

Sausųjų medžiagų, tirpių sausųjų medžiagų, vitamino C ir fenolinių junginių kiekiai skirtingų veislių kriaušių vaisių luobelėje ir minkštyme

Jaunė Blažytė,

Nijolė Vaitkevičienė

Vytauto Didžiojo universitetas,
Žemės ūkio akademija,
Studentų g. 11,
53361 Akademija,
Kauno r., Lietuva
El. paštas: jaune.blazyte@vdu.lt;
nijole.vaitkeviciene@vdu.lt

Darbo tikslas – ištirti ir palyginti biologiškai aktyvių junginių, sausųjų medžiagų ir tirpių sausųjų medžiagų kiekius Lietuvos klimato sąlygomis užaugintų skirtingų veislių kriaušių vaisių luobelėje ir minkštyme. Tirti keturių skirtingų veislių ('Alna', 'Kseną', 'Aleksandr Lucas', 'Beloruskaja pozdniaja') kriaušių vaisiai, užauginti versliniame sode Joniškių rajone. Tyrimas buvo atliktas 2020 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijoje.

Kriaušių vaisių minkštyme ir luobelėje standartiniais metodais nustatytas sausųjų medžiagų, vitamino C, tirpių sausųjų medžiagų ir ląstelienos kiekiai. Bendras fenolinių junginių kiekis nustatytas spektrofotometriniu metodu, naudojant Folin-Ciocalteu reagentą.

Tyrimų rezultatai parodė, kad daugiausia tirpių sausųjų medžiagų sukauptė 'Alna' kriaušių vaisių minkštymas (14,25 % n. m.), o daugiausia fenolinių junginių – šios veislės kriaušių vaisių luobelė (1290,99 mg 100 g⁻¹ s. m.). Iš esmės daugiausia sausųjų medžiagų nustatyta 'Aleksandr Lucas' kriaušių vaisių luobelėje (24,67 %). 'Aleksandr Lucas' ir 'Beloruskaja pozdniaja' kriaušių vaisių luobelės pasižymėjo didžiausiu vitamino C kiekiu, atitinkamai 2,70 ir 2,63 mg 100 g⁻¹ n. m., o didžiausi ląstelienos kiekiai nustatyti 'Kseną' veislės kriaušių vaisių luobelėje (36,12 % s. m.). Skirtingos kriaušių vaisių dalys sukauptė skirtingus kiekius tirtų junginių. Iš esmės didžiausi sausųjų medžiagų, vitamino C, fenolinių junginių ir ląstelienos kiekiai buvo kriaušių vaisių luobelėje, o didžiausias tirpių sausųjų medžiagų kiekis – kriaušių vaisių minkštyme.

Raktažodžiai: kriaušių luobelė, kriaušių minkštymas, fenoliniai junginiai, ląsteliena

ĮVADAS

Vaisiai ir jų produktai yra svarbi žmonių mitybos raciono dalis, nes juose gausu vitaminų, mineralų, biologiškai aktyvių medžiagų, ląstelienos ir kitų maistinių medžiagų (Li et al., 2016). Kriaušės – plačiai žmogaus maistui vartojami vaisiai (Wolko et al., 2010). Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacijos duomenimis, 2019 m. pasaulyje buvo užauginta 22,7 mln. tonų kriaušių (FAO, 2020). Kriaušių vaisiai paprastai vartojami švieži, kepti ir džiovinti

(Jaqueline da Silva et al., 2018), dažnai būna perdirbtuose produktuose: gėrimuose, saldiniuose, uogienėse ir džemuose (Li et al., 2014).

Šie vaisiai yra angliavandenių šaltinis. Kriaušėse esančius sacharidus sudaro apie 54 % fruktozės, 18 % sorbitolio, 15 % sacharozės ir 13 % gliukozės (Abacı et al., 2015). Taip pat kriaušėse aptinkama daugiau skaidulinių medžiagų, palyginti su kitais vaisiais. M. J. Barroca ir kt. (2006) teigimu, kriaušių vaisiuose ląstelienos kiekis svyruoja nuo 11,7 iki 15,3 % s. m. Didžiausią skaidulinių medžiagų

dalį sudaro celiuliozė ir ligninas, atitinkamai 34,5 ir 33,5 % (Nawirska, Kwasniewska, 2005). Todėl kriausių vaisiuose esantys natūralūs cukrūs ir dideli kiekiai skaidulinių medžiagų yra svarbūs žmonių organizmui mažinant cukrinio diabeto bei nutukimo riziką (Abaci et al., 2015).

Kriaušėse yra ir kitų svarbių maistinių medžiagų, tokių kaip vitaminų (A, B1, B2, B3, C) ir fenolinių junginių (Silva et al., 2014; Abaci et al., 2015). M. U. Mahammado ir kt. (2010) teigimu, kriaušės yra svarbus vitamino C šaltinis. Šio vitamino kiekis kriaušėse svyruoja nuo 0,77 iki 10,2 mg 100 g⁻¹ (Abaci et al., 2015; Durić et al., 2015). H. Reilandas ir J. Slavinas (2015) nustatė, kad kriausių vaisių luobelėse yra aptinkami didesni vitamino C kiekiai nei minkštyme. Vitaminas C, arba askorbo rūgštis, yra svarbus antioksidantas žmogaus organizmui, mažinantis širdies ligų ir kai kurių rūšių vėžio riziką, stabdantis senėjimo procesus. Askorbo rūgšties kiekiui vaisiuose įtakos gali turėti įvairūs veiksniai, pavyzdžiui, veislė, klimato sąlygos, derliaus nuėmimo laikas, laikymo sąlygos ar perdirbimo technologijos (Galvis Sanchez et al., 2003).

Vieni svarbiausių kriausių vaisiuose kaupiamų biologiškai aktyvių junginių yra fenoliniai junginiai (Dai, Mumper, 2010). Įrodyta, kad šie junginiai turi antioksidacinį, antimutageninį, antikancerogeninį, antibakterinį ir antigrybinį poveikį. Dažniausiai didesni fenolinių junginių kiekiai yra vaisių luobelėje nei minkštyme. Literatūros duomenimis, bendras fenolinių junginių kiekis kriausių minkštyme gali svyruoti nuo 10 iki 860 mg 100 g⁻¹ n. m., o luobelėse – nuo 160 iki 4 040 mg 100 g⁻¹ n. m. (Brahem et al., 2017).

Pastaraisiais metais mokslininkai daug dėmesio skiria įvairių maistinių medžiagų kriausių vaisiuose su luobele tyrimams (Li et al., 2014), tačiau mažiau dėmesio tenka luobelių maistinei vertei, jos perdirbimo metu dažniausiai virsta atliekomis. Vienas iš naudingiausių vaisių atliekų panaudojimo būdų yra bioaktyvių junginių, tokių kaip fenoliniai junginiai, išgavimas ir jų panaudojimas maisto, farmacijos ir kosmetikos pramonėje (Deng et al., 2012). Vaisių luobelės, kuriose gausu vitaminų ir fenolinių junginių, dėl savo antioksidacinių savybių gali būti naudojamos maisto papildų bei vaistų gamyboje (Deng et al., 2012; Suleria et al., 2020), o luobelėse esančios skaidulos – maisto produktų papildymui skaidulomis, taip pat kaip tirštikliai ir standikliai maisto produktų gamyboje (Kumar et al., 2018).

Lietuvos klimato sąlygomis auginamų kriausių vaisių biocheminės sudėties tyrimų yra atlikta labai mažai. Šis tyrimas suteiks naujos informacijos apie kriausių vaisių luobelėse esančius biologiškai aktyvių junginių, tirpių sausųjų medžiagų ir ląstelienos kiekius. Norėtusi, kad jos būtų panaudotos maisto pramonėje kuriant funkcinis maisto produktus, kad sumažėtų atliekų kiekiai. Šio darbo tikslas – iširti ir palyginti biologiškai aktyvių junginių, sausųjų medžiagų ir tirpių sausųjų medžiagų kiekius Lietuvos klimato sąlygomis užaugintų skirtingų veislių kriausių vaisių luobelėje ir minkštyme.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimas buvo atliktas 2020 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijoje. Tirti Lietuvos klimato sąlygomis užauginti keturių skirtingų vėlyvų rudeninių kriausių veislių ('Alna', 'Kseną', 'Aleksandr Lucas', 'Beloruskaja pozdniaja') vaisiai. Kriaušės buvo užaugintos versliniame sode Joniškio rajone, Lietuvoje. Geografinės lauko koordinatės: 56°34'35,2" šiaurės platumos ir 23°30'59,5" rytų ilgumos. Kriausių vaisiai nuskinti rugsėjo mėn. pabaigoje, laikyti saugyklose 5–6 °C temperatūroje esant 85–90 % santykiniam oro drėgnumui. Kriausių vaisiai įsigyti ir tirti spalio mėn. antroje pusėje.

Laboratoriniams kriausių vaisių kokybės tyrimams iš kiekvienos kriausių veislės atsitiktine tvarka buvo atrinkta 4 kg vaisių mėginių. Tirtas vaisių minkštymas ir luobelė. Kriausių vaisių luobelės buvo nulupamos rankiniu būdu (0,5–1,0 mm storio). Visos cheminės analizės atliktos trimis pakartojimais.

Tirtų veislių kriausių vaisių minkštymo ir luobelės normalioje medžiagoje (n. m.) standartiniais metodais buvo nustatyta:

- sausųjų medžiagų kiekis (%) – džiovinant mėginį 105 °C temperatūroje iki nekintančios masės (LST ISO 751:2000);
- tirpių sausųjų medžiagų kiekis (%) – refraktometriniu metodu, naudojant skaitmeninį refraktometrą Atago (Japonija) (LST ISO 2173:2004);
- vitamino C kiekis (mg 100 g⁻¹) – Murio metodu, titruojant 2,6-dichlorfenolindofenolio natrio druskos tirpalu (Tilmanso reagentu) (LST ISO 6557-2:2000). 5 g mėginio užpilta 20 ml oksalo rūgšties. Po to įpilta 5 ml 10 % švino acetato baltymams nusodinti, išmaišyta, viskas supilta į 100 ml talpos kolbutę ir įpilta oksalo rūgšties iki brūkšnio. Kolbutės turinys išmaišytas ir paliktas 10 min. stovėti.

Po to į tris stiklinaites įpilta po 10 ml nefiltruoto ekstrakto ir titruota 0,001 N Tilmanso reagentu iki rožinės spalvos;

- bendras fenolinių junginių kiekis ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) – spektrofotometriu metodu, naudojant Folin-Ciocalteu reagentą (Singleton et al., 1999). 4 g mėginio užpilta 10 ml 75 % (v/v) etanolio tirpalu ir ekstrahuota 1 val. Po ekstrakcijos mėginiai centrifuguoti 10 min., vėliau nufiltruoti. 0,2 ml tiriamo ekstrakto skiesta 5 ml distiliuoto vandens, sumaišyta su 0,2 ml darbinio Folin-Ciocalteu reagento ir po 6 min. įpilta 1 ml 20 % natrio karbonato tirpalo. Gautas tirpalas laikytas tamsioje vietoje kambario temperatūroje 30 min. Spektrofotometru (Spectro UV-VIS DOUBLE BEAM UVD-3200, Labomed Inc., USA) išmatuota tiriamo mėginio absorbcija esant 765 nm bangos ilgiui. Matuota pagal paruoštą galo rūgšties kalibracinę kreivę. Bendras fenolinių junginių kiekis išreikštas galo rūgšties ekvivalentais (GAE) naudojant formulę:

$$\text{GAE} = c \cdot V/m \text{ (mg g}^{-1}\text{);} \quad (1)$$

c – galo rūgšties koncentracija (mg ml^{-1}), nustatyta iš kalibracinės kreivės, V – ekstrakto tūris (ml), g – pasvertas žaliavos kiekis (g).

Gauti fenolinių junginių kiekio rezultatai normalioje medžiagoje buvo perskaičiuoti į sausą medžiagą.

Tirtų veislių kriaušių vaisių minkštimo ir luobelės sausoje medžiagoje (s. m.) standartiniais metodais buvo nustatytas ląstelienos kiekis (%) –

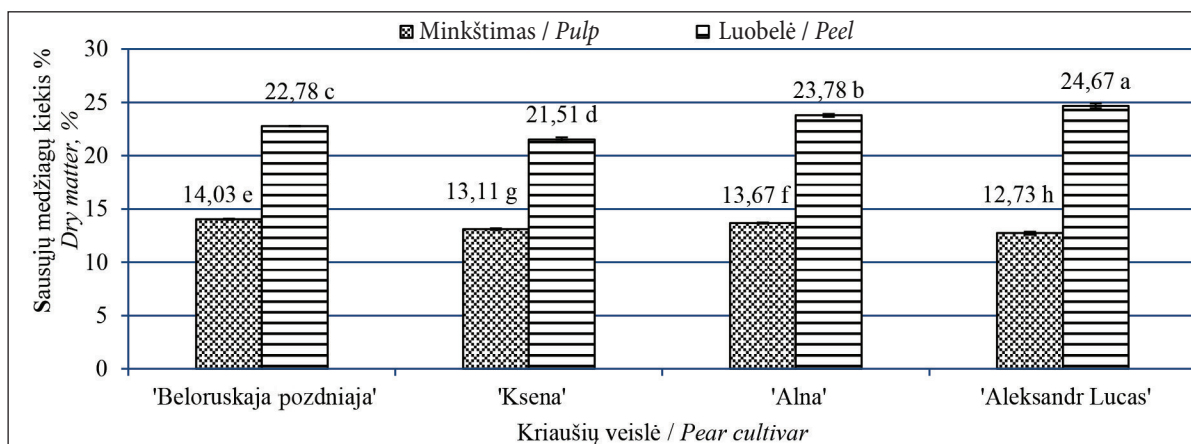
Henebergo–Štomano metodu (Methodenbuch – VDLUFA, 1983–1999).

Tyrimų duomenys statistškai apdoroti dviejų veiksmų dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTIKA (STATISTICA 10) (Sakalauskas, 2003). Apskaičiuoti bandymų aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Skirtumų tarp vidurkių statistinis patikimumas įvertintas Fišerio LSD testu ($p \leq 0,05$). Ryšio tarp kintamųjų pobūdžiui ir stiprumui nustatyti atlikta koreliacinė-regresinė analizė.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Sausųjų medžiagų kiekis. Sausųjų medžiagų kiekis vaisiuose yra svarbus kokybės rodiklis, kuriuo remiantis galima nusakyti vaisiaus subrendimą ir kietumą (Goke et al., 2018). A. Goke ir kt. (2020) teigimu, sausųjų medžiagų kaupimasis vaisiuose priklauso nuo veislės savybių, auginimo ir laikymo sąlygų. Mūsų eksperimento duomenimis, iš esmės daugiausia sausųjų medžiagų nustatyta 'Aleksandr Lucas' (24,67 %) veislės kriaušių vaisių luobelėje, o mažiausia – 'Aleksandr Lucas' (12,73 %) veislės kriaušių vaisių minkštyme (1 pav.).

Analizuojant tyrimo rezultatus galima teigti, kad daugiau sausųjų medžiagų sukaupė visų tirtų veislių kriaušių vaisių luobelė nei minkštymas. 'Beloruskaja pozdniaja' ir 'Ksena' veislių kriaušių vaisių luobelėje šių medžiagų buvo 1,6 karto, 'Alna' – 1,7 karto, 'Aleksandr Lucas' – 1,9 karto daugiau nei minkštyme. Panašius sausųjų medžiagų kiekius kriaušių



1 pav. Sausųjų medžiagų kiekis kriaušių vaisių minkštyme ir luobelėje, % n. m.

Fig. 1. The amount of dry matter in the pulp and peel of pear fruit, % f. w.

Pastaba: esminiai skirtumai ($p \leq 0,05$) tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...).

Note: significant differences ($p \leq 0.05$) between averages in columns are marked by different letters (a, b, ...).

vaisiuose aptiko ir kiti tyrėjai. Lenkijos mokslininkų atlikti tyrimai parodė, kad sausųjų medžiagų kiekis kriaušių vaisių luobelėje svyravo nuo 22,70 % ('Williams') iki 27,70 % ('Beurre Alexander Lucas'), o minkštyme – nuo 13,50 % ('Doyenne du Comice') iki 18,50 % ('Beurre Alexander Lucas') (Kiczorowska, Kiczorowski, 2011).

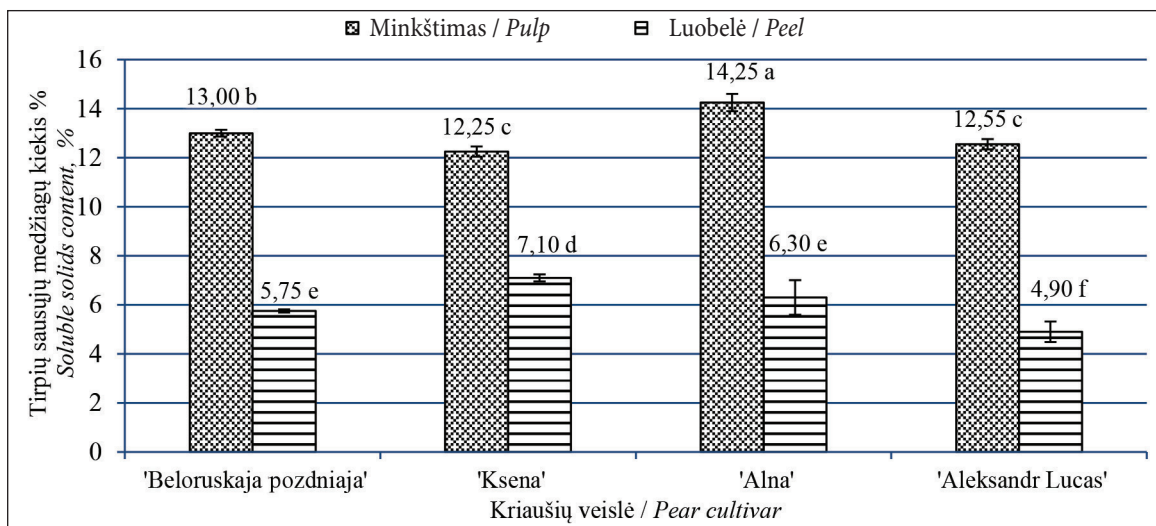
Tirpių sausųjų medžiagų kiekis. Tirpių sausųjų medžiagų kiekis yra vienas svarbiausių vaisių kokybės rodiklių (Yang et al., 2020), nusakantis vaisiaus brandą, derliaus nuėmimo laiką ir kriaušių kokybę nuėmus derlių (Li et al., 2016). Taip pat šis kokybės rodiklis nurodo vaisių saldumą, nes 85 % tirpių sausųjų medžiagų kiekio sudaro vandenyje tirpūs cukrūs (sacharozė, fruktozė ir gliukozė) (Passos et al., 2019).

Kriaušių vaisių minkštyme tirpių sausųjų medžiagų kiekis svyravo nuo 12,25 iki 14,25 %, o luobelėje – nuo 4,90 iki 7,10 %. Lyginant tirpių sausųjų medžiagų kiekį kriaušių vaisių minkštyme ir luobelėje nustatyta, kad iš esmės didesniu šių medžiagų kiekiu pasižymėjo tirtų veislių kriaušių vaisių minkštymas (2 pav.).

'Alna' kriaušių vaisių minkštymas pasižymėjo iš esmės didžiausiu (14,25 %) tirpių sausųjų medžiagų kiekiu. A. Öztürk ir kt. (2015) mokslininkai tyrė 17 kriaušių veislių vaisius, užaugintus Turkijoje. Tyrimai parodė, kad tirpių sausųjų medžiagų kiekiai kriaušių vaisių minkštyme buvo mažesni, nei mūsų tyrimo metu gauti rezultatai, ir vidutinis jų kiekis

siekė 11,70 %, o luobelėje šių medžiagų kiekis buvo didesnis – 10,40 %. Tokius tirpių sausųjų medžiagų kiekių skirtumus galėjo lemti skirtingas vaisių derliaus nuėmimo laikas, branda, auginimo sezonas ir veislė (Wawrzynczak et al., 2006; Ozturk et al., 2009; Konopacka et al., 2014). A. Wawrzynczakas ir kt. (2006) nustatė, kad tirpių sausųjų medžiagų kiekiai tirtuose skirtingų kriaušių veislių ('Alexander Lukas', 'Amfora', 'Delbuena', 'Delmoip', 'Erica' ir 'Nojabrska') vaisiuose, užaugintuose Lenkijoje, svyravo nuo 12,07 iki 14,40 %.

Vitamino C kiekis. Atlikus vitamino C kiekio tyrimus skirtingų veislių kriaušių vaisiuose nustatyta, kad didesni vitamino C kiekiai buvo kriaušių vaisių luobelėje (3 pav.). Didžiausi vitamino C kiekiai nustatyti 'Aleksandr Lucas' (2,70 mg 100 g⁻¹), 'Beloruskaja pozdniaja' (2,63 mg 100 g⁻¹) ir 'Alna' (2,53 mg 100 g⁻¹) kriaušių vaisių luobelėje, o mažiausi – 'Alna' (1,66 mg 100 g⁻¹) ir 'Kseną' (1,80 mg 100 g⁻¹) kriaušių vaisių minkštyme. Kitų mokslininkų nustatyti vitamino C kiekiai tirtuose kriaušių vaisiuose labai skiriasi, nes šio vitamino kiekis priklauso nuo kriaušių veislės, auginimo vietos ir t. t. A. C. Galvis Sanchezas ir kt. (2003) ištyrė šešių skirtingų veislių kriaušių vaisius, užaugintus Pietų Amerikoje. Jų atliktame tyrime vitamino C kiekis kriaušių vaisių luobelėje svyravo nuo 11,60 mg 100 g⁻¹ ('Coscia') iki 22,80 mg 100 g⁻¹ ('Forelle'), o minkštyme – nuo 2,80 mg 100 g⁻¹ ('Bosc') iki 5,30 mg 100 g⁻¹ ('Forelle'). Europoje užaugintų

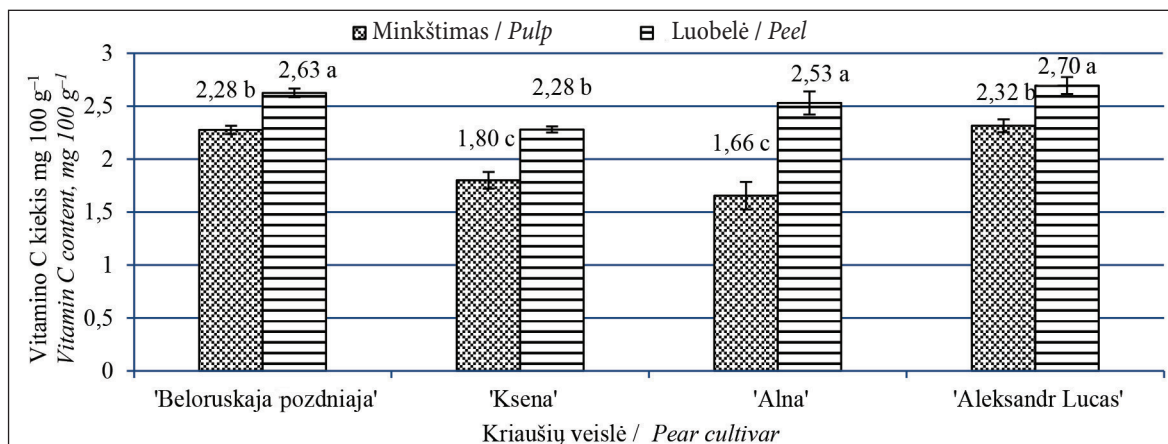


2 pav. Tirpių sausųjų medžiagų kiekis kriaušių vaisių minkštyme ir luobelėje, % n. m.

Fig. 2. The amount of soluble solids in the pulp and peel of pear fruit, % f. w.

Pastaba: esminiai skirtumai ($p \leq 0,05$) tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...).

Note: significant differences ($p \leq 0.05$) between averages in columns are marked by different letters (a, b, ...).



3 pav. Vitamino C kiekis kriaušių vaisių minkštyme ir luobelėje, mg 100 g⁻¹ n. m.

Fig. 3. The amount of vitamin C in the pulp and peel of pear fruit, mg 100 g⁻¹ f. w.

Pastaba: esminiai skirtumai ($p \leq 0,05$) tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...).

Note: significant differences ($p \leq 0.05$) between averages in columns are marked by different letters (a, b, ...).

kriaušių vaisių luobelėje ir minkštyme esantys vitamino C kiekiai yra panašūs į mūsų gautus rezultatus. Vidutinis šio vitamino kiekis kriaušių vaisių luobelėje buvo nuo 5,1 mg 100 g⁻¹ ('Williams') iki 8,4 mg 100 g⁻¹ ('Beurre Alexander Lucas'), o minkštyme – nuo 5,0 mg 100 g⁻¹ ('Williams') iki 8,0 mg 100 g⁻¹ ('Beurre Alexander Lucas') (Kiczorowska, Kiczorowski, 2011).

Atlikus koreliacinę-regresinę analizę nustatyta teigiama koreliacija tarp vitamino C ir sausųjų medžiagų kiekio ($r = 0,764$, $p < 0,05$). Tai leidžia teigti, kad kriaušių vaisiuose didėjant sausųjų medžiagų kiekiui daugėja ir vitamino C. Tarp vitamino C ir tirpių sausųjų medžiagų buvo nustatyta vidutinio stiprumo neigiama koreliacija ($r = -0,616$, $p < 0,05$).

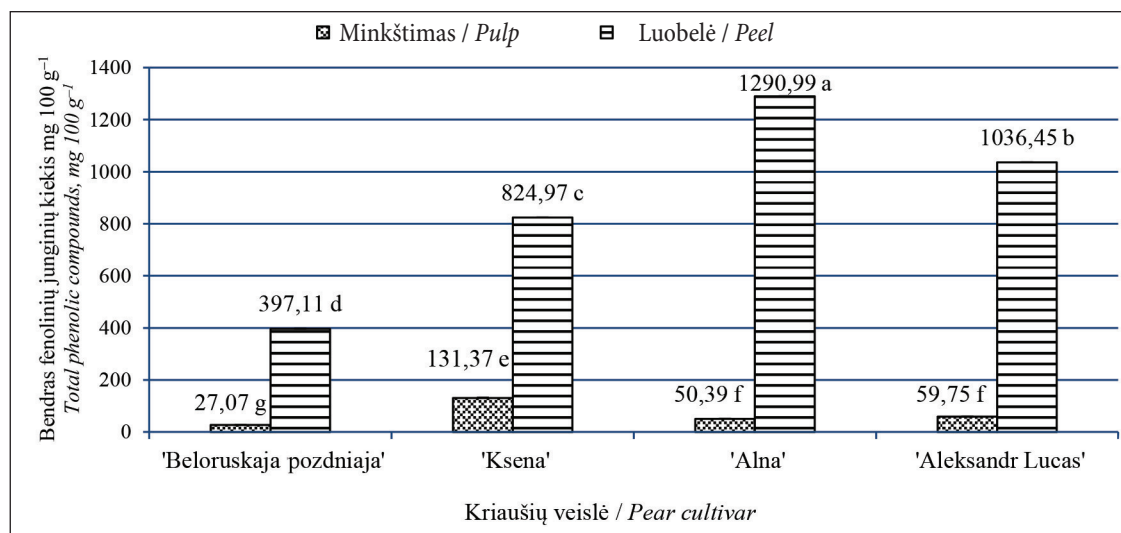
Bendras fenolinių junginių kiekis. Vieni svarbiausių kriaušių vaisiuose kaupiamų biologiškai aktyvių junginių, pasižyminčių įvairiu biologiniu poveikiu, yra fenoliniai junginiai (Dai, Mumper, 2010). Dažniausiai didesni fenolinių junginių kiekiai yra aptinkami vaisių luobelėje nei minkštyme (Brahem et al., 2017).

Lyginant bendrą fenolinių junginių kiekį kriaušių vaisių luobelėje ir minkštyme nustatyta, kad didesniais šio junginio kiekiais pasižymėjo tirtų veislių kriaušių vaisių luobelės (4 pav.). 'Ksená' vaisių luobelėje bendras fenolinių junginių kiekis buvo 6,3 karto, 'Beloruskaja pozdniaja' – 14,7 karto, 'Aleksandr Lucas' – 17,3 karto, 'Alna' – 25,6 karto didesnis nei minkštyme. Iš esmės didžiausias šio junginio kiekis nustatytas 'Alna' kriaušių vaisių luobelėje (1 290,99 mg 100 g⁻¹), o mažiausias – 'Beloruskaja

pozdniaja' (27,07 mg 100 g⁻¹) kriaušių vaisių minkštyme.

X. Li ir kt. (2014) nustatė panašius fenolinių junginių kiekius kriaušių vaisių luobelėje, kurie svyravo nuo 263,6 mg 100 g⁻¹ s. m. iki 1121,5 mg 100 g⁻¹ s. m., o minkštyme kiek didesnius – nuo 15,1 mg 100 g⁻¹ s. m. iki 345,5 mg 100 g⁻¹ s. m. (Li et al., 2014). Turkijos mokslininkų atliktame tyrime nustatytas didesnis fenolinių junginių kiekis kriaušių vaisių minkštyme, jis svyravo nuo 286,5 mg 100 g⁻¹ s. m. ('Flemish Beauty') iki 649,5 mg 100 g⁻¹ s. m. ('Grand Champion'), tačiau šių junginių kiekiai luobelėje buvo mažesni (nuo 334,6 mg 100 g⁻¹ s. m. ('Flemish Beauty') iki 824,8 mg 100 g⁻¹ s. m. ('Triomphe de Vienne')), palyginti su mūsų tyrimo rezultatais (Ozturk et al., 2015). M. Manzooro ir kt. (2013) atlikto tyrimo duomenimis, bendras fenolinių junginių kiekis Pakistane užaugintų kriaušių vaisių minkštyme buvo nuo 333,90 mg 100 g⁻¹ s. m. iki 355,80 mg 100 g⁻¹ s. m., o luobelėje – nuo 601,50 mg 100 g⁻¹ s. m. iki 619,80 mg 100 g⁻¹ s. m. Pagrindinės priežastys, lėmusios fenolinių junginių kiekio skirtumus kriaušių vaisiuose, gali būti taikyti skirtingi šių junginių ekstrahavimo ir analizės metodai. Be to, šių biologiškai aktyvių junginių kiekis kriaušių vaisiuose priklauso nuo įvairių veiksnių: auginimo vietos ir sąlygų; klimato sąlygų; veislės (Li et al., 2014; Kolniak-Ostek et al., 2020).

Atlikus koreliacinę-regresinę analizę nustatyta teigiama koreliacija tarp bendro fenolinių junginių kiekio ir vitamino C bei sausųjų medžiagų (atitinkamai $r = 0,620$, $r = 0,893$, $p < 0,05$). Tačiau bendras



4 pav. Bendras fenolinių junginių kiekis kriaušių vaisių minkštyme ir luobelėje, mg 100 g⁻¹ s. m.

Fig. 4. The amount of total phenolic compounds in the pulp and peel of pear fruit, mg 100 g⁻¹ d. m.

Pastaba: esminiai skirtumai ($p \leq 0,05$) tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...).

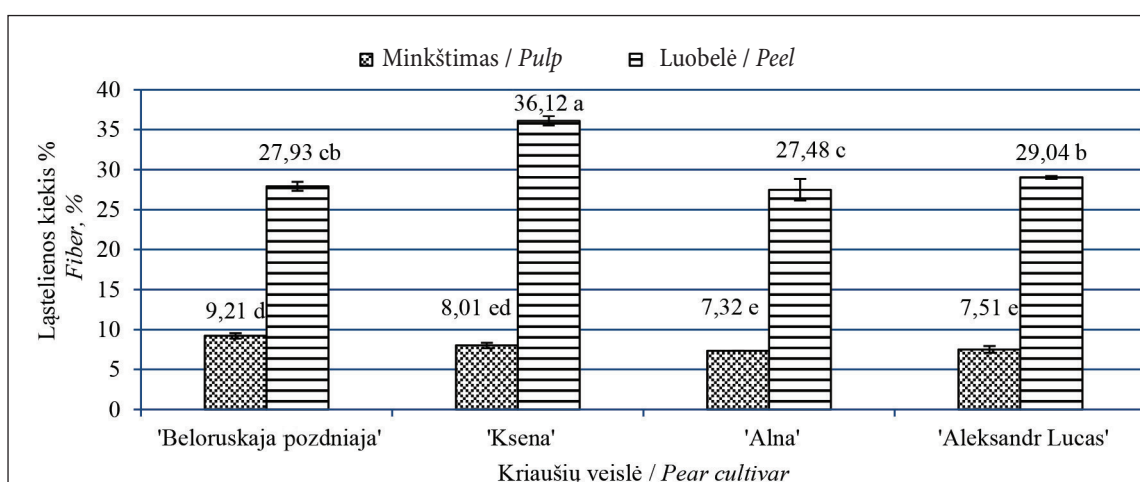
Note: significant differences ($p \leq 0.05$) between averages in columns are marked by different letters (a, b, ...).

fenolinių junginių kiekis neigiamai koreliavo su tirpių sausųjų medžiagų kiekiu ($r = -0,850$, $p < 0,05$). Z. T. Abaci ir kt. (2015) taip pat nustatė, kad bendras fenolinių junginių kiekis kriaušių vaisiuose teigiamai koreliavo su vitamino C kiekiu, bet neigiamai – su tirpių sausųjų medžiagų kiekiu.

Ląstelių kiekis. Maistinės skaidulos arba ląsteliena – augalinės kilmės organiniai junginiai, kurių neskaldo arba beveik neskaldo žmogaus virškinamojo trakto fermentai (Dhingra et al., 2012).

J. L. Slavinas ir B. Lloydas (2012) teigia, kad, palyginti su kitais vaisiais, kriaušėse aptinkama daugiau skaidulinių medžiagų. Maistinės skaidulos turi didelės įtakos žmogaus sveikatai. Jos mažina širdies ligų, cukrinio diabeto, nutukimo ir kai kurių vėžio formų riziką, gerina žarnyno veiklą (Elleuch et al., 2011).

Analizuojant tyrimo rezultatus paaiškėjo, kad iš esmės daugiau ląstelių buvo sukaupta visų tirtų veislių kriaušių vaisių luobelėje nei minkštyme (5 pav.). 'Beloruskaja pozdniaja' veislių kriaušių vaisių



5 pav. Ląstelių kiekis kriaušių vaisių minkštyme ir luobelėje, % s. m.

Fig. 5. The amount of dietary fiber in the pulp and peel of pear fruit, % d. m.

Pastaba: esminiai skirtumai ($p \leq 0,05$) tarp vidurkių stulpeliuose pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...).

Note: significant differences ($p \leq 0.05$) between averages in columns are marked by different letters (a, b, ...).

luobelėje jos buvo apie tris kartus, 'Alna' ir 'Aleksandr Lucas' – apie keturis kartus, 'Ksena' – apie penkis kartus daugiau nei minkštyme. 'Ksena' vaisių luobelė išsiskyrė didžiausiu ląstelienos kiekiu (36,12 %).

Portugalijos mokslininkų atliktas tyrimas parodė, kad ląstelienos kiekis kriaušių vaisiuose su luobelė svyravo nuo 11,7 iki 15,3 % s. m. (Barroca et al., 2006).

IŠVADOS

1. Iš esmės didžiausi sausųjų medžiagų kiekiai nustatyti 'Aleksandr Lucas' kriaušių vaisių luobelėje (24,67 %), didžiausi bendri fenolinių junginių kiekiai – 'Alna' vaisių luobelėje (1 290,99 mg 100 g⁻¹), o didžiausi ląstelienos kiekiai – 'Ksena' vaisių luobelėje (36,12 % s. m.). 'Alna' kriaušių vaisių minkštyme buvo daugiausia tirpių sausųjų medžiagų (14,25 %).

2. Didžiausi sausųjų medžiagų, vitamino C, fenolinių junginių ir ląstelienos kiekiai nustatyti kriaušių vaisių luobelėje, o didžiausias tirpių sausųjų medžiagų kiekis – kriaušių vaisių minkštyme.

3. Apibendrinant galima teigti, kad tirtų kriaušių veislių luobelės (ypač 'Alna' ir 'Ksena') gali būti naudojamos funkcionaliesiems produktams kurti ir jų funkcionalumui didinti.

Gauta 2021 02 10
Priimta 2021 07 30

LITERATŪRA

1. Abaci Z. T., Sevindik E., Ayvaz M. 2015. Comparative study of bioactive components in pear genotypes from Ardahan/Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. Vol. 30. No. 1. P. 1–8.
2. Barroca M. J., Guiné R. P. F., Pinto A., Gonçalves F. M., Ferreira D. M. S. 2006. Chemical and microbiological characterization of Portuguese varieties of pears. *Food and Bioproducts Processing*. Vol. 84(C2). P. 109–113.
3. Brahem M., Renard C. M. G. C., Eder S., Loonis M., Ouni R., Mars M., Le Bourvellec C. 2017. Characterization and quantification of fruit phenolic compounds of European and Tunisian pear cultivars. *Food Research International*. Vol. 95. P. 125–133.
4. Dai J., Mumper R. J. 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*. Vol. 15. P. 7313–7352.
5. Deng G. F., Shen C., Xu X. R., Kuang R. D., Guo Y. J., Zeng L. S., Gao L. L., Lin X., Xie J. F., Xia E. Q., Li S., Wu S., Chen F., Ling W. H., Li H. B. 2012. Potential of fruit wastes as natural resources of bioactive com-

- pounds. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 13. P. 8308–8323.
6. Dhingra D., Michael M., Rajput H., Patil R. T. 2012. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 49. No. 3. P. 255–266.
 7. Đurić G., Žabić M., Rodić M., Stanivuković S., Bosančić B., Pašalić B. 2015. Biochemical and pomological assessment of European pear accessions from Bosnia and Herzegovina. *Horticultural Science*. Vol. 42. No. 4. P. 176–184.
 8. Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*. Vol. 124. P. 411–421.
 9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. *Food and Agriculture Data. Countries Production of Pears*. Prieiga per internetą: http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity
 10. Galvis Sánchez A. C., Gil-Izquierdo A., Gil I. M. 2003. Comparative study of six pear cultivars in terms of their phenolic and vitamin C contents and antioxidant capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 83. No. 10. P. 995–1003.
 11. Goke A., Serra S., Musacchi S. 2018. Postharvest dry matter and soluble solids content prediction in d'Anjou and Bartlett pear using near-infrared spectroscopy. *Hortscience*. Vol. 53. No. 5. P. 669–680.
 12. Goke A., Serra S., Musacchi S. 2020. Manipulation of fruit dry matter via seasonal pruning and its relationship to d'Anjou pear yield and fruit quality. *Agronomy*. Vol. 10. No. 897. P. 1–23.
 13. Jaqueline Da Silva G., Souza T. M., Barbieri R. L., Oliveira A. C. 2014. Origin, domestication, and dispersing of pear (*Pyrus* spp.). *Advances in Agriculture*. Vol. 2014. No. 1. P. 1–8.
 14. Jovanovic-Malinovska R., Kuzmanova S., Winkelhausen E. 2014. Oligosaccharide profile in fruits and vegetables as sources of prebiotics and functional foods. *International Journal of Food Properties*. Vol. 17. P. 949–965.
 15. Kiczorowska B., Kiczorowski P. 2011. Comparison of basic chemical and mineral composition in edible parts of chosen pear cultivars produced in Podkarpackie province. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*. Vol. 10. No. 4. P. 153–169.
 16. Kolniak-Ostek J., Kłopotowska D., Rutkowski K. P., Skorupińska A., Kruczyńska D. E. 2020. Bioactive compounds and health-promoting properties of pear (*Pyrus communis* L.) fruits. *Molecules*. Vol. 25. No. 19. P. 1–18.
 17. Konopacka D., Rutkowski K. P., Kruczynska D. E., Skorupinska A., Płocharski W. 2014. Quality potential of some new pear cultivars – How to obtain

- fruit of the best sensory characteristics? *Journal of Horticultural Research*. Vol. 22. No. 2. P. 71–84.
18. Kumar V., Sharma V., Singh L. 2018. Pectin from fruit peels and its uses as pharmaceutical and food grade: a descriptive review. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. Vol. 5. No. 5. P. 185–199.
 19. Li X., Wang T., Gao W. 2016. Nutritional composition of pear cultivars (*Pyrus* spp.). In: *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Academic Press. P. 573–608.
 20. Li X., Wang T., Zhou B., Gao W., Cao J., Huang L. 2014. Chemical composition and antioxidant and anti-inflammatory potential of peels and flesh from 10 different pear varieties (*Pyrus* spp.). *Food Chemistry*. Vol. 152. P. 531–538.
 21. LST ISO 2173:2004. *Vaisių ir daržovių gaminiai. Tirpių sausųjų medžiagų nustatymas. Refraktometrinis metodas*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas.
 22. LST ISO 6557-2:2000. *Vaisių ir daržovių gaminiai. Askorbo rūgšties kiekio nustatymas, 2 dalis. Įprastiniai metodai*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas.
 23. LST ISO 751:2000. *Vaisių ir daržovių gaminiai. Vandenyje netirpių sausųjų medžiagų nustatymas*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas.
 24. Mahammad M. U., Kamba A. S., Abubakar L., Bagna E. A. 2010. Nutritional composition of pear fruits (*Pyrus communis*). *African Journal of Food Science and Technology*. Vol. 1. No. 3. P. 076–081.
 25. Manzoor M., Anwar F., Bhatti I. A., Jamil A. 2013. Variation of phenolics and antioxidant activity between peel and pulp parts of pear (*Pyrus communis* L.) fruit. *Pakistan Journal of Botany*. Vol. 45. No. 5. P. 1521–1525.
 26. *Methodenbuch – Vdlufa, 1983–1999. Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*. Verlag-Darmstadt. P. 1313.
 27. Nawirska A., Kwasniewska M. 2005. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*. Vol. 91. P. 221–225.
 28. Öztürk A., Demirsoy L., Demirsoy H., Asan A., Gül O. 2015. Phenolic compounds and chemical characteristics of pears (*Pyrus Communis* L.). *International Journal of Food Properties*. Vol. 18. P. 536–546.
 29. Ozturk A., Demirsoy L., Demirsoy H., Ozturk S. 2015. Quality characteristics and phenolic compounds of European pear cultivars. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. Vol. 12. No. 5. P. 63–69.
 30. Ozturk I., Ercisli S., Kalkan F., Demir B. 2009. Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 8. No. 4. P. 687–693.
 31. Passos D., Rodrigues D., Cavaco A. M., Antunes M. D., Guerra R. 2019. Non-destructive soluble solids content determination for ‘Rocha’ pear based on VIS-SWNIR spectroscopy under ‘Real World’ sorting facility conditions. *Sensors*. Vol. 19. No. 5165. P. 1–22.
 32. Reiland H., Slavin J. 2015. Systematic review of pears and health. *Food and Nutrition*. Vol. 50. No. 6. P. 301–305.
 33. Sakalauskas V. 2003. *Duomenų analizė su STATISTIKA*. Vilnius: Margi raštai. 235 p.
 34. Silva G. J., Souza T. M., Barbieri R. L., Oliveira A. C. 2014. Origin, domestication, and dispersing of pear (*Pyrus* spp.). *Advances in Agriculture*. Vol. 2014. No. 1. P. 1–8.
 35. Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. Vol. 299. P. 152–178.
 36. Slavin J. L., Lloyd B. 2012. Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*. Vol. 3. No. 4. P. 506–516.
 37. Suleria H. A. R., Barrow C. J., Dunshea F. R. 2020. Screening and characterization of phenolic compounds and their antioxidant capacity in different fruit peels. *Foods*. Vol. 9. No. 1206. P. 1–26.
 38. Wawrzynczak A., Rutkowski K. P., Kruczynska D. 2006. Changes in fruit quality in pears during CA storage. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. Vol. 14. P. 77–84.
 39. Wolko Ł., Antkowiak W., Lenartowicz E., Bocianowski J. 2010. Genetic diversity of European pear cultivars (*Pyrus communis* L.) and wild pear (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) inferred from microsatellite markers analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution*. Vol. 57. P. 801–806.
 40. Yang B., Gao Y., Yan Q., Qi L., Zhu Y., Wang B. 2020. Estimation method of soluble solid content in peach based on deep features of hyperspectral imagery. *Sensors*. Vol. 20. No. 5021. P. 1–12.
 41. Yim S. H., Nam S. H. 2016. Physicochemical, nutritional and functional characterization of 10 different pear cultivars (*Pyrus* spp.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*. Vol. 89. P. 73–81.

Jaunė Blažytė, Nijolė Vaitkevičienė

CONTENTS OF DRY MATTER, SOLUBLE SOLIDS, VITAMIN C AND PHENOLIC COMPOUNDS IN THE PULP AND PEEL OF DIFFERENT CULTIVARS OF PEAR FRUITS

S u m m a r y

The aim of this work was to investigate and compare the amounts of biologically active compounds, dry matter and soluble solids in pulp and peels of four pear cultivars ('Ksená', 'Beloruskaja pozdniaja', 'Alna' and 'Aleksandr Lucas'). The research was carried out at Vytautas Magnus University Agriculture Academy (Lithuania) in 2020. Four pear cultivars ('Ksená', 'Beloruskaja pozdniaja', 'Alna' and 'Aleksandr Lucas') were cultivated at a farm in the Joniškis District of Lithuania. Pears were grown following traditional pear production technology. The amounts of dry matter, soluble solids, vitamin C and fiber were determined using the standard method. The total content of phenolic compounds was determined using a Folin-Ciocalteu reagent with a UV/VIS spectrophotometer.

The research results showed that significantly the highest amounts of soluble solids were found in the 'Alna' pear fruit pulp (14.25% f. w.). The 'Alna' peel sample had significantly the highest amount of total phenolic compounds (1290.99 mg 100 g⁻¹ d. w.). The highest content of dry matter was found in the 'Aleksandr Lucas' pear fruit peel (24.67%). The 'Aleksandr Lucas' and 'Beloruskaja pozdniaja' pear fruit peel contained significantly the highest amounts of vitamin C (2.70 and 2.63 mg 100 g⁻¹ f. w., respectively). The highest content of fiber was found in the 'Ksená' fruit peel (36.12% d. w.). The investigated pear peel sample had significantly higher amounts of dry matter, vitamin C, total phenolic compounds and fiber than the pulp. However, the pulp contains the highest contents of soluble solids.

Keywords: pear peel, pear pulp, phenolic compounds, fiber