

# Šaltalankių (*Hippophae rhamnoides* L.) uogų perdirbimo produktų cheminė sudėtis ir kokybė

Aurelija Paulauskienė,

Egidijus Zvicevičius,

Vilma Atkočiūnienė

Vytauto Didžiojo universitetas,  
Žemės ūkio akademija,  
K. Donelaičio g. 58,  
44248 Kaunas, Lietuva  
El. paštas aurelija.paulauskiene@vdu.lt

Dygliuotojo šaltalankio (*Hippophae rhamnoides* L.) uogų perdirbimo produktų kokybės tyrimai atlikti 2019 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijoje. Tyrimams iš šaltalankių uogų išspaustos sultys buvo laikytos šaldytuve, kol savaime išsisluoksniavo į tris frakcijas: tirščius, aliejų (aliejus Nr. 1) ir sultis. Po sulčių spaudimo likę uogų išspaudos buvo išdžiovintos ir užpiltos nerafinuotu saulėgrąžų aliejumi. Po dviejų savaičių aliejus (aliejus Nr. 2) atskirtas nuo išspaudų. Tyrimų tikslas – nustatyti šaltalankių uogų perdirbimo produktų cheminę sudėtį ir aliejaus kokybės rodiklius.

Šaltalankių uogų sultyse, tirščiuose, išspaudose ir aliejuose Nr. 1 ir Nr. 2 standartiniais metodais buvo nustatytas tirpių sausųjų medžiagų kiekis, titruojamasis rūgštingumas, vitamino C ir bendrasis karotenoidų kiekis. Nustatytas šaltalankių uogų aliejų riebalų rūgščių, jodo, peroksidų skaičius, atsparumas oksidacijai ir spalva. Gauti tyrimų duomenys apdorojami dispersinės analizės metodu (ANOVA). Apskaičiuoti bandymų duomenų aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Statistinis patikimumas įvertintas Fišerio LSD testu ( $P < 0,05$ ).

Tyrimų rezultatai parodė, kad tirščiuose, palyginti su sultimis, buvo 1,3 karto didesnis tirpių sausųjų medžiagų, 1,1 karto – vitamino C, 2,5 karto – bendrasis karotenoidų kiekis ir 1,0 kartą didesnis titruojamasis rūgštingumas. Aliejus Nr. 1 pasižymėjo 1,88 karto didesniu vitamino C kiekiu ir 2,9 karto didesniu titruojamuoju rūgštingumu. 8,7 % didesnis bendrasis karotenoidų kiekis buvo aliejuje Nr. 2. Aliejus Nr. 1 buvo mažiau patvarus oksidaciniam gedimui, nes jo indukcinis periodas trumpesnis 0,45 val., nustatytas 26 % didesnis laisvųjų riebalų rūgščių skaičius. Aliejuje Nr. 2 buvo 12 % didesnis peroksidų skaičius. Aliejus Nr. 1 buvo šviesnis, raudonos ir geltonos spalvų intensyvumas buvo didesnis.

**Raktažodžiai:** *Hippophae rhamnoides* L., aliejus, atsparumas oksidacijai, išspaudos, sultys

## ĮVADAS

Dygliuotasis šaltalankis (*Hippophae rhamnoides* L.) – žilakrūminių šeimos (*Elaeagnaceae*) vaiskrūmis, rudenį subrandinantis vitaminingus kaulavaisius, įprastai vadinamus uogomis. Šaltalankių uogos pasižymi unikalia chemine sudėtimi, kuri priklauso nuo augalo veislės ir klimato sąlygų. Mokslininkų atlikti tyrimai parodė, kad šios

uogos pasižymi ypatingomis sveikatinančiomis savybėmis. Suomijos mokslininkai nustatė, kad vartojant uogas kraujyje žymiai padidėja cholesterolio frakcijos didelio tankio lipoproteinų lygis (DTL) (Kallio, Yang, 2014). Šaltalankių uogose gausu hidrofilinių (organinių rūgščių, vitamino C ir fenolinių junginių) ir lipofiliinių (triacilglicerolio, riebiųjų rūgščių, fitosterolių, tokochromanolių ir karotenoidų) maistinių

biokomponentų (Raffo et al., 2004; Andersson et al., 2009; Gornas et al., 2016; Ma et al., 2016; Zheng et al., 2016). Vitamino C kiekis šaltalankių uogose būna kelis kartus didesnis, palyginti su kitais vaisiais ir uogomis, ir gali varijuoti nuo 360 iki 2 500 mg 100 g<sup>-1</sup> (Bal et al., 2011). Uogose nėra fermento askorbinazės, katalizuojančio askorbo rūgšties skaidymą, todėl džiovintose uogose išlieka didelis vitamino C kiekis (Krejcarova et al., 2015). Uogos yra vertingos dėl B grupės vitaminų, daugiausia B<sub>1</sub> (tiamino) ir B<sub>2</sub> (riboflavino) (Christaki, 2012). Pagrindinės šaltalankių uogų organinės rūgštys yra obuolių (1 940–4 660 mg 100 g<sup>-1</sup>), chino (810–2 820 mg 100 g<sup>-1</sup>) ir citrinų (90–160 mg 100 g<sup>-1</sup>). Nokimo metu pastebimas bendras organinių rūgščių kiekio sumažėjimas (Raffo et al., 2004). Pagrindiniai šaltalankių uogų flavonoliai yra izoramnetinas (350–660 mg kg<sup>-1</sup>), kvercetas (30–100 mg kg<sup>-1</sup>) ir kemferolis (2–5 mg kg<sup>-1</sup>) (Raffo et al., 2004; Ma et al., 2016; Zheng et al., 2016).

Tokoferoliai ir tokotrienoliai, bendrai vadinami tokochromanoliais, yra lipiduose tirpios molekulės, priklausančios vitamino E junginių grupei, būtinos žmogaus organizmui (Falk, Bosch, 2010). Jie yra svarbūs biologinių sistemų antioksidantai, pasižymi biologiniu aktyvumu (vitaminas E) (Eitenmiller, Lee, 2004). Rekomenduojama vitamino E dienos norma (RDN) suaugusiems yra 15 mg, šaltalankių uogos gali būti vartojamos kaip šio vitamino šaltinis (Gornas et al., 2016). Priklausomai nuo augimvietės, tokoferolių ir tokotrienolių uogų minkštyme gali būti nuo 40 iki 120 mg kg<sup>-1</sup> (Kallio et al., 2002). Bendrasis karotenoidų kiekis šaltalankių uogose priklauso nuo veislės, sunokimo ir gali varijuoti tarp 1,5 ir 23,9 mg 100 g<sup>-1</sup> šviežių uogų (Raffo et al., 2004; Andersson et al., 2008; Andersson et al., 2009; Teleszko et al., 2015). Pagrindiniai šių uogų karotenoidai – zeaksantinas, β-karotenas ir β-kriptoksantinas (Andersson et al., 2009). Nustatyta, kad genotipas turi įtakos karotenoidų kiekiui ir jų profiliui, tačiau uogoms nokstant bendra karotenoidų koncentracija didėja (Raffo et al., 2004; Andersson et al., 2008; 2009). Lipidų frakcijoje yra išskiriama 14 fitosterolių, pagrindinis junginys – β-sitosterolis, o bendras sterolių kiekis uogose – 340–520 mg kg<sup>-1</sup> (Yang et al., 2001). Sitosterolis sudaro 61–83 % visų uogose esančių sterolių. Šaltalankių uogose esantis sterolių kiekis

priklauso nuo derliaus nuėmimo laiko, o jų profilis gali būti naudojamas vertingo aliejaus klastojimui nustatyti (Yang et al., 2001).

Šaltalankių aliejus yra natūralių gliceridų šaltinis, kurio cheminė sudėtis ir unikalios savybės žinomos jau seniai (Kallio et al., 2002; Kallio et al., 2014; Sayegh et al., 2014). Šis aliejus gaunamas šalto spaudimo būdu mechaniškai arba ekstrahuojant uogas ar jų sėklas (Fatima et al., 2012; Krejcarova et al., 2015). Uogų minkštyme aliejaus yra 4–13 % (Zeb 2006; Krejcarova et al., 2015), sėklose – 8–20 % (Kumar et al., 2011). Šie aliejai skiriasi ne tik išvaizda, bet ir chemine sudėtimi, savybėmis. Moksliniai tyrimai patvirtina, kad aliejų sudėtyje yra daug veikliųjų medžiagų, įskaitant antioksidantus, vitaminus, flavonoidus, polifenolius ir polisacharidus (George, Cenkowski, 2007; Korekar et al., 2013). Uogų minkštimo aliejuje gausu Omega-7 riebalų rūgščių: palmitoleino (40–43 %) ir cis-vakceno (10 %) rūgščių, didelis kiekis nesočiųjų riebiųjų rūgščių, ypač polinesočiųjų riebiųjų rūgščių (PUFA) (Fatima et al., 2012; Vuorinen et al., 2015).

Sultys yra pagrindinis šaltalankių uogų perdirbimo produktas. Jos sudaro 60–85 % uogų masės. Gaminant sultis susidaro aliejus, kuriame gausu lipofilinių junginių. Šis aliejus gali būti atskirtas nuo sulčių ir naudojamas kaip atskiras produktas. Išspaudus uogas ir gautas sultis palikus nusistovėti, susidaro trys sluoksniai: viršuje – tirštas, purus, oranžinis kremas, viduryje – aliejus (sočiųjų ir nesočiųjų riebiųjų rūgščių mišinys), o apačioje lieka sultys (Zielinska, Nowak, 2017). Du viršutiniai sluoksniai gali būti naudojami gaminant odos priežiūros kremus, o apatinis paprastai naudojamas maisto pramonėje gaminant sirupą.

Uogų išspaudose lieka dideli kiekiai įvairių biologiškai vertingų junginių – vitaminų, flavonoidų ir kitų natūralių antioksidantų, taip pat nesočiųjų riebalų rūgščių (Cossuta et al., 2007). Šios išspaudos gali būti naudojamos gyvūnų pašarams ir maisto produktams, taip pat pakartotinam aliejaus ekstrahavimui.

Lietuvoje šaltalankių plotų kiekvienais metais daugėja, atsiranda vis daugiau žmonių, auginančių ir perdirbančių šias vertingas uogas. Iš šaltalankių uogų dažniausiai gaminamos sultys, sirupas, verdama uogienė. Šaltalankių augintojai ir perdirbėjai siekia plėsti uogų perdirbimo produktų asortimentą, gaminti įvairesnius aukštos biologinės

vertės gaminius. Vienas tokių produktų yra aliejus, tačiau norint pagaminti kokybišką produktą dar reikia įgyti žinių ir patirties. Šio tyrimo tikslas buvo nustatyti įprastų šaltalankių uogų perdirbimo produktų cheminę sudėtį ir įvertinti skirtingais būdais pagaminto aliejaus kokybės rodiklius.

## TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

**Mėginių paruošimas.** Dygliuotojo šaltalankio (*Hippophae rhamnoides* L.) uogų perdirbimo produktų kokybės tyrimai atlikti 2019 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijoje.

Šaldytos šaltalankių uogos įsigytos šaltalankius auginančiame ūkyje Alytaus regione (Lietuvoje). Uogos tyrimams buvo laikomos 18–20 °C temperatūroje. Iš 6 kg šaltalankių uogų elektrine sulčiaspaude (Stollar, Australija) buvo išspaustos sultys, kurios sudarė 50 % uogų masės. Gautos (3 l) sultys supiltos į sterilų stiklainį ir laikytos šaldytuve 5 °C temperatūroje vieną savaitę, kol savaime išsisluoksniavo į tris frakcijas: tirščius (purus, kremo pavidalo viršutinis sluoksnis), aliejų Nr. 1 (vidurinis sluoksnis) ir sultis (apatinis sluoksnis). Po savaitės frakcijos atskirtos. Likę uogų išspaudos (3 kg), sudarytos iš uogų minkštimo ir nesusmulkintų sėklų, buvo išdžiovintos 45 °C temperatūroje, užpiltos 1 l nerafinuoto saulėgrąžų aliejaus. Aliejumi užpiltos išspaudos laikytos 20–22 °C temperatūroje tamsioje vietoje. Po dviejų savaičių aliejus Nr. 2 atskirtas nuo išspaudų ir laikytas šaldytuve 5 °C temperatūroje.

Šaltalankių uogų sultyse ir tirščiuose buvo nustatytas tirpių sausųjų medžiagų kiekis, titruojamasis rūgštingumas, vitamino C ir bendrasis karotenoidų kiekis; šaltalankių uogų išspaudose – titruojamasis rūgštingumas, vitamino C ir bendrasis karotenoidų kiekis. Nustatyti šaltalankių uogų aliejų Nr. 1 ir Nr. 2 kokybės rodikliai – titruojamasis rūgštingumas, vitamino C ir bendrasis karotenoidų kiekis, riebalų rūgščių, jodo, peroksidų skaičius, atsparumas oksidacijai ir spalva.

**Tyrimų metodai.** Tirpios sausosios medžiagos nustatytos skaitmeniniu refraktometu PAL-1 (Atago, Japonija) (LST ISO 2173:2004); titruojamasis rūgštingumas – titruojant mėginius natrio šarmo tirpalu, gauti rezultatai perskaičiuoti į obuolių rūgštį (LST ISO 750:2000); vitaminas C – titruojant mėginius 2,6-dichlorfenolindofenolio Na druskos tirpalu (LST ISO 6557-2:2000).

Bendrasis karotenoidų kiekis įvertintas išskaidyto spindulio spektrofotometru UVS-2800 (Labomed Inc., JAV). 0,3 g mėginio užpilta 50 ml acetono, nufiltruota ir gauto ekstrakto absorbcija matuota esant 440,5 nm bangos ilgiui. Riebalų rūgščių skaičiui aliejuje nustatyti pasverta 10 g aliejaus 0,01 g tikslumu, įpilta 50 ml etilo eterio ir etanolio (1:1) mišinio, išmaišyta, įpilta keli lašai 1 % fenolftaleino tirpalo ir titruota 0,1 M KOH tirpalu iki šviesiai rausvos spalvos (LST EN ISO 660:2009). Jodo skaičiui nustatyti pasverta 0,24 g aliejaus, įpilta 20 ml tirpiklio, sudaryto iš cikloheksano ir ledinės acto rūgšties (1:1), 25 ml Wijs reagento (jodo monochlorido tirpalas acto rūgštyje), kolba užkimšta kamščiu, turinys sumaišytas, kolba palikta tamsioje vietoje vieną valandą. Po to įpilta 20 ml kalio jodido tirpalo, 150 ml vandens ir titruota natrio tiosulfato tirpalu (LST EN ISO 3961:2013). Peroksidų skaičiui 0,001 g tikslumu nustatyti pasverta 5 g aliejaus, įpilta 10 ml chloroformo, bandinys greitai ištirpintas maišant, įpilta 15 ml ledinės acto rūgšties ir 1 ml kalio jodido tirpalo. Kolba užkimšta, kratyta 1 min. ir palikta 5 min. stovėti tamsioje vietoje. Po to įpilta 75 ml distiliuoto vandens ir titruota natrio tiosulfato tirpalu. Kaip indikatorius naudotas krakmolo tirpalas (LST EN ISO 3960:2010). Indukcinis periodas (atsparumas oksidacijai) nustatytas pagreitintos oksidacijos metodu konduktometru „743 Rancimat“ (Metrohm AG, Šveicarija) (LST ISO 6886:2016). Spalvos rodikliai  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (pagal CIE  $L^*a^*b^*$  skalę) nustatyti spalvos analizatoriumi „ColorFlex“ (HunterLab Inc., JAV). Šviesumo koordinatės  $L^*$  reikšmės ( $L^* = 0$  – juoda,  $L^* = 100$  – balta), koordinatės  $a^*$  reikšmės ( $a^* > 0$  – raudona,  $a^* < 0$  – žalia) ir koordinatės  $b^*$  reikšmės ( $b^* > 0$  – geltona,  $b^* < 0$  – mėlyna spalva) matuotos NBS vienetais. Prieš kiekvieną matavimų seriją spektrofotometras kalibruotas baltos spalvos standartu.

Naudoti reagentai buvo analitiškai gryni, visos cheminės ir fizikinės analizės atliktos trimis pakartojimais.

**Tyrimų duomenų matematinė-statistinė analizė.** Gauti tyrimų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant programinę įrangą TIBCO STATISTICA (versija 7) (TIBCO Software, JAV). Apskaičiuoti bandymų duomenų aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Statistinis patikimumas įvertintas Fišerio LSD testu. Skirtumai statistiškai patikimi, kai  $P < 0,05$ .

## REZULTATAI IR DISKUSIJA

**Šaltalankių uogų sulčių gamybos produktų cheminė sudėtis.** Šaltalankių uogų sultyse gausu sacharidų. Pagrindinis cukrų komponentas yra gliukozė (Zeb, 2004). Mokslininkai nustatė, kad tirpių cukrų kiekis priklauso nuo šaltalankių veislės, augimo sąlygų, sunokimo ir gali svyruoti tarp 9,30 ir 22,74 °Brix (Beveridge et al., 2002; Zeb, 2004). Taip pat yra nemažai baltymų, todėl šaltalankių sultys drumstos.

Atlikus šaltalankių uogų perdirbimo produktų tyrimus gauta, kad tirpių sausųjų medžiagų kiekis, kurį daugiausia ir sudaro sacharidai, tirščiuose buvo patikimai didesnis, palyginti su uogų sultimis (1 lentelė).

Vitamins C kiekis priklauso nuo šaltalankių veislės, klimato sąlygų, augimvietės ir uogų brandos (Zeb, 2004; Tkacz et al., 2019). Europoje augančio *rhamnoides* porūšio uogose šio vitamino gali susikaupti nuo 28 iki 310 mg 100 g<sup>-1</sup>, kai Centrinėje Azijoje augančių šaltalankių uogose susikaupia 150–200 mg 100 g<sup>-1</sup>, o Alpėse – apie 800 mg 100 g<sup>-1</sup> (Beveridge et al., 2002; Krejcarova et al., 2015).

Mūsų gautas vitamino C kiekis uogų sultyse atitinka kitų tyrėjų gautus rezultatus (1 lentelė). Didžiausias vitamino C kiekis buvo nustatytas tirščiuose, mažiausias – uogų išspaudose.

Šaltalankių uogos yra įvairių organinių rūgščių šaltinis, daugiausia obuolių, chino, oksalo, citrinų ir tartaro (Fatima et al., 2012). K. Pallaveeas ir M. Ashwanis (2017) teigia, kad šaltalankių sultyse 90 % organinių rūgščių sudaro obuolių ir citrinų rūgštys. Organinių rūgščių kiekį šaltalankių uogose rodo didelis titruojamasis rūgštingumas (1,97–

2,79 % perskaičius į obuolių rūgštį) ir žema pH vertė (2,7–3,13) (Beveridge et al., 2002; Tkacz et al., 2019).

Mūsų tirtų perdirbimo produktų titruojamasis rūgštingumas svyravo nuo 0,13 iki 2,18 %, o sulčių ir tirščių iš esmės nesiskyrė (1 lentelė). Mažiausias rūgščių kiekis buvo nustatytas uogų išspaudose.

Karotenoidai vaisiams ir daržovėms, iš jų pagamintiems produktams suteikia spalvą ir padidina maistinę vertę. Lyginant su kitais augaliniais pigmentais, karotenoidai yra vieni iš patvaresnių (Kumar et al., 2011). Kaip teigia įvairių šalių mokslininkai, bendrasis karotenoidų kiekis šaltalankių uogose gali būti labai įvairus, nes priklauso nuo veislės ir augimo sąlygų: 1,5–18,5 mg 100 g<sup>-1</sup> (Andersson et al., 2009), 5,49–66,52 mg 100 g<sup>-1</sup> (Tkacz et al., 2019).

Iš mūsų gautų tyrimų duomenų matyti, kad karotenoidų kiekis šaltalankių uogų perdirbimo produktuose svyravo nuo 1,30 iki 6,95 mg 100 g<sup>-1</sup>. Iš esmės didžiausias karotenoidų kiekis buvo nustatytas uogų išspaudose, o mažiausias – sultyse (1 lentelė). Uogų išspaudose liko riebalai ir juose ištirpę karotenoidai.

**Šaltalankių uogų aliejų cheminė sudėtis ir kokybės rodikliai.** Atlikus vitamino C kiekio analizę aliejuje nustatyta, kad daugiau jo buvo aliejuje Nr. 1, gautame išsisluoksniavus uogų sultims, nei aliejuje Nr. 2, gautame ekstrahuojant uogų išspaudas saulėgrąžų aliejumi (2 lentelė). Nupylus šį aliejų, jame liko šiek tiek sulčių, todėl vitamino C jame yra daugiau.

Išanalizavus organinių rūgščių kiekį aliejuose, nustatyti esminiai kiekių skirtumai (2 lentelė). Didesnis titruojamasis rūgštingumas, perskaičius į

1 lentelė. Šaltalankių uogų perdirbimo produktų cheminė sudėtis

Table 1. Chemical composition of Sea buckthorn berry products

Produktai Products	Tirpios sausosios medžiagos Soluble solids %	Vitamins C Vitamin C mg 100 g <sup>-1</sup>	Titruojamasis rūgštingumas Titratable acidity %	Bendrasis karotenoidų kiekis Total carotenoids mg 100 g <sup>-1</sup>
Sultys / Juice	5,40 ± 0,10b	284,02 ± 3,06b	2,09 ± 0,01a	1,30 ± 0,01c
Tirščiai / Solids	7,03 ± 0,12a	322,60 ± 5,08a	2,18 ± 0,01a	3,27 ± 0,10b
Išspaudos Berry press cake	–	107,97 ± 1,05c	0,13 ± 0,01b	6,95 ± 0,12a

Pastaba: esminiai skirtumai tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis abėcėlės raidėmis (a, b ...), kai  $P < 0,05$ .

Note. Significant differences between the means in the columns are indicated by different letters (a, b...) when  $P < 0.05$ .

## 2 lentelė. Šaltalankių uogų aliejaus cheminė sudėtis

Table 2. Chemical composition of sea buckthorn oil

Aliejus Oil	Vitaminas C Vitamin C mg 100 g <sup>-1</sup>	Titruojamasis rūgštingumas Titratable acidity %	Bendrasis karote- noidų kiekis Total carotenoids mg 100 g <sup>-1</sup>	Riebalų rūgščių skai- čius Acid value mg KOH g <sup>-1</sup>
Aliejus Nr. 1	34,20 ± 1,20a	0,29 ± 0,01a	7,90 ± 0,05b	0,34 ± 0,02a
Aliejus Nr. 2	18,17 ± 0,50b	0,10 ± 0,00b	8,59 ± 0,03a	0,27 ± 0,01b

Pastaba: esminiai skirtumai tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis abėcėlės raidėmis (a, b), kai  $P < 0,05$ .

Note. Significant differences between the means in the columns are indicated by different letters (a, b) when  $P < 0.05$ .

obuolių rūgštį, buvo nustatytas aliejaus Nr. 1. Šis aliejus buvo atskirtas nuo sulčių, bet nefiltruotas, todėl jame liko daugiau organinių rūgščių ir kitų rūgščių junginių.

A. Zielinska ir I. Nowakas (2017) nurodo, kad bendrasis karotenoidų kiekis šaltalankių uogų aliejuje, gautame šalto spaudimo būdu, yra 7,94–28,16 mg 100 g<sup>-1</sup>. Mūsų gauti tyrimų rezultatai parodė, kad bendrasis karotenoidų kiekis buvo didesnis aliejuje Nr. 2, gautame ekstrahuojant uogų išspaudas (2 lentelė). Didensį karotenoidų kiekį aliejuje Nr. 2 galėjo lemti gamyboje naudotas saulėgrąžų aliejus.

Riebalų cheminės ir fizikinės savybės priklauso nuo riebalų rūgščių sudėties ir kiekio. Nors subalansuota riebalų rūgščių sudėtis ir vitaminai suteikia šaltalankių uogų aliejui unikalių gydomųjų savybių, tačiau laikymo metu aliejaus kokybė keičiasi: laisvųjų riebalų rūgščių skaičius didėja, aliejus apkarsta. Mūsų atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad aliejaus Nr. 1 riebalų rūgščių skaičius buvo iš esmės didesnis, vadinasi, šis aliejus sens ta greičiau, palyginti su aliejumi Nr. 2 (2 lentelė). D. Munkhbayaras ir kt. (2014) nurodo, kad šaltalankių uogų aliejaus riebalų rūgščių skaičius yra 6,4–15,0 mg KOH g<sup>-1</sup>. Laisvųjų riebalų rūgščių

skaičius priklauso nuo aliejaus ekstrahavimo būdo ir jo laikymo sąlygų, dėl šių priežasčių mūsų gauti rezultatai skiriasi.

Riebalų rūgštims reaguojant su molekuliniais daigunimi vyksta cheminė reakcija, susidaro tarpiniai oksidacijos produktai, kurie oksiduojasi toliau ir sudaro antrinius oksidacijos produktus (aldehidus, ketonus, peroksidus, epoksidus ir kt.), suteikiančius aliejui nemalonų skonį ir kvapą, prastinančius jo kokybę. Aliejaus atsparumą oksidacijai parodo indukcinis periodas valandomis, kuris skirtingų aliejų gali labai skirtis. Mokslininkai nurodo, kad trumpiausias indukcinis periodas gali būti 0,84 val. (kukurūzų aliejaus), ilgiausias – 84 val. (kokosų aliejaus) (Redondo-Cuevas et al., 2018). Mūsų gautų aliejų indukcinio periodo analizė parodė, kad abiejų aliejų šis periodas nėra ilgas, tačiau ilgesnis, nei mokslininkų nurodytas saulėgrąžų (1,23–2,16 val.), sezamo (1,89 val.) ar sviesto (2,42 val.) (Redondo-Cuevas et al., 2018). Aliejaus oksidacijos greitis tiesiogiai priklauso nuo riebalų rūgščių kiekio ir jų kompozicijos. Aliejaus Nr. 1 riebalų rūgščių kiekis buvo didesnis nei aliejaus Nr. 2 (2 lentelė), todėl aliejus Nr. 1 yra mažiau atsparus oksidaciniam gemdimui (3 lentelė.). Šio aliejaus indukcinis periodas iš esmės yra trumpesnis.

## 3 lentelė. Šaltalankių uogų aliejaus atsparumo oksidacijai rodikliai

Table 3. Resistance of sea buckthorn oil to oxidation

Aliejus Berry oil	Indukcinis periodas val. Induction period, h	Peroksidų skaičius Peroxide value mekv kg <sup>-1</sup>	Jodo skaičius Iodine value g 100 g <sup>-1</sup>
Aliejus Nr. 1	2,80 ± 0,01b	3,81 ± 0,03b	134,37 ± 3,12b
Aliejus Nr. 2	3,25 ± 0,02a	4,28 ± 0,11a	150,74 ± 5,03a

Pastaba: esminiai skirtumai tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis abėcėlės raidėmis (a, b), kai  $P < 0,05$ .

Note. Significant differences between the means in the columns are indicated by different letters (a, b) when  $P < 0.05$ .

## 4 lentelė. Šaltalankių uogų aliejaus spalvos rodikliai

Table 4. Colour parameters of sea buckthorn oil

Aliejus / Oil	L*	a*	b*
Aliejus Nr. 1	13,49 ± 0,11a	9,84 ± 0,03a	22,72 ± 0,18a
Aliejus Nr. 2	0,73 ± 0,01b	2,75 ± 0,03b	1,25 ± 0,02b

Pastaba: esminiai skirtumai tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis abėcėlės raidėmis (a, b), kai  $P < 0,05$ .

Note. Significant differences between the means in the columns are indicated by different letters (a, b) when  $P < 0.05$ .

Peroksidų skaičius – dar vienas aliejų kokybės rodiklis. Mūsų gauti rezultatai parodė, kad aliejaus Nr. 2 peroksidų skaičius buvo iš esmės didesnis, palyginti su aliejumi Nr. 1. Šis skaičius galėjo padidėti dėl gamyboje naudoto saulėgrąžų aliejaus. D. Munkhbayaras ir kt. (2014) nurodo, kad šaltalankių uogų aliejaus peroksidų skaičius yra 5 mekv.  $\text{Kg}^{-1}$ .

Jodo skaičius parodo nesočiųjų riebalų rūgščių kiekį aliejuje. Kuo jodo daugiau, tuo daugiau riebaluose yra nesočiųjų riebalų rūgščių, ir aliejus yra skystesnis. Lyginant abu aliejus, iš esmės didesnis jodo skaičius buvo aliejaus Nr. 2, kuris ekstrahuotas saulėgrąžų aliejumi (3 lentelė). Mokslininkai teigia, kad šaltalankių uogų aliejaus jodo kiekis yra 120–124 g (Munkhbayar ir kt., 2014). L. Redondo-Cuevas ir kt. (2018) nurodo, kad saulėgrąžų aliejus pasižymi pakankamai dideliu nesočiųjų riebalų rūgščių kiekiu, todėl aliejuje Nr. 2 ir galėjo būti daugiau šių junginių.

Didelis geltonos spalvos karotenoidų kiekis lemia aliejaus spalvą. Kai kurie kiti pigmentai taip pat prisideda prie aliejaus spalvos (Zeb, 2004). Atlikus aliejų spalvos analizę paaiškėjo, kad aliejus Nr. 1 buvo šviesesnis nei aliejus Nr. 2 (4 lentelė).

Aliejaus Nr. 1 iš esmės didesnės buvo tiek raudonos spalvos koordinatės  $a^*$ , tiek ir geltonos spalvos koordinatės  $b^*$  reikšmės, taip pat buvo intensyvesnė raudona ir geltona spalvos (4 lentelė). Skirtinga gamybos technologija lėmė ir aliejų spalvos skirtumus.

## IŠVADOS

1. Atlikus uogų perdirbimo produktų cheminės sudėties tyrimus paaiškėjo, kad tirščiuose 1,3 karto buvo didesnis tirpių sausųjų medžiagų, 1,1 karto – vitamino C, 2,5 karto – bendrasis karotenoidų kiekis ir 1,0 kartą didesnis titruojamasis rūgštingumas, palyginti su sultimis. Laikant šaltalankių sultis, jų viršuje visada susidaro tirštas,

purus sluoksnis, kuris pasižymi gera maistine verte ir nuo sulčių neturi būti atskiriamas.

2. Skirtingais būdais ekstrahuotų aliejų cheminės sudėties analizė parodė, kad aliejus Nr. 1, gautas išsisluoksniavus uogų sultims, pasižymėjo 1,88 karto didesniu vitamino C kiekiu ir 2,9 karto didesniu titruojamuoju rūgštingumu. Tačiau bendrasis karotenoidų kiekis buvo 1,1 karto didesnis aliejuje Nr. 2, gautame ekstrahuojant uogų išspaudas.

3. Aliejų kokybinių rodiklių analizė atskleidė, kad aliejus Nr. 1, gautas išsisluoksniavus sultims, yra mažiau patvarus oksidaciniam gedimui, nes šio aliejaus indukcinis periodas trumpesnis 0,45 val. ir jame nustatytas 26 % didesnis laisvųjų riebalų rūgščių skaičius. Tačiau 12 % didesnis peroksidų skaičius ir nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis buvo aliejuje Nr. 2, ekstrahuotame saulėgrąžų aliejumi.

4. Skirtinga gamybos technologija lėmė ne tik aliejaus cheminės sudėties, bet ir spalvos skirtumus. Spalvos analizė parodė, kad aliejus Nr. 1 buvo šviesesnis, tačiau jo raudonos ir geltonos spalvų intensyvumas buvo didesnis nei aliejaus Nr. 2.

## PADĖKA

Mokslinis tyrimas remiamas projekto Nr. 35BV-KK-18-1-06620-PR001, kuris finansuojamas iš EŽŪFKP ir Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto lėšų.

Gauta 2020 08 28  
Priimta 2021 01 21

## LITERATŪRA

- Andersson S. C., Olsson M. E., Johansson E., Rumpunen K. 2009. Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening and use of pheophytin as a maturity marker. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 57. P. 250–258.

2. Andersson S. C., Rumpunen K., Johansson E., Olsson M. E. 2008. Tocopherols and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 56. P. 6701–6706.
3. Bal L. M., Meda V., Naik S. N., Satya S. 2011. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmeceuticals. *Food Research International*. Vol. 44. P. 1718–1727.
4. Beveridge T., Harrison J. E., Drover J. 2002. Processing effect on the composition of sea buckthorn juice from *Hippophae rhamnoides* L. Cv. Indian Summer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 50. No. 1. P. 113–116.
5. Christaki E. 2012. *Hippophae Rhamnoides* L. (sea buckthorn): a potential source of nutraceuticals. *Food and Public Health*. Vol. 2. No. 3. P. 69–72.
6. Cossuta D., Simandi B., Hohmann J., Doleschall F., Keve T. 2007. Supercritical carbon dioxide extraction of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 87. No. 13. P. 2472–2481.
7. Eitenmiller R., Lee J. 2004. *Vitamin E: Food Chemistry, Composition, and Analysis*. New York: Marcel Dekker Inc. 540 p.
8. Falk J., Munné-Bosch S. 2010. Tocochromanol functions in plants: antioxidation and beyond. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 61. No. 6. P. 1549–1566.
9. Fatima T., Snyder C. L., Schroeder W. R., Cram D., Datla R., Wishart D., Weselake R. J., Krishna P. 2012. Fatty acid composition of developing sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry and the transcriptome of the mature seed. *PLoS ONE*. Vol. 7. No. 4 [žiūrėta 2020-07-29]. Prieiga per internetą: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0034099>
10. George S. D. St., Cenkowski S. 2007. Influence of harvest time on the quality of oil-based compounds in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *sinesis*) seed and fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 55. P. 8054–8061.
11. Górnas P., Mišina I., Krasnova I., Seglina D. 2016. Tocopherol and tocotrienol contents in the sea buckthorn berry beverages in Baltic countries: Impact of the cultivar. *Fruits, The International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture*. Vol. 71. No. 6. P. 399–405.
12. Kallio H. P., Yang B., Peippo P. 2002. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 50. P. 6136–6142.
13. Kallio H. P., Yang B. 2014. Health effects of sea buckthorn berries; research and strategies at the university of Turku, Finland. *Acta Horticulturae*. Vol. 1017. P. 343–349.
14. Korekar G., Dolkar P., Singh H., Srivastava R. B., Stobdan T. 2013. Genotypic and morphometric effect on fruit oil content in seventeen natural populations of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) from trans-Himalaya. *National Academy Sciences Letters*. Vol. 36. No. 6. P. 603–607.
15. Krejcarova J., Strakova E., Suchy P., Herzig I., Karaskova K. 2015. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a potential source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities – a review. *Acta Veterinaria Brno*. Vol. 84. P. 257–268.
16. Kumar R., Kumar G. P., Chaurasia O. P., Singh S. B. 2011. Phytochemical and pharmacological profile of seabuckthorn oil: a review. *Research Journal of Medicinal Plants*. Vol. 5. P. 491–499.
17. LST EN ISO 660:2009. *Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Rūgščių skaičiaus ir rūgštingumo nustatymas (ISO 660:2009)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2009.
18. LST EN ISO 3961:2018. *Gyvūniniai ir augaliniai riebalai bei aliejus. Jodo skaičiaus nustatymas (ISO 3961:2018)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2018.
19. LST EN ISO 6886:2016. *Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Atsparumo oksidacijai nustatymas (pagreitintos oksidacijos metodas) (ISO 6886:2016)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2016.
20. LST EN ISO 3960:2017. *Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Peroksidų skaičiaus nustatymas. Jodometrinis (vizualus) nustatymas pagal ekvivalentinį tašką (ISO 3960:2017)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2017.
21. LST ISO 6557-2:2000. *Vaisiai, daržovės ir jų gaminiai. Askorbo rūgšties nustatymas. 2 dalis. Įprastiniai metodai (tapatus ISO 6557-2:1984)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2000.
22. LST ISO 750:2000. *Vaisių ir daržovių gaminiai. Titruojamojo rūgštingumo nustatymas (ISO 750:1998)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2000.
23. LST ISO 2173:2003. *Vaisių ir daržovių gaminiai. Tirpių sausųjų medžiagų nustatymas. Refraktometrinis metodas (ISO 2173:2003)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2003.
24. Ma X., Laaksonen O., Zheng J., Yang W., Trepanier M., Kallio H. P., Yang B. 2016. Flavonol glycosides in berries of two major subspecies of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and influence of growth sites. *Food Chemistry*. Vol. 200. P. 189–198.
25. Munkhbayar D., Ariuntungalag J., Delgersuuri G., Badamkhand D. 2014. Enzymatic technology for sea buckthorn oil extraction and its biochemical analysis. *Mongolian Journal of Chemistry*. Vol. 15. No. 41. P. 62–65.

26. Pallavee K., Ashwani M. 2017. Sea buckthorn juice: nutritional therapeutic properties and economic considerations. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. Vol. 9. No. 6. P. 880–884.
27. Raffo A., Paoletti F., Antonelli M. 2004. Changes in sugar, organic acid, flavonol and carotenoid composition during ripening of berries of three sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars. *European Food Research and Technology*. Vol. 219. P. 360–368.
28. Redondo-Cuevas L., Castellano G., Torrens F., Raikos V. 2018. Revealing the relationship between vegetable oil composition and oxidative stability: A multifactorial approach. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 66. P. 221–229.
29. Sayegh M., Miglio C., Ray S. 2014. Potential cardiovascular implications of Sea Buckthorn berry consumption in humans. *International Journal of Food Science and Nutrition*. Vol. 65. No. 5. P. 521–528.
30. Teleszko M., Wojdyło A., Rudzinska M., Oszmianski J., Golis T. 2015. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 63. No. 16. P. 4120–4129.
31. Tkacz K., Wojdyło A., Turkiewicz I. P., Bobak L., Nowicka P. 2019. Anti-oxidant and anti-enzymatic activities of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruits modulated by chemical component. *Antioxidants*. Vol. 8. No. 618. P. 1–17.
32. Vuorinen A. L., Markkinen N., Kalpio M., Linderborg K. M., Yang B., Kallio H. P. 2015. Effect of growth environment on the gene expression and lipids related to triacylglycerol biosynthesis in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. *Food Research International*. Vol. 77. No. 3. P. 608–619.
33. Yang B., Karlsson R. M., Oksman P. H., Kallio H. P. 2001. Phytosterols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries: identification and effects of different origins and harvesting times. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 49. No. 11. P. 5620–5629.
34. Zeb A. 2006. Anticarcinogenic potential of lipids from Hippophae; Evidence from the recent literature. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. Vol. 7. P. 32–34.
35. Zeb A. 2004. Chemical and nutritional constituents of sea buckthorn juice. *Pakistan Journal of Nutrition*. Vol. 3. No. 2. P. 99–106.
36. Zheng J., Kallio H., Yang B. 2016. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *rhamnoides*) berries in Nordic environment: Compositional response to latitude and weather conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 64. No. 24. P. 5031–5044.
37. Zielinska A., Nowak I. 2017. Abundance of active ingredients in sea-buckthorn oil. *Lipids in Health and Disease*. Vol. 16. No. 95. P. 1–11 [žiūrėta 2020-08-13]. Prieiga per internetą: <https://lipidworld.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12944-017-0469-7>

Aurelija Paulauskienė, Egidijus Zvicevičius,  
Vilma Atkočiūnienė

#### CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF SEA BUCKTHORN (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.) BERRY PROCESSING PRODUCTS

##### Summary

Research on the quality of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry processing products was done at Vytautas Magnus University Agriculture Academy in 2019. For the studies, the juice was squeezed from the defrosted sea buckthorn berries, and was stored in the refrigerator until separated into three fractions: solids, oil (oil No. 1) and juice. The berry cake remaining after squeezing the juice was dried and filled with unrefined sunflower oil. After 2 weeks, the oil (oil No. 2) was separated from the cake. The aim of the research was to determine the chemical composition and quality indices of sea buckthorn berry processing products.

The content of soluble solids, titratable acidity, vitamin C and total carotenoid content were determined by standard methods in sea buckthorn juice, solids, berry press cake and in oil No. 1 and No. 2. The acid value, iodine value, peroxides value, induction period and colour of sea buckthorn berry oil No. 1 and No. 2 were determined. The research data were analysed by the factorial analysis of variance (ANOVA). Arithmetical means and standard deviation of the data were calculated. Statistical reliability was assessed by Fisher's LSD test ( $P < 0.05$ ).

The results showed that the solids had 1.3-fold higher soluble solids content, 1.1-fold higher vitamin C, 2.5-fold total carotenoid content and 1.0-fold higher titratable acidity compared to juice. Oil No. 1 was characterized by a 1.88-fold bigger content of vitamin C and 2.9-fold higher titratable acidity. The total carotenoid content was 8.7% higher in oil No. 2. Oil No. 1 was less resistant to oxidative degradation because the induction period of this oil was shorter by 0.45 h and for a 26% higher amount of free fatty acids. However, a 12% higher peroxide content was found in oil No. 2. Oil No. 1 was brighter; the intensity of red and yellow colour of this oil was more intense.

**Keywords:** *Hippophae rhamnoides* L., oil, resistance to oxidation, berry press cake, juice