

Mėlynių, juodųjų serbentų ir spanguolių sulčių bei ekstraktų sudėtis ir antioksidacinis aktyvumas

I. Jasutienė, R. Viškelienė

KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas, ina.jasutiene@lmai.lt

Šio tyrimo tikslas buvo palyginti įvairių uogų sulčių ir ekstraktų, pagamintų iš uogų ir uogų išspaudų, antioksidacines savybes. Juose nustatytas bendras antocianinų kiekis ir fenolinių junginių kiekis bei ekstraktų ir sulčių antioksidacinis aktyvumas DPPH testu. Palyginus etanolinius ekstraktus, pagamintus iš uogų ir uogų išspaudų, visuose išspaudų ekstraktuose nustatyta gerokai didesnė antocianinų ir fenolinių junginių koncentracija, tačiau tai neturėjo įtakos antioksidaciniam aktyvumui – visų ekstraktų jis buvo panašus ir svyravo nuo 68 iki 73 %. Išlaikius mėginius 6 mėn. 4 °C temperatūroje, antioksidacinis aktyvumas vidutiniškai sumažėjo 30 %. Didžiausio antioksidacinio aktyvumo (93 %) buvo juodųjų serbentų sultys. Mėlynių bei spanguolių uogų sultys ir vandeninis mėlynių uogų išspaudų ekstraktas buvo panašaus antioksidacinio aktyvumo (83 %), o juodųjų serbentų uogų išspaudų ekstrakto ir 10 g/l sausųjų dažų tirpalo aktyvumas buvo 10 % mažesnis. Spanguolių uogų išspaudų ekstraktas buvo silpniausio antioksidacinio aktyvumo (64 %).

Raktažodžiai: antioksidacinis aktyvumas, antocianinai, spanguolės, juodieji serbentai, mėlynės.

Įvadas

Vykstant gyvybiniam procesams ląstelėse ir veikiant neigiamiems aplinkos veiksniams, organizme susidaro laisvieji radikalai, kurie neigiamai veikia biomolekules, tokias kaip lipidai, baltymai, amino rūgštys, DNR. Laisvieji radikalai (vandenilio radikalai, vandenilio peroksidas, peroksinitritas, hipochloro rūgštis ir kt.) organizme susidaro aerobinio metabolizmo metu. Laisvųjų radikalų susidarymą skatina UV spinduliuotė, jonizuojanti radiacija, rūkymas ir kt. Antioksidantai sujungia laisvuosius radikalus ir saugo ląsteles nuo oksidacinio streso. Pastarųjų dešimtmečių mokslo duomenimis įrodyta, kad maiste esantys antioksidantai yra naudingi radioprotektoriai ir gali profilaktiškai apsaugoti nuo daugelio ligų, pvz., onkologinių susirgimų, aterosklerozės, reumatoidinio artrito, neurodegeneracijų ir diabeto [1]. Šiuolaikinis maisto mokslas ieško būdų, kaip maisto produktų dėka stiprinti sveikatą ir sumažinti lėtinių susirgimų riziką. Chemiškai susintetinti antioksidantai, maisto papildai gali teigiamai veikti žmogaus sveikatą, tačiau jie niekada nebus geresni už natūraliai egzistuojančius, antioksidacinėmis savybėmis pasižyminčius junginius, esančius augaluose [2]. Mėlynėse, juoduosiuose serbentuose, spanguolėse, vynuogėse, šilauogėse ir kitose uogose gausu fenolinių junginių ir antocianinų, kurie pasižymi antioksidaciniu aktyvumu. Uogos valgomos šviežios,

iš jų gaminamos sultys, džemas, vynas, maisto dažai, todėl uogos ir iš jų pagaminti produktai gali gerokai padidinti bioaktyviųjų medžiagų suvartojimą ir turėti teigiamos įtakos sveikatai [3]. Suomų mokslininkai nustatė, kad įvairių uogų antocianinai aktyviai slopino laisvuosius radikalus DPPH testo metu ir buvo pakankamai geri antioksidantai emulsijų, liposomų ir žmogaus mažo tankio lipoproteinų (LDL) sistemose [4]. Tirtas pelargonidino cianidino, delfinidino, peonidino, petunidino ir malvidino ir jų glikozidų aktyvumas skirtingose lipidų turinčiose modelinėse sistemose. Nustatyta, kad daugelis antocianinų ir jų aglikonų pasižymėjo stipriu antioksidaciniu veikimu linoleato emulsijose ir LDL sistemoje, o jų aktyvumas buvo artimas žinomų antioksidantų α -tokoferolio, trolokso, katechino ir kvercetino veikimui.

Graikų mokslininkai ištyrė trylikos vietinės kilmės vynuogių veislių antocianinų sudėtį ir antioksidacinį aktyvumą [5]. Antocianinų koncentracija šviežiose uogose kito nuo 85,7 iki 1914,0 mg/kg, tačiau antocianinų koncentracija neturėjo statistiškai patikimos įtakos antioksidaciniam aktyvumui ($r^2=0,0724$, $P>0,05$). Todėl daroma išvada, kad vynuogėse kitos biologiškai aktyvios medžiagos nulemia šią savybę. Kim ir Padilla-Zakour tyrė, kokią įtaką turi džemo gamybos ypatumai daug antocianinų turinčių vaisių fenoliniams junginiams ir antioksidaciniam

aktyvumui [6]. Buvo iširtos keturios vyšnių veislės, dvi slyvų ir viena aviečių veislė. Terminis apdorėjimas džemo gamybos metu visuose mėginiuose sumažino bendrą fenolinių junginių ir antocianinų kiekį bei antioksidacinį aktyvumą. Jautriausi terminiam apdorėjimui buvo antocianinai, o fenolinių junginių mėginiuose išliko daugiau kaip 73 % pradinio kiekio. Antioksidacinis jų aktyvumas sumažėjo 35 % lyginant su pradiniu. Terminis apdorėjimas gali ir padidinti antocianinų koncentraciją bei produktų antioksidacinį aktyvumą. Italų mokslininkai [7] nustatė, kad gaminant sultis iš blanširuotų šilauogių į sultis pereina daugiau antocianinų, suteikiančių sultims intensyvią mėlyną spalvą ir gerokai didesnę antioksidacinį aktyvumą, lyginant su sultimis iš termiškai neapdorotų uogų. Tikslinga blanširuoti uogas norint gauti produktą, pasižymintį teigiama įtaka sveikatai.

Ištirus aštuonias braškių veisles, auginamas JAV, nustatytas ryšys tarp veislės ir fenolinių junginių kiekio buvo palygintas su bendru oksiradikalų sujungimo pajėgumu. Fenolinių junginių koncentracija silpnai koreliavo su antioksidaciniu pajėgumu, o flavonoidų ir antocianinų koncentracija neturėjo ryšio su radikalų sujungimu [8]. JAV mokslininkai taip pat tyrė įvairių veislių vyšnias [9]. Antioksidacinis aktyvumas gerai koreliavo su bendra fenolinių junginių koncentracija. Šaldymas ir konservavimas turėjo didesnės įtakos antocianinų stabilumui, o fenolinių junginių stabilumui įtakos turėjo mažiau. Vyšnių išspaudos gali būti puiki žaliava natūraliems maisto dažams, maisto papildams ir natūraliems antioksidantams.

Tiriamos ne tik introdukuotos uogos, bet ir miškuose augančios rūšys. Buvo palyginta įvairiuose Meksikos ir JAV regionuose surinktų gervuogių cheminė sudėtis ir gebėjimas sujungti laisvuosius deguonies radikalus bei geležies redukcijos galia [10]. Daugiausiai fenolinių junginių ir antocianinų turinčios uogos pasižymėjo ir didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu. Skirtingos veislės, augančios tame pačiame regione, skyrėsi savo pajėgumu sujungti radikalus. Didesnę įtaką turėjo genotipas, o ne augimo sąlygos.

Įvairių veislių, skirtingomis agroklimatinėmis sąlygomis išaugintų uogų cheminė sudėtis ir savybės skiriasi. Antioksidaciniam aktyvumui įtakos gali turėti ir uogų laikymo bei perdirbimo technologinio proceso ypatumai.

Šio darbo tikslas – nustatyti antocianinų bei fenolinių junginių koncentraciją sultyse, etanoliniuose ir vandeniniuose ekstraktuose iš uogų ir uogų išspaudų bei įvertinti jų antioksidacinį aktyvumą.

Tyrimo objektai ir metodai

Lietuvoje išaugintos juodųjų serbentų, spanguolių ir mėlynių šaldytos uogos, pirktos prekybos tinkluose. Sausieji maisto dažai iš juodųjų serbentų ekstrakto, pagaminti KTU Maisto institute ir laikyti sandariai uždarytame indelyje kambario temperatūroje. Sausieji maisto dažai pagaminti vandeninį juodųjų serbentų ekstraktą su maltodekstrino užpildu išdžiovinus purkštuvinėje džiovykloje Büchi 190.

Etanoliniai ekstraktai ruošti iš uogų ir uogų išspaudų, 3 g ekstrahuojant parūgštinto etanolio (0,1 mol/l HCl) tirpalo porcijomis iki visiško spalvos netekimo. Ekstrahuota kambario temperatūroje, gautas ekstraktas nufiltruotas ir naudotas antocianinų bei fenolinių junginių koncentracijai bei antioksidaciniam aktyvumui nustatyti. Ruošiant standartizuotus ekstraktus, mėlynių bei juodųjų serbentų ekstraktai praskiesti parūgštintu etanoliumi taip, kad jų optinis tankis būtų artimas spanguolių ekstrakto optiniam tankiui.

Vandeniniai ekstraktai ruošti iš uogų išspaudų: 20 g išspaudų užpilta 100 ml 95 °C temperatūros citrinų rūgštimi (0,2 %) parūgštinto vandens ir, periodiškai pamaišant, laikyta 2 h 60 °C temperatūroje termostate. Gautas ekstraktas nupiltas, užpilta nauja karšto parūgštinto vandens porcija ir ekstrahuota dar 2 h. Gauti ekstraktai sumaišyti, filtruoti ir sukonzentruoti kaitinant 60 °C temperatūroje 6 h smėlio vonioje. Uogų sultys ir vandeniniai ekstraktai naudoti antocianinų bei fenolinių junginių koncentracijai bei antioksidaciniam aktyvumui nustatyti.

Bendras antocianinų kiekis, išreikštas cianidin-3-rutinozidu, nustatytas spektrofotometriškai (bangos ilgis $\lambda=544$ nm). Antocianinų koncentracija apskaičiuojama pagal cianidin-3-rutinozido kalibracinę grafiką [11].

Fenolinių junginių kiekis nustatytas su *Folin-Ciocalteu* reagentu, naudojant etaloninį galo rūgšties tirpalą. 5 ml 10 kartų praskiesto vandeniu *Folin-Ciocalteu* reagento sumaišyta su 1 ml tiriamojo mėginio ekstrakto ir 4 ml 7,5 % Na₂CO₃ tirpalo [12]. Po 30 min išmatuota absorbcija esant 765 nm bangos ilgiui. Fenolinių junginių kiekis ekstrakto (mg/ml) apskaičiuotas pagal galo rūgšties kalibravimo kreivę. O fenolinių junginių kiekis uogose ir uogų išspaudose (mg/g) apskaičiuotas pagal formulę:

$$C = c \times V \times m^{-1},$$

čia: C – polifenolių kiekis, išreikštas galo rūgšties ekvivalentais, mg/g;

c – galo rūgšties koncentracija, nustatyta pagal kalibravimo kreivę, mg/ml;
 V – tiriamojo ekstrakto tūris, ml;
 m – ekstrakcijai paimto mėginio masė, g.

čia: A_b – tuščiojo mėginio absorbcija;
 A_a – tiriamojo mėginio absorbcija pusiausvyroje.

Visi mėginiai analizuoti tris kartus, apskaičiuota vidutinė vertė ir standartinis nuokrypis.

Antioksidacinis aktyvumas nustatytas 2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo hidrato (DPPH) radikalinio sujungimo metodu [13]. 50 μ l ekstrakto sumaišyta 1 cm kiuvetėje su 2 ml 6×10^5 M metanolinio DPPH tirpalo. Spektrofotometru išmatuotas mėginių absorbcijos sumažėjimas esant 515 nm bangos ilgiui. Pasiėkus pusiausvyrą apskaičiuotas sujungto DPPH radikalo kiekis procentais pagal formulę:

$$DPPH_{Inhib} = [(A_b - A_a) / A_b] \times 100,$$

Rezultatai ir jų aptarimas

Pirmame darbo etape paruošti etanoliniai ekstraktai iš šaldytų mėlynių, juodųjų serbentų ir spanguolių uogų bei uogų išspaudų, ekstrahuojant iki visiško spalvos netekimo. Įvairių uogų ekstraktų bendras antocianinų bei fenolinių junginių kiekis ir DPPH laisvųjų radikalų sujungimo testu nustatytas antioksidacinis jų aktyvumas pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Etanolinių ekstraktų charakteristikos

Mėginys	Antocianinų kiekis		Fenolinių junginių kiekis, mg/g žaliavos	Antioksidacinis aktyvumas, proc.
	mg/l ekstrakto	mg/100 g žaliavos		
Spanguolių uogų ekstraktas	59,03	98,38	8,7	69,14±0,69
Mėlynių uogų ekstraktas	301,05	1003,50	16,5	68,82±0,71
Juodųjų serbentų uogų ekstraktas	171,85	572,83	20,4	72,78±0,08
Spanguolių uogų išspaudų ekstraktas	46,22	154,06	13,2	74,28±0,91
Mėlynių uogų išspaudų ekstraktas	626,05	2086,84	25,8	68,30±0,93
Juodųjų serbentų uogų išspaudų ekstraktas	242,44	808,12	32,4	72,14±0,53

Ekstrakte, paruoštame iš mėlynių uogų išspaudų, yra daugiausiai antocianinų. Palyginus su ekstraktu, pagamintu iš mėlynių uogų, antocianinų koncentracija jame yra du kartus didesnė, o su spanguolių ekstraktu – net dešimt kartų didesnė. Fenolinių junginių koncentracija visuose tirtuose mėginiuose labai nesiskyrė, didžiausia buvo juodųjų serbentų bei mėlynių ekstraktuose. Įvertinus ekstraktų antioksidacinį aktyvumą, visų tirtų mėginių jis buvo panašus ir svyravo nuo 68 iki 73 %. Ar ekstraktams gaminti naudotos uogos, ar uogų išspaudos, tai ekstraktų antioksidaciniam aktyvumui įtakos neturėjo. Mėlynės, spanguolės ir juodieji serbentai skiriasi ne tik bendru antocianinų kiekiu, bet ir kokybine antocianinų sudėtimi. Spanguolėse vyrauja cianidin-3-galaktozidas, cianidin-3-arabinozidas, peonidin-3-galaktozidas ir peonidin-3-arabinozidas, juodųjų serbentų pagrindiniai pigmentai yra cianidin-3-rutinozidas, delfinidin-3-rutinozidas, cianidin-3-gliukozidas ir delfinidin-3-gliukozidas, mėlynių pagrindiniai pigmentai yra

delfinidin-3 galaktozidas ir gliukozidas, cianidin-3 galaktozidas, gliukozidas ir arabinozidas, delfinidin-3-arabinozidas, petunidin-3 galaktozidas ir gliukozidas [14]. Siekiant nustatyti ar kokybinė pigmentų sudėtis turi įtakos ekstraktų antioksidaciniam aktyvumui, mėlynių ir juodųjų serbentų ekstraktai praskiesti parūgštintu etanolu taip, kad jų optinis tankis būtų artimas spanguolių ekstrakto optiniam tankiui, tokiu būdu suvienodinant antocianinų koncentraciją ekstraktuose. Taip standartizuotuose ekstraktuose nustatyta antocianinų koncentracija ir antioksidacinis aktyvumas.

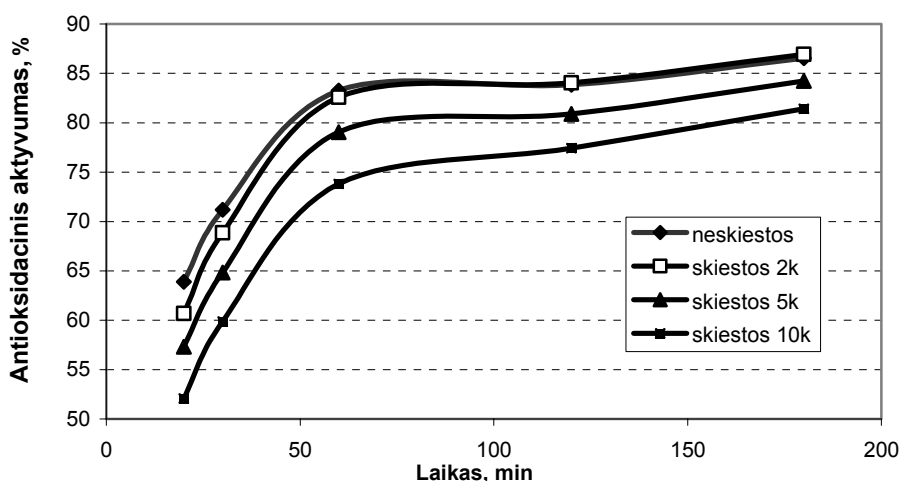
Iš 1 ir 2 lentelėse pateiktų duomenų matome, kad skiedimas neturi įtakos antioksidaciniam aktyvumui, visi tirti mėginiai po 1 h reakcijos slopino apie 70 % DPPH. Galima daryti išvadą, kad biologiškai aktyvių medžiagų koncentracija visuose ekstraktuose buvo pakankamai didelė ir lėmė aukštą antiradikalinį efektyvumą. Norint nustatyti skirtumus, reikėtų analizuoti daugiau praskiestus ekstraktus ar naudoti jautresnius tyrimo metodus.

2 lentelė. Etanolinių ekstraktų, praskiestų iki panašaus optinio tankio, charakteristikos

Mėginys	Optinis tankis $A_{544\text{ nm}}$	Antocianinų koncentracija, mg/l ekstrakto	Antioksidacinis aktyvumas, proc.
Spanguolių uogų ekstraktas	2,72	571,43	69,78±0,60
Mėlynių uogų ekstraktas	3,03	636,55	68,82±0,71
Juodųjų serbentų uogų ekstraktas	2,55	535,71	71,90±0,14
Spanguolių uogų išspaudų ekstraktas	2,37	497,89	73,06±0,46
Mėlynių uogų išspaudų ekstraktas	2,72	571,43	68,28±0,32
Juodųjų serbentų uogų išspaudų ekstraktas	2,46	516,81	72,14±0,53

Siekiant parinkti optimalias uogų ekstraktų ir DPPH reakcijos sąlygas, tyrėme įvairiai skiestus spanguolių ir mėlynių ekstraktus, matuojant po 20, 30, 60, 120 ir 180 minučių nuo reakcijos pradžios. Spanguolių ekstraktas yra neryškios rožinės spalvos

ir beveik neturi pašalinės įtakos radikalų sujungimo reakcijai (1 pav.): tiek koncentruotas, tiek du, penkis ir dešimt kartų skiestas ekstraktas slopina panašiai. Visuose ekstraktuose veikliųjų medžiagų kiekis užtikrino 80 % slopinimą, pasiekus pusiausvyrą.



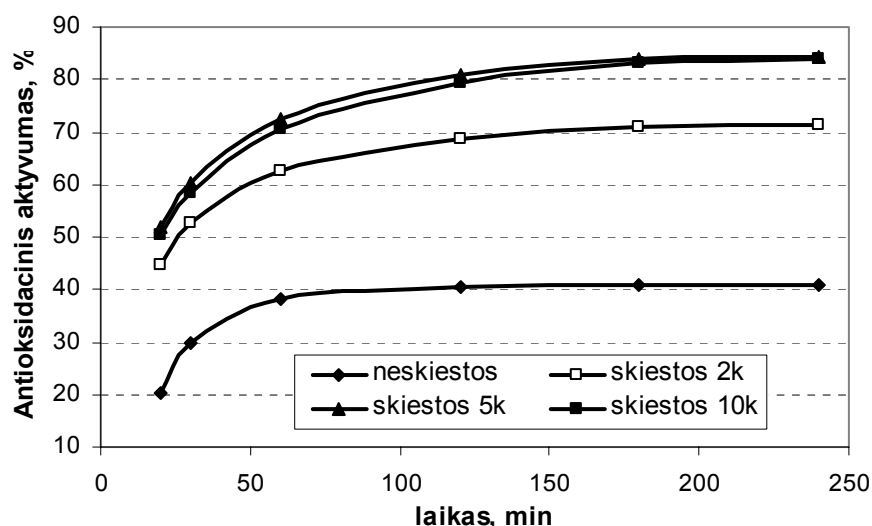
1 pav. Spanguolių ekstraktų antioksidacinis aktyvumas

Koncentruotas mėlynių ekstraktas yra ryškios spalvos ir iškvepia radikalų sujungimo spalvinės reakcijos rezultatus (2 pav.). Koncentruoto ekstrakto slopinimas buvo du kartus mažesnis, lyginant su skiestais ekstraktais, todėl racionalu spalvotus mėginius tirti praskiedus juos 5 ar 10 kartų.

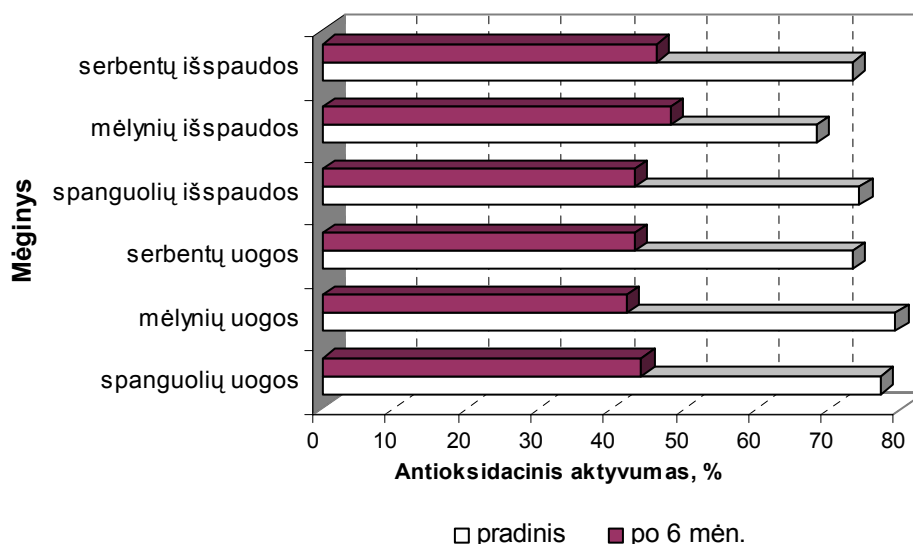
Įvertinus kaip kinta DPPH radikalų sujungimas laikui bėgant, nustatyta, kad reakcija pusiausvyrą pasiekia po 2 h ir toliau nesikeičia. Visiškai įvykus

reakcijai, spalva pakinta iš mėlynai violetinės į šviesiai geltoną. Kai slopinimas yra silpnesnis, spalva tik pašviesėja ir būna gelsvo atspalvio. Spanguolių ekstraktas su DPPH sureaguoja per 1 h, toliau spalva kinta nežymiai.

Siekiant įvertinti ekstraktų antioksidacinių savybių stabilumą, ištirti sandariai tamsiuose buteliukuose 6 mėnesius laikyti 4 °C temperatūroje ekstraktai (3 pav.).



2 pav. Mėlynių ekstraktų antioksidacinis aktyvumas



3 pav. Laikymo įtaka iš įvairios žaliavos pagamintų etanolinių ekstraktų antioksidaciniam aktyvumui

Po išlaikymo visų tirtų mėginių antioksidacinis aktyvumas sumažėjo vidutiniškai 30 %. Mažiausiai pakito iš mėlynių išspaudų pagaminto ekstrakto aktyvumas (20 %), daugiausiai (37 %) – iš mėlynių uogų pagamintas ekstraktas.

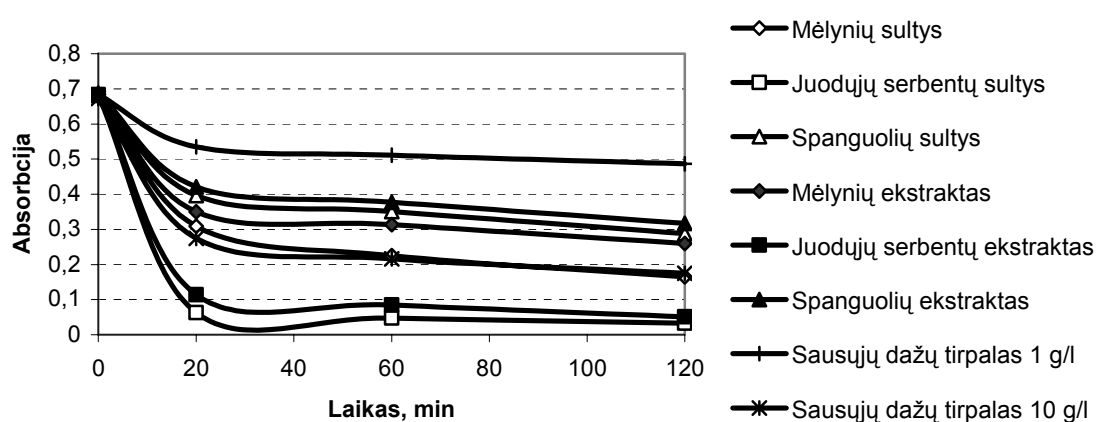
Kitame darbo etape iš mėlynių, juodųjų serbentų ir spanguolių uogų buvo išspausdintos sultys, o iš gautų išspaudų paruošti vandeniniai ekstraktai. Sausieji maisto dažai iš juodųjų serbentų ištirpinti vandenyje, paruošiant 1 g/l ir 10 g/l koncentracijos tirpalus. Sultyse, vandeniniuose ekstraktuose ir sausųjų dažų tirpaluose nustatytas antocianinų ir fenolinių junginių kiekis, tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis bei

pH (3 lentelė). Nustatytas visų paruoštų mėginių antioksidacinis aktyvumas (4 pav.).

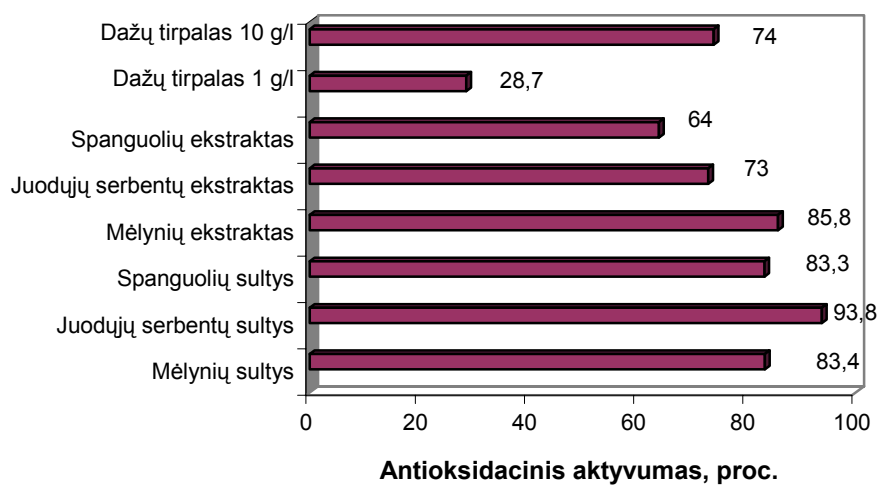
Aktyviausiai reakcija vyko su juodųjų serbentų sultimis ir juodųjų serbentų išspaudų vandeniniu ekstraktu. Silpniausiai slopino sausųjų dažų iš juodųjų serbentų išspaudų 1g/l tirpalas. Tų pačių sausųjų dažų 10 kartų didesnė koncentracija veikė panašiai kaip mėlynių sultys. Reikia pažymėti, kad sausieji dažai pagaminti prieš 10 metų ir laikyti kambario temperatūroje sandariai uždarytame indelyje. 5 pav. pateikiamas apskaičiuotas antioksidacinis aktyvumas po 2 h reakcijos su DPPH.

3 lentelė. Sulčių, vandeninių ekstraktų ir sausųjų dažų tirpalų charakteristikos

Mėginys	pH	Tirpiosios sausosios medžiagos, Brix	Fenolinių junginių kiekis, mg/ml	Antocianinų kiekis, mg/l
Mėlynių sultys	3,1	5,0	2,67–3,05	573–575
Juodųjų serbentų sultys	3,0	11,0	6,10–6,20	519–627
Spanguolių sultys	2,9	8,5	1,61–2,68	304–347
Mėlynių išspaudų ekstraktas	2,6	1,3	1,70–2,55	563–624
Juodųjų serbentų išspaudų ekstraktas	2,6	2,5	2,77–3,10	183–265
Spanguolių išspaudų ekstraktas	2,6	2,5	1,27–1,62	63–89
Sausųjų dažų tirpalas (1 g/l)	4,5	–	0,05	10
Sausųjų dažų tirpalas (10 g/l)	4,5	–	0,21	625



4 pav. Įvairių mėginių reakcijos su DPPH kinetika



5 pav. Įvairių mėginių antioksidacinis aktyvumas

Juodųjų serbentų sultims nustatytas didžiausias antioksidacinis aktyvumas (93 %). Mėlynių bei spanguolių uogų sultys ir vandeninis mėlynių uogų išspaudų ekstraktas pasižymėjo panašiu antioksidaciniu aktyvumu (83 %). Juodųjų serbentų uogų išspaudų ekstraktas ir 10 g/l sausųjų dažų tirpalo aktyvumas buvo dar 10 % mažesnis, o spanguolių uogų išspaudų ekstraktas pasižymėjo silpniausiu antioksidaciniu aktyvumu (64 %) – mažiau slopino tik 1 g/l dažų tirpalas.

Išvados

1. Etanoliniuose ekstraktuose, pagamintuose iš mėlynių, spanguolių bei juodųjų serbentų uogų išspaudų, nustatyta gerokai didesnė antocianinų ir fenolinių junginių koncentracija, lyginant su ekstraktais iš atitinkamų uogų. Tačiau statistiškai patikimo antioksidacinio aktyvumo skirtumo tarp ekstraktų iš uogų ir uogų išspaudų nenustatyta – jis buvo panašus ir svyravo nuo 68 iki 73 %.
2. Praskiedus mėlynių ir juodųjų serbentų ekstraktus iki spanguolių ekstraktui būdingo antocianinų kiekio (500–600 mg/l) ir nustačius šių ekstraktų gebėjimą sujungti laisvuosius radikalus nustatyta, kad pigmentų koncentracija tam reikšmingos įtakos neturėjo.
3. Ištyrus 6 mėnesius sandariai tamsiuose buteliukuose įvairių uogų ir jų išspaudų 4 °C temperatūroje laikytus ekstraktus, nustatyta, kad visų tirtų mėginių antioksidacinis aktyvumas sumažėjo vidutiniškai 30 %. Mažiausiai pakito iš mėlynių išspaudų pagaminto ekstrakto aktyvumas (20 %), daugiausiai (37 %) – iš mėlynių uogų pagamintas ekstraktas.
4. Palyginus mėlynių, spanguolių bei juodųjų serbentų sulčių ir šių uogų išspaudų vandeninių ekstraktų ir juodųjų serbentų sausųjų dažų tirpalų antioksidacines savybes nustatyta, kad didžiausio antioksidacinio aktyvumo (93 %) buvo juodųjų serbentų sultys. Mėlynių bei spanguolių uogų sultims ir vandeniniam mėlynių uogų išspaudų ekstraktui nustatytas panašus antioksidacinis aktyvumas (83 %). Juodųjų serbentų uogų išspaudų ekstrakto ir 10 g/l sausųjų dažų tirpalo aktyvumas buvo 10 % mažesnis, o spanguolių uogų išspaudų ekstraktas buvo silpniausio antioksidacinio aktyvumo (64 %).

Literatūra

1. **Yung-Zong F., Sheng Y., Guoyao W.** Free radicals, antioxidants, and nutrition // *Nutrition*. 2002. Vol. 18, No. 10. P. 872–879.
2. **Halliwell B.** Food, Antioxidants and Health // *The World of Food Ingredients*. 2004. No. 3. P. 54–57.

3. **Kähkönen M., Viljanen K., Heinonen M.** Antioxidant activities of berry anthocyanins // *Pigments in Food, More than Colours*. Ed. By Dufosse L. 2004. P. 233–234.
4. **Kähkönen M., Heinonen M.** Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003. Vol. 51, No. 3. P. 628–633.
5. **Kallithraka S., Mohdaly A. A., Makris D. P., Kefalas P.** Determination of major anthocyanin pigments in Hellenic native grape varieties (*Vitis vinifera* sp.): association with antiradical activity // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2005. Vol. 18. P. 375–386.
6. **Kim D. O., Padilla-Zakour O. I.** Jam Processing Effect on Phenolics and Antioxidant Capacity in Anthocyanin-rich Fruits: Cherry, Plum, and Raspberry // *Journal of Food Science*. 2004. Vol. 69, No. 9. P. S395–S400.
7. **Rossi M., Giussani E., Morelli R., Scalzo R. L., Nani R. C., Torreggiani D.** Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice // *Food Research International*. 2003. Vol. 36. P. 999–1005.
8. **Meyers K. J., Watkins C. B., Priteis M. P., Liu R. H.** Antioxidant and Antiproliferative Activities of Strawberries // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003. Vol. 51. P. 6887–6892.
9. **Chaovanalikit A., Wrolstad R. E.** Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties // *Journal of Food Science*. 2004. Vol. 69, No. 1. P. 67–72.
10. **Reyers-Carmona J., Yousef G. G., Martinez-Peniche R. A., Lila M. A.** Antioxidant Capacity of Fruit Extracts of Blackberry (*Rubus* sp.) Produced in Different Climatic Regions // *Journal of Food Science*. 2005. Vol. 70, No. 7. P. S497–503.
11. **Jasutienė I.** Raudoni natūralūs maisto dažai iš vietinių žaliavų: savybės ir technologija. Daktaro disertacija. Kaunas, 2000. 94 p.
12. **Singleton V. L., Rossi J. A.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents // *American Journal of Enology and Viticulture*. 1965. Vol. 16, No. 3. P. 144–158.
13. **Yen G. C., Chen H. Y.** Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity // *J. of Agricultural and Food Chemistry*. 1995. Vol. 43. P. 27–32.
14. **Nakajima J., Tanaka I., Seo S., Yamazaki M., Saito K.** LC/PDA/ESI-MS Profiling and Radical Scavenging Activity of Anthocyanins in Various Berries // *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2004. Vol. 5. P. 241–247.

Padėka. Ši darbą rėmė Lietuvos Valstybinis mokslo ir studijų fondas (sutartis C03/2004).

Pateikta spaudai 2006-03

I. Jasutienė, R. Viškeliene

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF VARIOUS BILBERRY, BLACK CURRANT AND CRANBERRY EXTRACTS AND JUICES

Summary

The aim of this study was to compare the antioxidant activity of juices and extracts from various berries. The total anthocyanins and phenolics compounds content was determined in the investigated samples and free a radical scavenging test was conducted by DPPH method. Significantly higher amounts of anthocyanins and phenolics compounds were determined in the ethanol extracts from berry cakes compared to those from berries, however the antioxidant activity remained unchanged: for all the studied extracts the antioxidant activity was similar and ranged from 68 to 73 %. The average 30 % decrease of antioxidative properties of the samples was observed after 6 months storage at 4 °C. The highest antioxidant activity (93 %) was determined in black currant juices. Bilberry and cranberry juices, and the water extract of bilberry cakes had similar antioxidative properties (83 %). The radical scavenging activity of water extract of the black currant berry cakes and 10 g/l solution of dry colorant was 10 % weaker. The least antioxidant activity (64 %) was determined in the water extract of cranberry cakes.

Keywords: antioxidant activity, anthocyanins, cranberry, black currant, bilberry.

И. Ясутене, Р. Вишкялене

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ СОКОВ МАЛИНЫ, ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ И КЛЮКВЫ

Резюме

Цель работы – сравнение антиоксидантных свойств соков и экстрактов, полученных из различных ягод и их выжимок. В соках и экстрактах определяли: общее количество антоцианинов, количество фенольных соединений и антиоксидантную активность методом связывания свободных радикалов. При сравнении этанольных экстрактов из ягод и их выжимок во всех экстрактах выжимок установлена значительно большая концентрация антоцианинов и фенольных соединений, однако это не оказало влияния на их антиоксидантную активность – во всех экстрактах она колебалась от 68 до 73 %. После 6-месячного хранения экстрактов при температуре 4 °C антиоксидантная активность снизилась в среднем на 30 %.

Наибольшей антиоксидантной активностью (93 %) отличался сок из ягод черной смородины. Сок из ягод черники и клюквы, а также водный экстракт из выжимок ягод черники обладали похожей антиоксидантной активностью (83 %). В экстракте из выжимок ягод черной смородины и в растворе сухих красок (10 г/л) антиоксидантная активность была на 10 % ниже. Самой низкой антиоксидантной активностью (64 %) отличался экстракт из выжимок ягод клюквы.