (°Brix-a)



Grafikon 9. Prosječni sadržaj ukupnih polifenola u plodu aronije (mg GAE/kg)



Grafikon 10. Prosječni sadržaj ukupnih antocijanina u plodu aronije (mg C3G/kg)

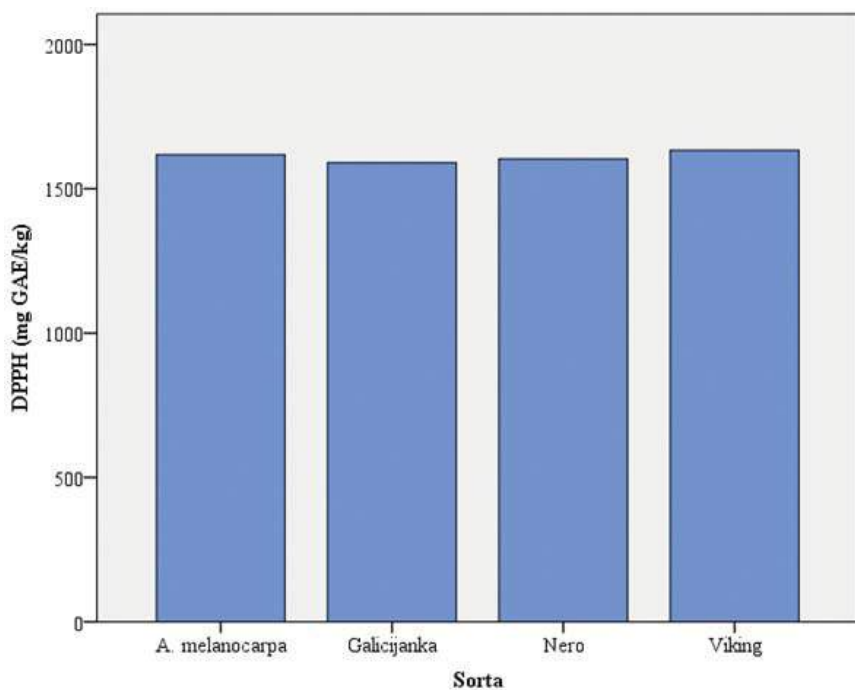


Sadržaj ukupnih antocijanina u plodu aronije kretao se od 4342 mg C3G/kg kod sorte Nero, 4337 i 4242 mg C3G/kg kod divlje aronije i Vikinga do 4021 mg C3G/kg kod sorte Galicijanka (Grafikon 10.).

3.8. Antioksidacijska aktivnost

U usporedbi s drugim biljkama aroniju karakterizira značajno snažnija antioksidacijska aktivnost (Kulling i Rawel, 2008.; Skupień i Oszmiański, 2007.) koja proizlazi u prvom redu iz visokog sadržaja polifenola. Značajno obilježje polifenola je njihovo antioksidacijsko djelovanje koje se iskazuje hvatanjem slobodnih radikala te vezanjem metalnih iona, prekursora pri stvaranju slobodnih radikala (Rice-Evans i sur. 1997.). Antioksidativno djelovanje polifenola u izravnoj je vezi s različitim fiziološkim djelovanjima polifenola u ljudskom organizmu budući da pokazuju antiupalno, antialergijsko, te antikancerogeno djelovanje (Rotelli i sur. 2003.).

Utvrđene razlike u vrijednostima antioksidacijske aktivnosti pojedinih sorata i divlje aronije iznimno su male (Grafikon 11.). Ovako male razlike između sorata aronije proizlaze iz veoma male genetske varijabilnosti ovih genotipova za istraživana svojstva. (Smolik i sur 2011.).



Grafikon 11. Prosječna vrijednost antioksidacijske aktivnosti u plodu aronije (mg GAE/kg).





4. ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

- 1.** U uzgoju aronije izbor sorte je jedan od ključnih faktora uspješne proizvodnje, a dobiveni rezultati pokazuju kako divlja aronija svojom rodnošću u prvim godinama rasta i razvoja ne odgovara zahtjevima suvremene poljoprivredne proizvodnje.
- 2.** Sorta Nero odlikovala se najvećom rodnošću.
- 3.** Primjerena gnojidba dušikom i optimalna gustoća sklopa povećavaju urod kod nekih sorata, a važno je istaći i smanjenje rizika utjecaja na okolinu kao posljedicu efikasne primjene dušika.
- 4.** U agroekološkim uvjetima istočne kontinentalne Hrvatske aronija može početi s cvatnjom već početkom travnja.
- 5.** U slučaju jače pojave pjegavosti lista preporuča se povremena uporaba bakarnih pripravaka.
- 6.** Sadržaj ukupnih polifenola i antocijanina, te vrijednost antioksidativne aktivnosti višestruko nadmašuju vrijednosti ovih parametara izmjerene kod nekih drugih biljnih vrsta primjenom istih laboratorijskih metoda, što aroniju izdvaja kao kulturu čije poželjne kemijske odlike trebaju predstavljati značajnu prednost na tržištu.





5. LITERATURA

- Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, Bertelli D (2004.): Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes* and *Aronia*. *J Food Sci* 69(3):164-169.
- Jakobek, L. Drenjančević, M., Jukić, V., Šeruga, M. (2012.): Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of »Nero«, »Viking«, »Galicianka« and wild chokeberries. *Scientia horticulturae* (0304-4238) 147 ; 56-63.
- Jakobek, L., Šeruga, M., Novak, I., Medvidović-Kosanović, M., (2007.): Flavonols, phenolic acids and antioxidant activity of some red fruits. *Deut. Lebensm.-Rundsch.* 103, 369–378.
- Jeppsson N (2000.): The effects of fertilizer rate on vegetative growth, yield and fruit quality, with special respect to pigments, in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) cv. 'Viking'. *Sci Hort* 83:127-137.
- Kawecki Z, Tomaszewska Z (2006.): The effect of various soil management techniques on growth and yield in the black chokeberry (*Aronia melanocarpa* Elliot). *J Fruit Ornament Plant Res* 14:67-73.
- Koponen JM, Happonen AM, Mattila PH, Torronen AR (2007): Contents of anthocyanins and ellagitannins in selected foods consumed in Finland. *J Agric Food Chem* 55(4):1612-1619.
- McKay, S.A. (2001.): Demand Increasing for *Aronia* and Elderberry in North America. *New York Fruit Quarterly*, 9 (3), 2-3.
- Ochmian I., Grajkowski, J., Smolik, M. (2012.): Comparison of Some Morphological Features, Quality and Chemical Content of Four Cultivars of Chokeberry Fruits (*Aronia melanocarpa*). *Not Bot Horti Agrobo*, 40(1):253-260.
- Prione, P.P. (1978.): Diseases and pests of ornamental plants. New York, Wiley.
- Rice-Evans, C., Miller, N.J., Paganga, G. (1997.): Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science* 2: 152-159.
- Rotelli, A.E, Guardia, T., Juárez, A.o., Delarocha, N.E., Pelzer, L.E. (2003.): Comparative study of flavonoids in experimental models of inflammation. *Pharmacological Research* 48: 601-606.
- Smolik M, Ochmian I, Smolik B (2011): RAPD and ISSR methods used for fingerprinting selected, closely related cultivars of *Aronia melanocarpa*. *Not Bot Horti Agrobo* 39(2):276-284.



- Skupień K, Oszmiański J (2007.): The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *Agric Food Sci* 16:46-55.
- Strik B, Finn C, Wrolstad R (2003.): Performance of Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) in Oregon, USA. *Acta Hort* 626:439-443.
- Walther E, Schnell S (2009.): Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*)-a special crop fruit. *Zeitschrift für Arznei und Gewurzpflanzen* 14:179-182.
- Zheng W., Wang S.Y. (2003.). Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 502-509.



RASADNIK MILIĆ

proizvodnja sadnica ruža, voća i ukrasnog bilja