

## ***JUODŪJŲ SERBENTŲ PRODUKTŲ CHEMINĖS SUDĖTIES IR REOLOGINIŲ SAVYBIŲ ĮVERTINIMAS***

***Marina RUBINSKIENĖ\****, ***Vilma SPEIČIENĖ\*\****,  
***Daiva LESKAUSKAITĖ\*\*\****, ***Pranas VIŠKELIS\****

*\*Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institutas, LT-54333 Babtai,  
Kauno r. El paštas: [Laikymas@lsdi.lt](mailto:Laikymas@lsdi.lt)*

*\*\*KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-3031, Kaunas.  
El. paštas: [lmai@lmai.lt](mailto:lmai@lmai.lt)*

*\*\*\*Kauno technologijos universitetas, Maisto produktų technologijos  
katedra, Radvilėnų pl. 19, LT-3028, Kaunas.  
El. paštas: [daiva.leskauskaite@ktu.lt](mailto:daiva.leskauskaite@ktu.lt)*

2000-2002 m. Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės instituto Biochemijos ir technologijos laboratorijoje tirtos juodųjų serbentų *Joniniai*, *Almiai*, *Vakariai*, *Minaj Šmyriov*, *Ūjėbyn*, *Titania*, *Ben Alder*, *Ben More*, *Ben Tirran* uogos bei iš jų pagaminti džemai ir užšaldytos pertrintos uogos su skirtingu cukraus kiekiu. Produktų reologinės savybės tirtos KTU Maisto instituto Technologijos laboratorijoje. Įvertinta augalų genotipo įtaka juodųjų serbentų uogų ir jų produktų cheminei sudėčiai ir nustatytos juodųjų serbentų džemų bei užšaldytų pertrintų uogų reologinės charakteristikos. Didžiausiu askorbo rūgšties kiekiu išsiskyrė *Joniniai*, *Minaj Šmyriov* ir *Vakariai*, o tirpių sausųjų medžiagų, antocianinų kiekiu ir rūgštingumu – *Vakariai*, *Ben Tirran* ir *Ben Alder* uogos. Nustatyta stipri koreliacija tarp bioaktyviųjų medžiagų kiekio ir cukraus koncentracijos užužšaldytose pertrintose uogose. Mažiausi askorbo rūgšties ir antocianinų nuostoliai buvo užšaldytuose produktuose su 50% cukraus (atitinkamai 24,0% ir 33,9%). Iš *Vakariai* uogų pagaminti džemai išsiskyrė gausiausiu askorbo rūgšties (106,3 mg 100 g<sup>-1</sup>) ir antocianinų (147,3 mg 100 g<sup>-1</sup>) kiekiu. Juodųjų serbentų džemų reologines savybes lėmė sausųjų medžiagų bei pektino kiekis uogose. Iš *Ūjėbyn*, *Vakariai* ir *Titania* uogų pagamintiems džemams būdinga tvirta, klampi, gerai vandenį sulaikanti struktūra. Nustatyta, kad, didėjant cukraus koncentracijai užužšaldytose pertrintose uogose, jų klampa mažėja.

***Reikšminiai žodžiai:*** biocheminė sudėtis, džemas, juodieji serbentai, klampa, sinerezė, užužšaldytos uogos, veislės.

Juodieji serbentai (*Ribes nigrum* L.) vieni iš populiariausių sodo uoginių augalų Lietuvoje. Jie priklauso prie daug vitaminų bei gydomųjų savybių turinčių augalų (Bulavienė ir kt., 1974; Hummer, Barney, 2002). Uogų vitaminingumą lemia augalo genetinės savybės, fiziologiniai bei meteorologiniai veiksniai.

Uogų vertę gerai parodo askorbo rūgšties ir PP-aktyviųjų medžiagų kiekis. Šių komponentų koncentracija uogose lemia jų tarpusavio ryšius (Мелехина и др., 1983; Федорычева, 2001). Lietuvoje, keičiantis juodųjų serbentų sortimentui, tampa aktualūs šių veislių uogų biocheminių savybių tyrimai.

Iš juodųjų serbentų uogų pagamintų produktų kokybę lėmė žaliavos savybės bei perdirbimo technologijos (Флауменбаум, 1986). Labiausiai vertinamos juodųjų serbentų sultys ir džemai, nors džemuose askorbo rūgšties nuostoliai didesni negu sultyse (Максименко, 1994). Lietuvoje augintų įvairių veislių juodųjų serbentų džemuose askorbo rūgšties nustatyta 41,3-107,5 mg/100 g (Bičkauskienė, 1991; Rubinskienė ir kt., 2005). U. Viberg su bendraautoriais nurodo, kad, naudojant mažesnę cukraus kiekį, juodųjų serbentų džemuose, sumažėja askorbo rūgšties nuostoliai. Vienerius metus išlaikytuose produktuose askorbo rūgšties sumažėja 40%, antocianinų – 39% (Viberg ir kt., 1997).

Pastaruoju metu didelis dėmesys skiriamas šaldomai produkcijai. Tai efektyviausias ir pigiausias perdirbimo būdas (Головкин, 1984). Šaldytų uogų sudėties ir struktūros specifika, jose vykstančių cheminių ir biocheminių reakcijų ypatumai ir tarpusavio ryšys turi lemiamos įtakos maistinei vertei ir savybėms (Дженеева, 1989; Ditcher, 1996). Pastebėta, kad užšaldytose uogose askorbo rūgšties sumažėja 10-15%. Antocianinų kiekis dar stabilesnis. Gausūs dažančiųjų medžiagų kiekiai (vidutiniškai 200 mg/100 g) lemia produktų išvaizdą ir kokybę (Plocharski ir kt., 1992; Kampuse ir kt., 2002; 2003). Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institute nustatyta, kad po 11 laikymo mėnesių greitai užužšaldytose uogose sumažėja 11-25% askorbo rūgšties. Didesniu vitaminingumu išsiskiria *Almiai* ir *Minaj Šmyriov* užšaldytos uogos (Viškelis ir kt., 2000). Mažesni biologiškai aktyviųjų medžiagų nuostoliai pastebėti užužšaldytose biriose uogose, didesni – užšaldytoje uogų tyrėje (Максименко, 1994). Vienas pagrindinių vaisių ar uogų pagamintų maisto produktų, tokių kaip džemai, uogienės ir pan., priimtino veiksnio yra tekstūra. Ji dažnai lemia ir kitas produkto savybes – išvaizdą ir aromatą. Tekstūra – tai sudėtinga maisto produkto savybė, susieta su daugeliu fizikinių savybių (klampumu, elastingumu ir kt.), šis ryšys labai sudėtingas. A. Szczesniak pateikia tokį maisto tekstūros apibrėžimą: tai įvairių maisto sudėtinių dalių ir struktūrinių elementų išsidėstymo ir jungimosi į mikro – bei makrostruktūrą tvarka bei šios struktūros išorinis reiškiamasis takumas ir deformacija (Szczesniak, 1998).

Produkto tekstūrą dažnai sunku apibūdinti vienu dydžiu, pamatuotu vienu ar kitu instrumentu. Norint kiekybiškai apibūdinti produkto tekstūrą su instrumentiniais analizės metodais, reikia prietaisų parodymus (jėgos, atstumo ar kitų matavimų skaitmenines reikšmes) susieti su tais pojūčiais, kuriuos vartotojas patiria ragaudamas, kramtydamas ir rydamas produktą (Dervisi ir kt., 2001). Eksperimentiniam maisto produktų tekstūrinių požymių nustatymui dažniausiai naudojami reologiniai tyrimų metodai. Džemus galima apibūdinti kaip pusiau kietą dispersinę sistemą, kuriai būdingos reologinės savybės: šlyties įtempis, klampa, elastingumo modulis, tiksotropinės savybės (Rao, 1999). Tipiniai šių produktų tekstūros požymiai yra šie: minkštumas, stiprumas, gumos konsistencija, tašumas.

**Darbo tikslas** – įvertinti augalų genotipo įtaką juodųjų serbentų uogų ir jų produktų cheminei sudėčiai, nustatyti juodųjų serbentų džemų bei šaldytų pertrintų uogų reologines savybes.

**Tyrimų objektai ir metodai.** Tyrimai atlikti 2000–2002 m. Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės instituto Biochemijos ir technologijos laboratorijoje ir KTU Maisto instituto Technologijos laboratorijoje. Tirtos juodųjų serbentų *Joniniai, Almiai, Vakariai, Minaj Šmyriov, Ūjebyn, Titania, Ben Alder, Ben More, Ben Tirran* uogos ir iš jų pagaminti džemai bei pertrintos su skirtingu cukraus kiekiu užšaldytos uogos.

Juodieji serbentai buvo užšaldyti pagal tarptautinio greitai užšaldytų maisto produktų perdirbimo bei elgsenos su jais kodekso rekomendacijas (CAC/RCP 8-1976) (Codex Alimentarius, FAO, 1994). Pertrintos uogos giliai užšaldytos šaldomajame šaldytuve “Derby-Danfoss” esant  $-40 \pm 1^\circ\text{C}$ , laikytos  $-30 \pm 1^\circ\text{C}$  temperatūroje. Plastikinėse dėžutėse užšaldytos uogos defrostuotos aukšto dažnio srovėmis mikrobangų krosnelėje AFMW-290, kurios galingumas 100-1000 W, dažnis – 2450 MHz. Džemams ir šaldytiems produktams pagaminti juodųjų serbentų uogos 2-3 min. blanširuotos  $95^\circ\text{C}$  temperatūroje. Po blanširavimo uogos pertrintos pramonine mašina MP-800M (Baltarusija) per sietą su 1 mm skersmens skylutėmis. Džemams uogų tyrė sumaišyta su cukrumi (1:1) ir kaitinta iki  $80^\circ\text{C}$  temperatūros. Karšta masė sufasuota į 0,5 l talpos stiklainius ir 15 min. pasterizuota  $100^\circ\text{C}$  temperatūroje. Šaldytiems produktams pagaminti į pertrintas juodųjų serbentų uogas įmaišyta 40%, 50% ir 60% cukraus. Po 6 mėnesių konservuotų produktų kokybė įvertinta chemiais metodais.

**Fizikiniai metodai.** Tirtos reologinės džemų ir užšaldytų uogų savybės. Reologiniai matavimai atlikti rotaciniu reometru “Rheotest-2” (VEB Kombinat Medizin und labortechnik Kombinatbetrieb, Berlynas, Vokietija), naudojant S/S<sub>3</sub> koncentrinį cilindrų sistemą. Deformacijos greitis didintas nuo 0,3 iki  $145,8 \text{ s}^{-1}$  ir mažintas iki  $0 \text{ s}^{-1}$ . Prieš atliekant matavimus, mėginiai 10 min. laikyti temperatūrą reguliuojančiame inde, kad nusistovėtų  $20^\circ\text{C}$  temperatūra. Šioje temperatūroje atlikti ir matavimai. Eksperimentinės tekėjimo kreivės palygintos su Oswald de Waele modelio lygtimi:

$$t = \gamma \dot{\gamma}^n,$$

čia:  $t$  – šlyties įtempis (Pa),  $\dot{\gamma}$  – deformacijos greitis ( $\text{s}^{-1}$ ),  $K$  – konsistencijos koeficientas, kuris yra klampos rodiklis, atitinkantis efektyvųjų klampumą, kai deformacijos greitis lygus  $1 \text{ s}^{-1}$ ,  $n$  – tekėjimo indeksas, kuris yra nuokrypio nuo niutoniniam skysčiams būdingų savybių rodiklis (Anandha Rao, 1999).

Džemų sinerezė nustatyta kaip išsiskyrusio laisvo vandens kiekis (procentais), džemų mėginius 2 h laikant termostate  $25^\circ\text{C}$  temperatūroje.

**Biocheminių tyrimų metodai.** Juodųjų serbentų uogose ir iš jų pagamintuose produktuose bendras sausųjų medžiagų kiekis nustatytas gravimetriškai, išdžiovinus uogas  $105^\circ\text{C}$  temperatūroje iki nekintamosios masės (Food analysis, 1986), tirpios sausosios medžiagos – refraktometru (Методы, 1987), invertuoto cukraus ir sacharozės kiekis – Bertrano metodu (Петербургский, 1963), askorbo rūgštis – titruojant

2,6-dichlorfenolindofenolio natrio druskos tirpalu, naudojant chloroformą (intensyviai spalvotoms ištraukoms), titruojamasis rūgštingumas - titruojant 0,1 N NaOH tirpalu, perskaičiuotas į citrinos rūgšties kiekį (Методы, 1987), pektinų kiekis – gravimetriškai po ekstrakcijos natrio heksametafosfato tirpalu (Sabir ir kt., 1976), bendras antocianinų kiekis, išreikštas cianidin-3-rutinozidu (ci-3-rut), nustatytas spektrofotometriškai.

Duomenys statistiškai apdoroti kompiuterine programa *ANOVA for EXCEL* vers. 3.44, *STAT-ENG for EXCEL* vers.1.5 (Tarakanovas, 2003).

**Rezultatai.** Tirpių sausųjų medžiagų kiekis – vienas iš svarbiausių žaliavos kokybės vertinimo rodiklių. Nelygu veislių ankstyvumas, tirpių sausųjų medžiagų kiekis juodųjų serbentų uogose kito nuo 14,01% (*Almiai*) iki 16,33% (*Ben More*) (1 lentelė). Tirpių sausųjų medžiagų sintezė buvo intensyvesnė vėliau sunokstančiuose uogose.

1 lentelė. *Juodųjų serbentų uogų biocheminė sudėtis*

Table 1. *Biochemical composition of black currant berries*

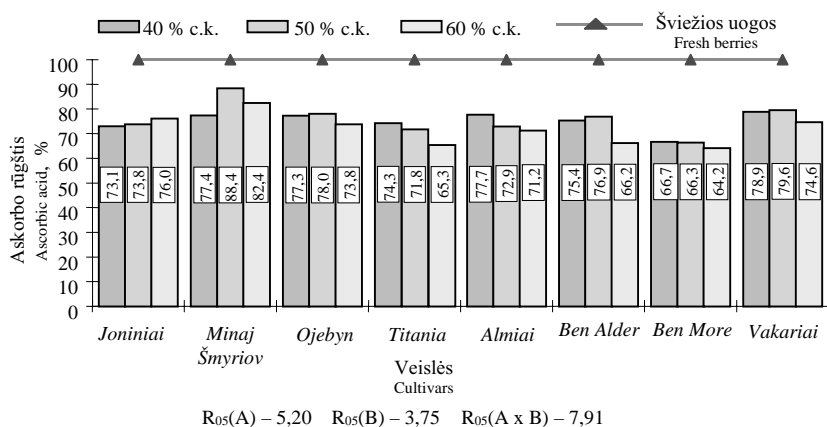
Babtai, 2000-2002 m.

Veislė Cultivar	Tirpios sausosios medžiagos Soluble solids concentration, %	Cukrūs Sugars amount, %	Titruojamasis rūgštingumas Titratable acidity, %	Askorbo rūgštis Ascorbic acid, mg·100g <sup>-1</sup>	Antocianinai Anthocyanins, mg·100g <sup>-1</sup>	Sausosios medžiagos Dry matter, %
<i>Joniniai</i>	14,74	7,39	2,75	236,17	263,83	17,65
<i>Minaj Šmyriov</i>	14,45	7,43	2,31	220,50	316,24	16,71
<i>Almiai</i>	14,01	6,45	2,63	178,37	337,37	16,32
<i>Ojebyn</i>	14,66	5,94	2,37	158,73	308,46	18,84
<i>Titania</i>	16,00	6,76	3,03	150,83	373,47	19,37
<i>Ben Alder</i>	15,37	6,77	3,11	135,00	482,30	17,88
<i>Ben More</i>	16,33	6,97	2,86	197,50	346,14	20,36
<i>Vakariai</i>	16,14	6,46	3,06	258,00	445,52	21,03
<i>Ben Tirran</i>	15,10	6,94	3,38	165,17	466,23	20,93
R <sub>05</sub>	1,18	0,6	0,41	19,96	30,17	1,56

Analizuojant bendrojo cukraus kiekį įvairaus ankstyvumo juodųjų serbentų uogose, pastebėta, kad anksčiau sunokstančios *Joniniai* ir *Minaj Šmyriov* uogos išsiskyrė cukringumu. Vėlyvesnio sunokimo veislių grupėje intensyviau cukrų sintezė vyko *Ben More* uogose. Didžiausią titruojamojo rūgštingumo kiekį sukaupe vėliau sunokstančios *Ben Tirran* (3,38%) ir *Ben Alder* (3,11%) uogos (1 lentelė). 2000-2002 m. didesniu askorbo rūgšties kiekiu išsiskyrė labai vėlyvų *Vakarių*, ankstyvų *Joninių* ir vidutinio ankstyvumo *Minaj Šmyriov* (258,0; 236,17; 220,5 mg 100 g<sup>-1</sup>) uogos. Mažiausiai askorbo rūgšties sukaupe vėlyvų *Ben Alder* (135,0 mg 100 g<sup>-1</sup>) uogos (1 lentelė). Patikimai didžiausia antocianų koncentracija išsiskyrė vėlyvų *Ben Alder*, *Ben Tirran* bei *Vakariai* uogos ir 40,9%-47,3% pralenkė ankstyvesnio sunokimo (1 lentelė). Tarp vėliau sunokančių

serbentų didesnis antocianinų kiekis susikaupė *Titania* (373,47 mg 100 g<sup>-1</sup>) ir *Ben More* (346,14 mg 100 g<sup>-1</sup>), tarp ankstyvųjų – *Almiai* (337,37 mg 100 g<sup>-1</sup>) uogose. Uogų sausosios medžiagos lemia jų tinkamumą perdirbti. Tyrimų metais didžiausiu sausųjų medžiagų kiekiu išsiskyrė labai vėlyvų *Vakariai* ir *Ben Tirran* uogos (1 lentelė). Tarp vėlyvesnio sunokimo veislių sausųjų medžiagų koncentracija pasižymėjo *Ben More* – 20,36%, ankstyvesnio sunokimo – *Ūjėbyn* (18,84%) uogos.

Pertrintų su skirtingu cukraus kiekiu ir užšaldytų uogų cheminės sudėties tyrimai atlikti po šešių laikymo mėnesių. Didėjant cukraus koncentracijai, askorbo rūgšties kiekis produktuose kito. Lyginant su šviežiomis uogomis, mažesni askorbo rūgšties nuostoliai nustatyti produktuose su 40% ir 50% cukraus koncentracija. Tik produktuose, pagamintuose iš *Joninių* uogų, cukraus koncentracijos didinimas turėjo teigiamos įtakos askorbo rūgšties kiekiui (1 pav.). Mažesni askorbo rūgšties nuostoliai nustatyti produktuose su 50% cukraus iš *Minaj Šmyriov* (12,6%) ir *Vakarių* (21,4%) uogų. Teigiama įtaka askorbo rūgšties stabilumui nustatyta pertrintose *Ūjėbyn* ir *Ben Alder* uogose didinant cukraus koncentraciją iki 50%. Vidutiniškai mažesni askorbo rūgšties nuostoliai pertrintose uogose nustatyti produktuose su 50% ir 40% cukraus, atitinkamai 24,04% ir 24,91% (1 pav.).

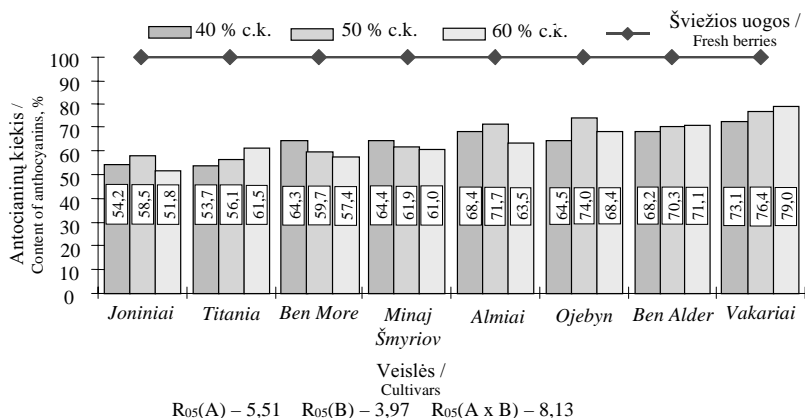


1 p a v. **Cukraus koncentracijos įtaka askorbo rūgšties santykiniam kiekiui pertrintose juodųjų serbentų uogose, lyginant su šviežiomis uogomis**

Fig. 1. **Influence of sugar concentration on relative amount of ascorbic acid in rubbed through a sieve black currant berries in comparison with fresh berries**

Pastebėta nevienoda cukraus kiekio įtaka antocianinų koncentracijai užšaldytose uogose. Iš *Ben More* ir *Minaj Šmyriov* uogų su 40% cukraus pagamintuose produktuose rasta daugiau dažančiųjų medžiagų (2 pav.). Didesnis cukraus kiekis turėjo neigiamą poveikį antocianinų kiekiui produkte. Iš *Ben More* ir *Minaj Šmyriov* uogų pagamintuose produktuose su 60% cukraus antocianinų sumažėjo 10,7%-5,3%, lyginant su pertrintomis uogomis su 40% cukraus, su 50% cukraus daug didesni dažančiųjų medžiagų kiekiai išliko pertrintose uogose iš *Joninių*, *Almių* ir *Ūjėbyn* serbentų. Mažiausia antocianinų

koncentracija buvo produktuose iš *Joninių* ir *Ben More* uogų, pasaldintų 60% cukrumi – 51,8% ir 57,4% šviežių uogų kiekio. Pastebėta, kad *Titania*, *Ben Alder* ir *Vakarių* pertrintose uogose papildomas cukraus kiekis stabilizuoja dažančiąsias medžiagas. Gausesnis jų kiekis rastas produktuose su 60% cukraus. Produktuose antocianinų koncentracija padidėja nuo 8,1% iki 14,5%, lyginant su pertrintomis uogomis su 40% cukraus.



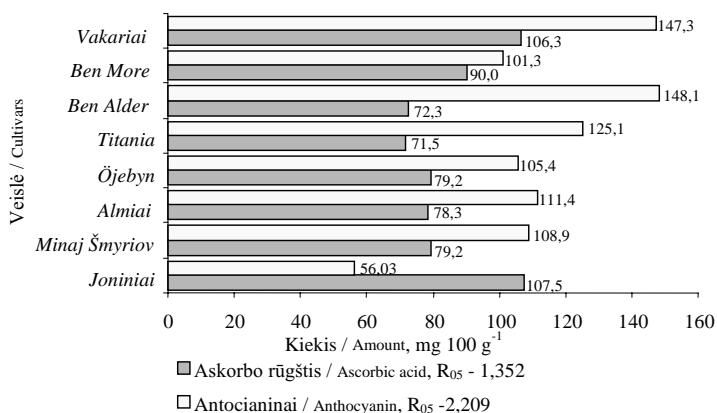
2 p a v. **Cukraus koncentracijos įtaka antocianinų santykiniam kiekiui pertrintose juodųjų serbentų uogose, lyginant su šviežiomis uogomis**

F i g. 2. **Influence of sugar concentration on relative amount of anthocyanins in rubbed through a sieve black currant berries in comparison with fresh berries**

Po šešių laikymo mėnesių skirtingų veislių serbentų džemuose askorbo rūgšties kiekis kito nuo 72,3 mg 100 g<sup>-1</sup> iki 107,5 mg 100 g<sup>-1</sup> (3 pav.). Produktų laikymo metu daugiau askorbo rūgšties rasta džemuose iš *Joninių* (92,0 mg 100 g<sup>-1</sup>) ir *Vakarių* (95,2 mg 100 g<sup>-1</sup>) uogų. Patikimai mažesnė jos koncentracija nustatyta džemuose iš *Ojebyn*, *Titania* ir *Ben Alder* uogų. Gausiausiu antocianinų kiekiu išsiskyrė džemai iš *Ben Alder* (148,1 mg 100 g<sup>-1</sup>) ir *Vakariai* (147,3 mg 100 g<sup>-1</sup>) uogų. Iš *Joninių* uogų džemuose raudonųjų pigmentų nustatyta per pusę mažiau – 56,03 mg 100 g<sup>-1</sup>. Produktuose iš *Ojebyn*, *Ben More* ir *Minaj Šmyriov* uogų nustatyti antocianinų kiekiai mažai skyrėsi (3 pav.).

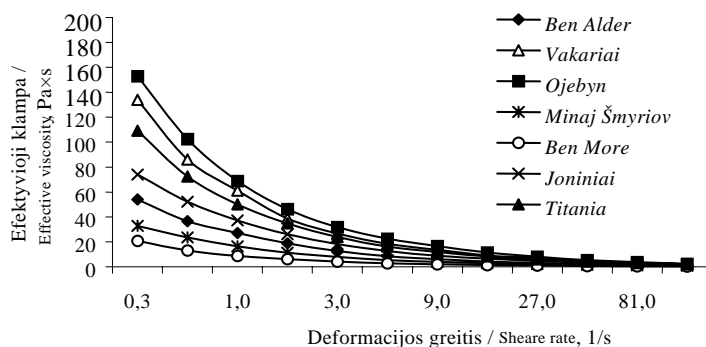
Visiems džemams būdingos pseudoplastiškųjų medžiagų savybės: deformacijos greičiui didėjant, džemų struktūra suardoma, klampa mažėja (Anandha Rao, 1999). Iš pradžių po gana žymaus efektyviosios klampos sumažėjimo, esant didesniai deformacijos greičiui bei vientisesnei jau suardytai pradinei džemų struktūrai ir mažesniai pasipriešinimui, klampa mažėjo tolygiau.

Pagal Oswald de Waele lygtį apskaičiuotos tekėjimo indeksų reikšmės (pseudoplastiškojo tekėjimo atveju  $n < 1$ ) kito nuo 0,29 (*Ben More*) iki 0,39 (*Minaj Šmyriov*), determinacijos koeficientui ( $R^2$ ) esant ne mažesniai kaip 0,99 (2 lentelė). Pseudoplastiškųjų medžiagų savybės nustatytos ir kitų autorių darbuose tiriant braškių džemus (Grigelmo-Miguel, Martin-Belloso, 1999) bei koncentruotų persikų skaidulinių medžiagų suspensijas (Grigelmo-Miguel, Ibarz-Ribas, Martin-Belloso, 1999).



3 p a v. *Bioaktyviųjų medžiagų kiekis juodųjų serbentų uogų džemuose (mg 100 g<sup>-1</sup>)*

Fig. 3. *Content of bioactive matter in black currant berry jams (mg 100 g<sup>-1</sup>)*



4 p a v. *Džemų, pagamintų iš skirtingų veislių serbentų uogų, efektyviosios klampos priklausomybės nuo deformacijos greičio, 20°C temperatūroje*

Fig. 4. *Dependencies of effective viscosity of jams made from different currant cultivars on deformation speed at the temperature of 20°C*

Visiems džemams būdingos tiksotropinių medžiagų savybės – pseudoplastiškas tekėjimas, kurį lemia deformacijos laikas. Nustatyta, kad džemų šlyties įtempių vertės, deformacijos greitį didinant nuo nulio iki maksimalaus (145,8 s<sup>-1</sup>) ir mažinant iki nulio, esant tam pačiam greičiui nesutampa – mažinant greitį, yra mažesnės (5 pav).

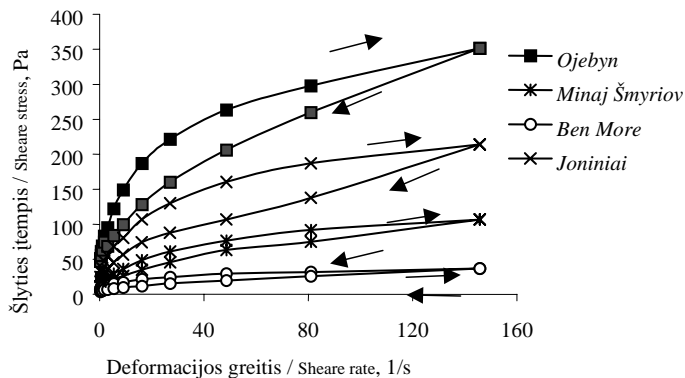
Juo tarp viršutinės ir apatinės kreivių didesnis plotas, tai yra juo didesnė tiksotropija, tuo žymesnė medžiagos relaksacijos trukmė. Didesnė klampa, esant mažiems deformacijos greičiams, pasižymintiems džemams būdinga ir didesnė tiksotropija (5 pav.). Didžiausia tiksotropija nustatyta iš *Ūjebyn*, o mažiausia – iš *Ben More* uogų pagamintų džemų.

Sinerezės procesas, kai išsiskiria vanduo, būdingas daugeliui produktų su gelio struktūra. Daugiausia vandens išsiskyrė iš *Minaj Šmyriov* uogų pagamintų džemų – 33,2 %, o geriausiai vandenį sulaikė iš *Ūjebyn* uogų pagamintas džemas – 2,6%.

2 lentelė. *Džemų, pagamintų iš skirtingų veislių serbentų uogų, konsistencijos koeficientai (K), tekėjimo indeksai (n) ir determinacijos koeficientai (R<sup>2</sup>)*

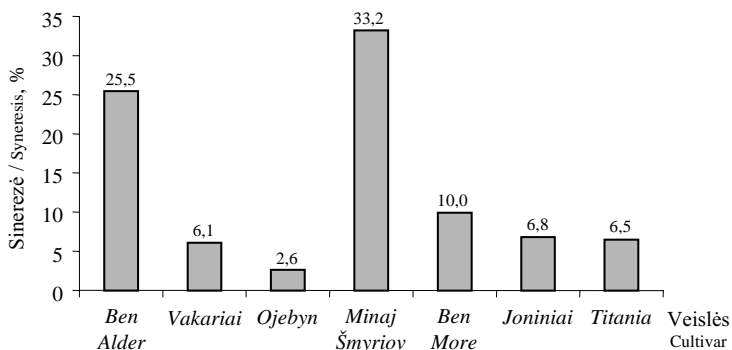
Table 2. *Coefficients of consistency (K), indices of flow (n), and coefficients of determination (R<sup>2</sup>) of jams made from different currant cultivars*

Veislės / Cultivar	K (Pa·s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
<i>Ben Alder</i>	26,47	0,34	0,99
<i>Vakariai</i>	60,02	0,33	0,99
<i>Ūjėbyn</i>	70,96	0,33	0,99
<i>Minaj Šmyriov</i>	16,38	0,39	0,99
<i>Ben More</i>	9,19	0,29	0,99
<i>Joniniai</i>	37,29	0,37	0,99
<i>Titania</i>	51,12	0,34	0,99



5 p a v. *Džemų, pagamintų iš skirtingų veislių serbentų uogų, tekėjimo kreivės didinant ir mažinant deformacijos greitį, 20°C temperatūroje*

Fig. 5. *Curves of flow of jams made from different currant cultivars increasing and decreasing deformation speed at the temperature of 20°C*



6 p a v. *Iš skirtingų veislių serbentų uogų pagamintų džemų sinerezė*

Fig. 6. *Syneresis of jams made from different currant cultivars*



**Aptarimas.** Askorbo rūgštis yra stabilus veislės požymis. Remiantis veislių apibūdinimu, gausiausiai askorbo rūgšties turintys *Vakarai* gali būti priskiriami prie labai dideliu vitaminingumu pasižyminčios (>250 mg 100 g<sup>-1</sup>) veislių grupės. Didelio askorbo rūgšties kiekio grupei (200-250 mg 100 g<sup>-1</sup>) priskiriamos ankstyvo ir vidutinio ankstyvumo *Joniniai* ir *Minaj Šmyriov* serbentai. Nustatyta vidutinė askorbo rūgšties kiekio priklausomybė nuo bendro antocianinų kiekio (r=0,52). Pastebėta, kad askorbo rūgšties sintezės intensyvumas veikia sausųjų medžiagų kiekį uogose (r=0,50). Mažiau įtakos uogų C vitaminingumui turėjo titruojamasis rūgštingumas (r=0,38) ir pektininės medžiagos (r=0,37).

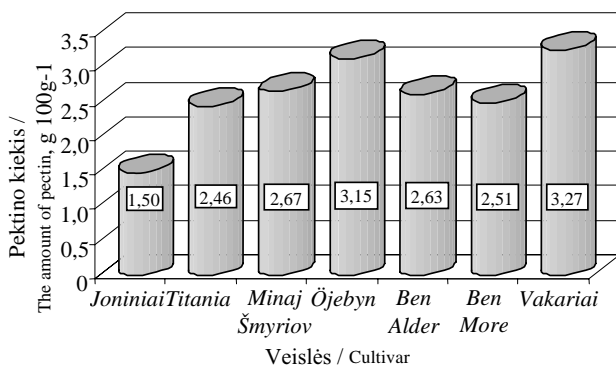
Nustatyta bioaktyviųjų medžiagų kiekio šaldytuose produktuose tiesioginė priklausomybė nuo cukraus koncentracijos juose. Ryšį tarp cukraus koncentracijos, askorbo rūgšties ir antocianinų kiekio užšaldytuose produktuose rodo regresijos lygtys (3 lentelė). Askorbo rūgšties priklausomybės determinacijos koeficientai pertrintose uogose kinta nuo 0,83 (*Ben Alder*) iki 0,99 (*Minaj Šmyriov*). Didėnis cukraus kiekio poveikis dažančiųjų medžiagų koncentracijai pertrintose uogose nustatytas produktuose iš *Almiai*, *Titania* ir *Ben More* uogų (r=0,99). Manoma, kad askorbo rūgšties ir antocianinų kiekiui užšaldytose uogose didelės įtakos turėjo ne tik veislių savybės, bet ir cukraus kiekis produktuose. Lyginant su šviežiomis uogomis, šaldytuose produktuose po defrostacijos daugiau askorbo rūgšties nustatyta pertrintose uogose su 50% ir 40% cukraus.

3 lentelė. *Askorbo rūgšties ir antocianinų koncentracijos priklausomybė nuo cukraus kiekio užšaldytose pertrintose uogose*

Table 3. *Dependency of ascorbic acid and anthocyanins concentration on sugars amount in frozen berries rubbed through a sieve*

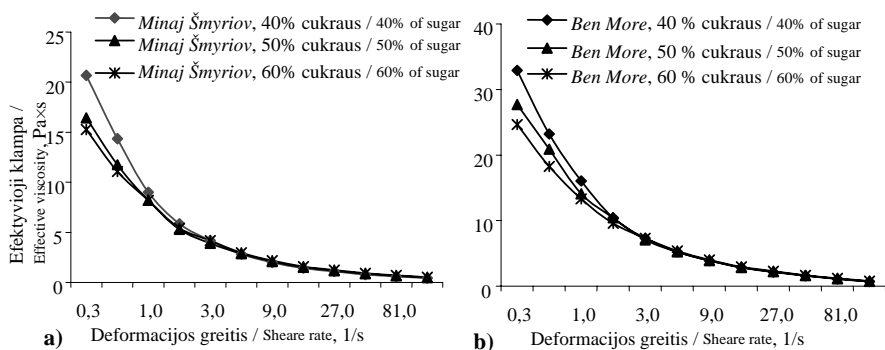
Veislė Cultivar	Biocheminės medžiagos Biochemical matter	Regresijos lygtis Regression equation	Determinacijos koeficientas Determination coefficient, R <sup>2</sup>
<i>Joniniai</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=5,525x^2-30,135x+224,88$	0,93
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=-0,775x^2-12,235x+195,13$	0,83
<i>Minaj Šmyriov</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=3,4x^2-7,36x+192,5$	0,99
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=15,75x^2-102,79x+364,3$	0,96
<i>Öjebyn</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=-0,125x^2+17,155x+76,925$	0,84
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=5,45x^2-32,47x+281,1$	0,69
<i>Titania</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=-8,025x^2+48,895x+59,975$	0,98
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=15,9x^2-82x+296,1$	0,99
<i>Almiai</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=-7,325x^2+42,795x+84,575$	0,96
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=8,02x+217,35$	0,98
<i>Ben Alder</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=-6,175x^2+38,825+80,525$	0,83
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=18,025x^2-106,44x+464,73$	0,76
<i>Ben More</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=-15,2x^2+97,12x+27,2$	0,86
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=19,1x^2-123,64x+415,3$	0,99
<i>Vakarai</i>	Askorbo rūgštis / Ascorbic acid	$y=0,4x^2-9,76x+206$	0,89
	Antocianinai / Anthocyanins	$y=-6,775x^2+28,105x+354,53$	0,80

Apibendrinant džemų reologinių savybių ir sinerezės duomenis, juos galima suskirstyti į dvi grupes. Pirmajai grupei priskiriamiems iš *Ūjebyn*, *Vakariai* ir *Titania* uogų pagamintiems džemams būdinga tvirta, klampi, gerai vandenį sulaikanti struktūra. Antrajai grupei priskiriamiems iš *Joniniai*, *Ben Alder*, *Minaj Šmyriov* ir *Ben More* uogų pagamintiems džemams būdinga silpna, vandenį blogai sulaikanti struktūra. Tai būtų galima paaiškinti skirtinga įvairių veislių uogų chemine sudėtimi. Pirmajai grupei priskirtų veislių šviežiose uogose nustatyta daugiau sausųjų medžiagų (21,03–18,84%), išskyrus *Ben More* uogas, bei mažiau cukrų (6,76–5,94%), lyginant su antrajai grupei priskirtomis veislėmis (1 lentelė.). Be to, ypatingą dėmesį reiktų atkreipti į pektino kiekį, esantį įvairių veislių uogose (7 pav.). Būtent *Ūjebyn* ir *Vakariai* šviežiose uogose nustatyta daugiausia pektino – daugiau kaip 3 g 100 g<sup>-1</sup> uogų. Kadangi gaminant džemus nebuvo dedama tirštinančiųjų medžiagų, tai džemų struktūrai didelės įtakos turėjo uogose buvęs pektino kiekis. Pektino sudarytas gelis galėjo sudaryti tvirtą struktūrą, kurios klampa ir šlyties įtempiai yra didžiausi.



7 p a v. **Pektino kiekis šviežiose skirtingų veislių serbentų uogose**  
 F i g. 7. **The amount of pectin in fresh berries of different currant cultivars**

Ištyrus cukraus koncentracijos įtaką *Minaj Šmyriov* bei *Ben More* užšaldytų pertrintų uogų reologinėms savybėms, nustatyta, kad, didėjant cukraus kiekiui, jų klampa, esant mažiems deformacijos greičiams, mažėja (8 pav.). Apskaičiuoti konsistencijos koeficientai bei takumo indeksai atspindi uogų masės struktūros silpnėjimą, kai didėja cukraus koncentracija (4 lentelė). Esant dideliems deformacijos greičiams, didėjant cukraus koncentracijai, didėja šlyties įtempiai (9 pav.). Esant suardytai uogų masės struktūrai, tai gali nulemti sausųjų medžiagų kiekis, kuris, didėjant cukraus koncentracijai, didėja.



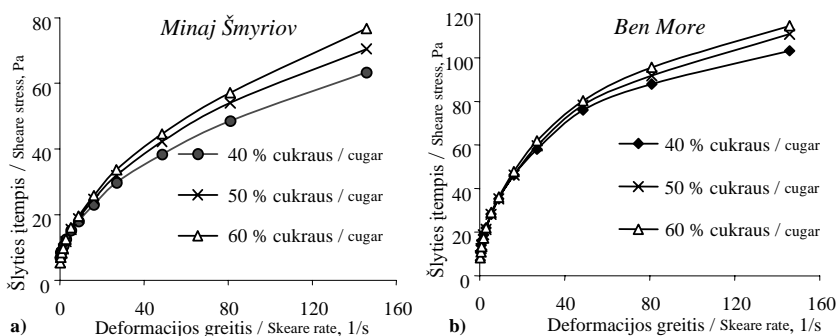
8 p a v. Užšaldytų pertrintų *Minaj Šmyriov* (a) ir *Ben More* (b) serbentų uogų klampos priklausomybė nuo deformacijos greičio kintant cukraus kiekiui, 20°C temperatūroje

Fig. 8. Dependencies of berry viscosity of frozen and rubbed through a sieve currant cv. *Minaj Šmyriov* (a) and *Ben More* (b) on deformation speed when the amount of sugar varies, at the temperature of 20°C

4 lentelė. Užšaldytų pertrintų uogų konsistencijos koeficientai (K), tekėjimo indeksai (n), koreliacijos koeficientai (R<sup>2</sup>) kintant cukraus kiekiui

Table 4. Coefficients of consistency (K), indices of flow (n), and coefficients of correlation (R<sup>2</sup>) of frozen, rubbed through a sieve berries

Veislės / Cultivar	Cukraus / Sugar amount	K (Pa·s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
<i>Minaj Šmyriov</i>	40%	9,12	0,36	0,99
	50%	8,02	0,42	0,99
	60%	7,92	0,44	0,98
<i>Ben More</i>	40%	15,83	0,38	0,99
	50%	14,48	0,42	0,99
	60%	13,56	0,45	0,99



9 p a v. Šaldytų pertrintų *Minaj Šmyriov* (a) ir *Ben More* (b) serbentų uogų tekėjimo kreivės, kintant cukraus kiekiui, 20°C temperatūroje

Fig. 9. Curves of flow of frozen and rubbed through a sieve currant cv. *Minaj Šmyriov* (a) and *Ben More* (b) when the amount of sugar varies, at the temperature of 20°C

**Išvados.** 1. Gausiu askorbo rūgšties kiekiu išsiskiria *Joniniai*, *Minaj Šmyriov* ir *Vakariai* uogos. Patikimai didesnė pigmentų koncentracija *Vakariai*, *Ben Tirran* ir *Ben Alder* uogose. Šių veislių uogose yra daugiau rūgščių ir tirpių sausųjų medžiagų.

2. Nustatyta stipri koreliacija tarp bioaktyviųjų medžiagų kiekio ir cukraus koncentracijos užšaldytose pertrintose uogose. Mažiausi askorbo rūgšties ir antocianinų nuostoliai šaldytuose produktuose su 50% cukraus atitinkamai 24,0% ir 33,9%. Iš *Vakariai* uogų pagamintuose džemuose nustatyta gausiausiai askorbo rūgšties (106,3 mg 100 g<sup>-1</sup>) ir antocianinų (147,3 mg 100 g<sup>-1</sup>).

3. Pagal juodųjų serbentų džemų reologines savybes juos galima suskirstyti į dvi grupes: 1) iš *Ūjebyn*, *Vakariai* ir *Titania* uogų pagamintiems džemams, kuriems būdinga tvirta, klampi, gerai vandenį sulaikanti struktūra, 2) iš *Joniniai*, *Ben Alder*, *Minaj Šmyriov* ir *Ben More* uogų pagamintiama džemams būdinga silpna, blogai vandenį sulaikanti struktūra. Juodųjų serbentų džemų reologines savybes lemia sausųjų medžiagų bei pektino kiekis uogose.

4. Didėjant cukraus koncentracijai, užšaldytų pertrintų uogų klampa mažėja.

*Gauta*  
2005 03 02  
*Parengta spausdinti*  
2005 06 05

### **Literatūra**

1. A n a n d h a R a o M. Rheology of fluids and semisolid foods // Principles and applications. Maryland, 1999. 251 p.
2. B i č k a u s k i e n ė S. Vitaminingi konservai. Vilnius, 1991. P. 11-14.
3. B u l a v i e n ė D., B u t k u s V. ir kt. Lietuvos pomologija. Vilnius, 1974. P.114-122.
4. D e r v i s i P., L a m b J., Z a b e t a k i s I. High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties // Food Chemistry. 2001. Vol. 73 (1). P. 85-91
5. D i t c h e f S. Assessment of freezing intensification using a dynamic dispersion medium // Process Optimization and Minimal Processing of Foods. Porto, 1996. P. 5-12.
6. F o o d analysis: general techniques, additives, contaminants, and composition. Rome: FAO, 1986. P. 205.
7. G r i g e l m o - M i g u e l N., I b a r z - R i b a s A., M a r t i n - B e l l o s o O. Rheology of peach dietary fiber suspensions // Journal of Food Engineering. 1999. Vol. 39. P. 91-99.
8. G r i g e l m o - M i g u e l N., M a r t i n - B e l l o s o O. Influence of fruit dietary fibre addition on physical and sensorial properties of strawberry jams // Journal of Food Engineering. 1999. Vol. 41. P. 13-21.
9. H u m m e r K., B a r n e y D. Crop Reports. Currants // Hort. Technology. 2002. 12 (3). P. 377-387.
10. K a m p u s e S., K a m p u s s K. Quality of raspberries and blackcurrants after frozen storage // Acta Horticulturae. Vol. 599. 2003. P. 711-717.

11. K a m p u s e S., K a m p u s s K., P i z i k a L. Stability of Anthocyanins and Ascorbic Acid in Raspberry and Blackcurrant Cultivars during Frozen Storage. Proceedings of the eighth international Rubus and Ribes symposium // Acta Horticulturae. Vol. 585. 2002. P. 507-600.
12. P r o c e s s e d and Quik Frozen Fruits and Vegetables / Codex Alimentarius. Rome. FAO, 1994. Vol. 5A. P.485.
13. R a o M. A. Introduction // M. A. Rao (Ed.) Rheology of fluid and semisolid foods: principles and applications. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999.
14. R u b i n s k i e n ė M., D u c h o v s k i s P., V i š k e l i s P. Bioaktyviųjų medžiagų kitimas nokstančiose ir perdirbtose juoduojų serbentų uogose. Sodininkystė ir daržininkystė. Ataskaitinės mokslinės konferencijos medžiaga. 2005. Nr. 18. P. 29-35.
15. S a b i r M. A., S o s u l s k i F. W., C a m p b e l l S. J. Polymetaphosphate and Oxalate Extraction of Sunflower Pectins // J. Agric. Food Chem. 1976. Vol. 24. No. 2. P. 348-350.
16. S z c e s n i a k A. S. sensory texture profiling: Historical and scientific perspectives // Food technology. Vol. 52(8). 1998. P.54-57.
17. T a r a k a n o v a s P., R a u d o n i u s S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT / Metodinė priemonė. Akademija, 2003. 57 p.
18. V i b e r g U., E k s t r o m G., F r e d l u n d K., S j o h o l m I. A study of some important vitamins and antioxidants in a blackcurrant jam with low sugar content and without additives // J. Food Sci. Nutr. 1997. Vol. 48(1). P. 57-66.
19. V i š k e l i s P., Č e s n a u s k a s V. Vitamino C kitimas užušaldytose uogose // Maisto chemija ir technologija. 2000. T. 37. P. 211-216.
20. Г о л о в к и н Н. Холодильная технология пищевых продуктов. Москва, 1984. С. 72-74.
21. Д ж е н е е в а Э., Ч е р н о г о р о д Л. Низкотемпературное замораживание плодов зизифуса. Биологически активные вещества растений. Сб. науч. тр. Ялта, 1989. С. 119-128.
22. М а к с и м е н к о М. Г. Качество урожая районированных и перспективных сортов смородины черной и его использование. Автореферат диссертации. Минск. Самохваловичи. 1994. 26 с.
23. М е л е х и н а А. А., Я н к е л е в и ч Б. Б., Э г л и т е М. А. Гибриды черной и черешчатой смородины. Рига, 1983. 71 с.
24. М е т о д ы биохимического исследования растений. Под ред. А. И. Ермакова. Ленинград, 1987. 431 с.
25. П е т е р б у р г с к и й А. В. Практикум по агрономической химии. Москва, 1963. 592 С.
26. Ф е д о р ы ч е в а Н. А. Биохимическая оценка сортов смородины черной в условиях Ульяновской области / Материалы науч.-практич. Конференции // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. 2001. № 5. С.41-44.
27. Ф л а у м е н б а у м Б. Основы консервирования пищевых продуктов. Москва, 1986. 494 с.

**EVALUATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND REOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BLACK CURRANT PRODUCTS**

*M. Rubinskienė, V. Speičienė, D. Leskauskaitė, P. Viškėlis*

*Summary*

At the Laboratory of Biochemistry and Technology of Lithuanian Horticulture Institute black currant (cv. *Joninių, Almių, Vakarių, Minaj Šmyriov, Ūjėbyn, Titania, Ben Alder, Ben More, Ben Tirran*) berries, jams made from them and frozen berries, rubbed through a sieve with different amount of sugar, were investigated in 2000-2002. Reological characteristics of products were investigated at the Laboratory of Technology of KTU Food Institute. The influence of plant genotype on the chemical composition of black currant berries and their products was evaluated and reological characteristics of black currant jams and frozen, rubbed through a sieve berries was established.

*Joniniai, Minaj Šmyriov* and *Vakariai* had the biggest amount of ascorbic acid, and the berries of *Vakariai, Ben Tirran* and *Ben Alder* were distinguished for soluble solids concentration, the biggest amount of anthocyanins and acidity of berries.

Strong correlation between the amount of bioactive materials and sugar concentration in frozen, rubbed through a sieve berries was established. The least losses of ascorbic acid and anthocyanins were in the frozen products with 50% of sugar (correspondingly 24.0% and 33.9%). Jams made from berries of cv. *Vakariai* were distinguished for big amounts of ascorbic acid (106,3 mg 100 g<sup>-1</sup>) and anthocyanins (147,3 mg 100 g<sup>-1</sup>).

Reological characteristics of black currant jams depended on the quantity of soluble solids and pectin. Strong, viscous structure with high water retention is characteristic to jams made from berries of cv. *Ūjėbyn, Vakariai* and *Titania*. It was established that increasing the additional sugar concentration in the frozen berries, their viscosity decreases.

**Key words:** biochemical composition, jam, black currants, viscosity, Syneresis, frozen berries, cultivars.