

Augalinių produktų skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis

E. Juodeikaitė

Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės 18, LT-47181 Kaunas; elena.juodeikaite@lva.lt

L. Bašinskienė, G. Juodeikienė

Kauno technologijos universitetas, Radvilėnų pl. 19, LT-50254 Kaunas; loreta.basinskiene@ktu.lt

H. Kluge

Martino Liuterio universitetas, Abderhalden Str. 26, 06108 Halle/Saale, Germany;

kluge@lander.unitralle.de

Įvairių augalinių produktų skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis tirta modifikuotu Englyst H. N. ir Cummings J. H. fermentiniu cheminiu metodu, taikant juos sudarančių monosacharidų kiekiams nustatyti dujų-skysčių chromatografijos metodą. Nustatyta, kad uogų skaidulinių medžiagų polisacharidų vyraujantys komponentai yra gliukozė ir ksilozė (1,23 ir 1,98 g/100 g), daržovėse – gliukozė, galaktozė ir manozė (0,56; 0,31 ir 0,18 g/100 g), grūdų produktuose – gliukozė, ksilozė ir arabinozė (3,74; 2,25 ir 1,44 g/100 g), linų sėmenyse – gliukozė, ksilozė, arabinozė ir galaktozė (4,5; 2,37; 2,21 ir 1,87 g/100 g), sojos pupelėse – galaktozė, gliukozė ir arabinozė (4,64; 3,71 ir 2,49 g/100 g). Sojos pupelėse, uogose ir daržovėse heksozių yra atitinkamai 2,9; 3,0 ir 5,8 karto daugiau nei pentozijų, o grūdų produktuose ir linų sėmenyse heksozių ir pentozijų kiekis panašus, juose daugiau arabinoksilanų. Gauti rezultatai papildė duomenų bazę apie skaidulinių medžiagų polisacharidų ir jų komponentų kiekį augaliniuose produktuose.

Raktažodžiai: skaidulinių medžiagų polisacharidai, monosacharidų vienetai, uogos, daržovės, grūdų produktai, sojos sėklos, linų sėmenys, dujų-skysčių chromatografija.

Įvadas

Pasaulinė vėžio tyrimo organizacija ir mitybos specialistus vienijančios asociacijos pažymi ypatingą maistinių skaidulinių medžiagų svarbą žmonių mitybos racione [1–3]. Tiriant žmonių gyvenimą ir faktišką mitybą pastebėta, kad daugelyje ES šalių yra nepakankamas ir neatitinkantis rekomendacijų (25–30 g/d.) skaidulinių medžiagų suvartojimas, pvz., Bulgarijoje – 6,8 g/d., Ispanijoje – 17 g/d. [4]. Lietuvos gyventojų mityba taip pat nesveika. Vartojama per daug riebalų ir per mažai angliavandenių. Respublikinio mitybos centro atlikto suaugusių Lietuvos žmonių gyvenimo ir faktiškos mitybos tyrimo duomenimis, 1998 metais Lietuvos gyventojų maisto racione riebalai sudarė 44 % paros maisto davinio energinės vertės (rekomenduojama tik 28 %), Europos Sąjungos šalių vidurkis 1988 metais – 38,88 %. Angliavandenių šalies gyventojai suvartojo 41 % (rekomenduojama 62 %), Europos Sąjungos šalių vidurkis 1988 metais – 48,82 % Lietuvos gyventojai valgė per mažai maisto produktų, turinčių daug skaidulinių medžiagų (šviežias daržoves, išskyrus bulves, kasdien valgė 70 % apklaustųjų) [5].

Svarbiausi skaidulinių medžiagų šaltiniai yra grūdiniai ir ankštiniai javai, daržovės bei uogos, besiskiriantys specifine, priklausančia nuo rūšies ir tipo chemine sudėtimi [4, 6]. Skirtingose šalyse, priklausomai nuo tradicijų, mitybos racionuose dominuoja įvairūs augaliniai produktai. Rytų Europoje ir Šiaurės šalyse daugiau suvartojama grūdų produktų, tuo tarpu Vakarų Europoje, ypač pietiniuose kraštuose – daržovės, vaisiai ir uogos gali būti pagrindiniu skaidulinių medžiagų šaltiniu.

Žmonių ir gyvūnų mitybos aspektu labiausiai ištirti biologiškai aktyvūs skaidulinių medžiagų komponentai – polisacharidai. Fiziologiniais tyrimais įrodyta, kad jie gerina žarnyno veiklą, mažina gliukozės ir cholesterolio kiekį kraujyje, o taip pat mažina susirgimų, tokių kaip cukrinis diabetas, nutukimas ir žarnyno vėžys, riziką. Nustatyta, kad žmonių, besimaitinančių vegetariškai ar pusiau vegetariškai, grupėse rečiau pasitaiko vėžinių susirgimų [7–10]. Tai siejama su tuo, kad jų mitybos racione, lyginant su nevegetariniu maistu, yra daugiau šių medžiagų. Todėl skaidulinių medžiagų įvairiuose augaliniuose produktuose tyrimai yra aktualūs. Esant didesnei duomenų basei apie skaidulinių medžiagų ir jų sudėtinių vienetų

ypatumus augaliniuose produktuose galima būtų daryti išvadas, kurie iš šių produktų yra vertingesni mitybiniu aspektu.

Šio darbo tikslas buvo ištirti skaidulinių medžiagų polisacharidų ir jų komponentų kiekį įvairiose uogose, daržovėse, grūdų produktuose, o taip pat linų sėmenyse ir sojos sėklose, tuo papildant duomenų bazę apie šių medžiagų kiekį augaliniuose produktuose.

Tyrimo objektai ir metodai

Skaidulinių medžiagų polisacharidų ir juos sudarančių monosacharidų (arabinozės, ksilozės, manozės, gliukozės ir galaktozės) kiekis buvo nustatytas 2003 m. Lietuvoje išaugintuose ir perdirbtuose įvairiuose augaliniuose produktuose: uogose (spanguolėse, avietėse, mėlynėse, bruknėse ir braškėse), daržovėse (česnakuose, brokoliuose, svogūnuose, bulvėse, cukinijose ir raudonosiose paprikose), grūdų produktuose (rugių sėlenose, kvietiniuose miltuose, viso grūdo miežiniuose ir avižiniuose miltuose), aliejingose sėklose (linų sėmenyse) ir ankštinių grūduose (sojos pupelėse).

Pasirinkti augaliniai produktai yra populiarūs Lietuvoje ir sudaro nemažą kasdieninio mitybos raciono dalį. Tiriamieji mėginiai išdžiovinti 65 °C temperatūroje, po to laboratoriniu malūnu susmulkinti iki 0,5 mm dydžio dalelių. Skaidulinių medžiagų polisacharidus sudarančių monosacharidų kiekis apskaičiuotas sausosiose medžiagose. Tam mėginiai džiovinti 3 h 105 °C temperatūroje.

Skaidulinių medžiagų polisacharidų analizė atlikta fermentiniu Englyst H. N. ir Cummings J. H. metodu, taikant juos sudarančių monosacharidų kiekiui nustatyti dujų-skysčių chromatografijos (DSCh) metodą [11]. Chromatografinėi analizei monosacharidai paverčiami alditolio acetatais, veikiant juos *N*-metilimidazoliu, kuris katalizuoja jų acetilinimąsi. Bendras skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekis nustatomas juos sudarančių monosacharidų kiekių suma.

Cheminės medžiagos. Tyrimams naudotos šios medžiagos: 0,1 mol/l natrio acetato buferinis tirpalas (pH 5,2); α -amilazės fermentinis preparatas „Termamyl 120L TYPEL“ („Novozymes“, Danija), amilogliukozidazė 102857 iš *Aspergillus niger* („Roche Diagnostics GmbH“, Vokietija), 96 % etanolio tirpalas (Carl Roth GmbH and Co, Vokietija); >99,5 % acetonas, 12 mol/l sieros rūgšties tirpalas, mio-inozitolis (Sigma Chemical Co, USA), 3 mol/l ir 12 mol/l amoniako tirpalai; 98 % oktanolis (Sigma Chemical Co, USA), 98 % natrio tetrahydroboratas (Sigma Aldrich Chemie GmbH, Vokietija), 99 % acto rūgštis, 1-metilimidazolas (Sigma-Aldrich Co, USA), >98 % acto anhidridas (Carl Roth GmbH and Co, Vokietija), dichlorometanas (Merck, Vokietija).

Aparatūra ir priemonės. Mėginiams paruošti naudota: džiovavimo spintos „HS 32A“, „WST 5010 MLW“, smulkintuvas „FRITSCH pulversette“, centrifuga „JANETZKI T 23“, termostatas su kratymo įrenginiu „NEW BRUNSWICK SCIENTIFIC“, sukurinis maišymo įrenginys „JANKE and KUNDEL IKA Labortechnik“, termostatai „BIOBLOCK SCIENTIFIC“ ir „HAKE Fison W13“.

DSCh sistemą sudarė dujų chromatografas „Shimadzu-GC-17 AAF FID“ su liepsnos jonizacijos detektoriumi (LJD), analizinė kolonėlė RTX 50 (30 m×0,25 mm, adsorbento sluoksnis 0,25 μ m) ir automatinis mėginių įleidimo įrenginys AOC-17.

Kolonėlės temperatūra darbo metu buvo 230 °C, o automatinio mėginių įleidiklio ir detektoriaus – 300 °C. Naudotos dujos – helis, kurių greitis 1,67 ml/min (30 cm/min). Monosacharidų mišinio analizei į DSCh sistemą įleista 0,001 ml paruošto mėginio. Arabinozė, ksilozė, manozė, gliukozė ir galaktozė identifiukuota pagal sulaikymo adsorbcinėje kolonėlėje trukmę (1 lentelė).

Monosacharidų kiekis sausosiose medžiagose apskaičiuotas taikant „CLASSGC10 Chemstation“ kompiuterinę programą.

1 lentelė. Monosacharidų (alditolio acetatų) sulaikymo adsorbcinėje kolonėlėje trukmė

Monosacharidai	Arabinozė	Ksilozė	Manozė	Gliukozė	Galaktozė
Sulaikymo trukmė, min	4,65	4,87	8,92	9,16	9,47

Kraskmolui iš mėginio matricos atskirti tiriamieji mėginiai buvo veikiami α -amilazės ir amilogliukozidazės fermentiniais preparatais. Po to mėginys ekstrahuotas du kartus etanolio ir vieną kartą acetono tirpalu. Po ekstrahavimo tirpiklių likučiai išgarinti 80 °C temperatūroje ir hidrolizuoti

12 mol/l sieros rūgšties tirpalu. Po rūgštinės hidrolizės mėginiai praskiesti distiliuotu vandeniu ir įpilta 0,1 ml vidinio standarto (mio-inozitolio tirpalo).

Ruošiant tiriamąjį mėginį DSCh analizei, 1 ml hidrolizato buvo veikiamas 12 mol/l amoniako

tirpalu (iki šarminės terpės). Po to, įpilus 0,01 ml oktanolio ir 0,1 ml amoniako natrio tetrahidroborato tirpalo, išlaikoma 1 h 40 °C temperatūros vandens vonioje ir, atvėsinus iki aplinkos temperatūros, pridedama 0,1 ml 99 % acto rūgšties. Į mėgintuvėlį pilama 0,2 ml paruošto mėginio, 0,3 ml 1-metilimidazolio, 2 ml acto anhidrido ir išlaikoma 10 min kambario temperatūroje. Po to praskiedžiama 5 ml distiliuoto vandens, 1 ml dichlormetano ir sumaišoma purtant. Tirpalui išsuluoksniavus į dvi dalis, viršutinė dalis nusiurbama vakuuminio siurbliu, o iš apatinės imama apie 0,6 ml DSCh analizei. Kiekvieno mėginio chromatografinė analizė kartota du kartus, įleidžiant vis naują tirpalo dozę. Analizės rezultatai vertinti pagal aritmetinius duomenų vidurkius.

Rezultatai ir jų aptarimas

Įvairių augalinių produktų skaidulinių medžiagų polisacharidai ir juos sudarančių monosacharidų (arabinozės, ksilozės, manozės, gliukozės ir galaktozės) kiekis pateiktas 2–4 lentelėse.

Tyrimai rodo, kad uogose bendras skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekis svyruoja nuo 1,08 iki 2,88 g/100 g (2 lentelė). Jų sudėtyje pagrindinis komponentas yra gliukozė, kuri sudaro nuo 0,67 iki 1,99 g/100 g. Kitų monosacharidų nustatyta žymiai mažiau, ir pagal kiekį juos galima išdėstyti taip: ksilozė (0,11–0,63 g/100 g), arabinozė (0,08–

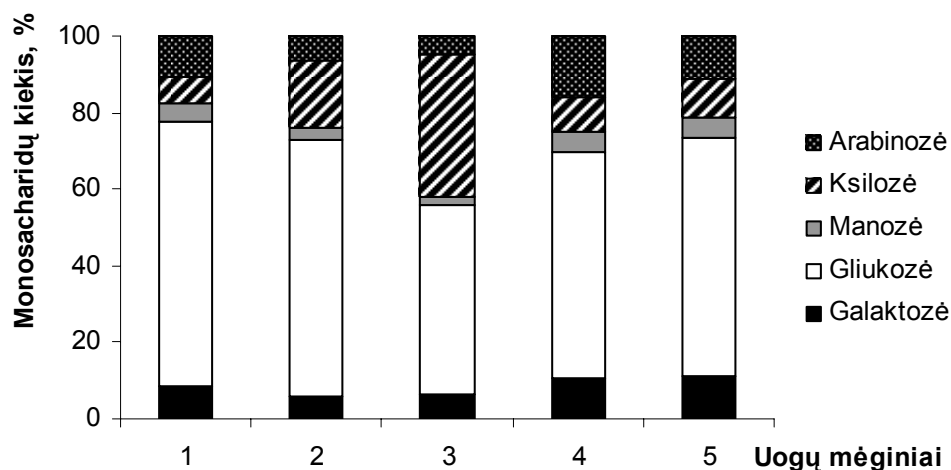
0,30 g/100 g), galaktozė (0,11–0,24 g/100 g) ir manozė (0,04–0,14 g/100 g). Įvertinus šių monosacharidų kiekį uogose, galima pateikti procentinę komponentų sudėtį: skaidulinių medžiagų polisacharidų struktūrose yra 49,1–69,1 % gliukozės, 7,3–37,3 % ksilozės, 4,7–16,2 % arabinozės, 5,9–11,1 % galaktozės ir 2,4–5,6 % manozės (1 pav.).

Palyginus atskirų rūšių uogas nustatyta, kad daugiausia skaidulinių medžiagų polisacharidų yra spanguolėse (2,88 g/100 g) ir avietėse (2,71 g/100 g), o mažiausiai – braškėse (1,08 g/100 g). Spanguolėse ir avietėse gliukozės yra 2–3 kartus daugiau nei kitose tirtose uogose. Be to, spanguolėse nustatytas ir didžiausias arabinozės, manozės ir galaktozės kiekis. Mėlynės ir avietės iš kitų uogų išsiskyrė žymiai didesniu ksilozės kiekiu (atitinkamai 0,63 ir 0,48 g/100 g). Bruknių, kaip ir spanguolių, sudėtyje yra daugiausiai arabinozės.

Nustatyta, kad tirtose daržovėse bendras skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekis kinta nuo 0,29 iki 3,39 g/100 g (3 lentelė). Kaip ir uogose, vyrauja gliukozė, kuri sudaro nuo 0,11 iki 1,87 g/100 g. Mažiausiai nustatyta ksilozės, t. y. 0,03–0,20 g/100 g. Procentinė skaidulinių medžiagų polisacharidų komponentų sudėtis daržovėse tokia: 23,9–55,2 % gliukozės, 13,3–53,5 % galaktozės, 4,0–24,8 % manozės, 4,1–27,4 % arabinozės, ir 2,7–19,6 % ksilozės (2 pav.).

2 lentelė. Uogų skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis

Tiriamieji produktai	Monosacharidų vienetai, g/100 g										Iš viso monosacharidų, g/100 g	
	arabinozė		ksilozė		manozė		gliukozė		galaktozė		M	SM
	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM		
Spanguolės	0,30	1,67 ±0,04	0,21	1,18 ±0,02	0,14	0,79 ±0,01	1,99	11,03 ±0,46	0,24	1,32 ±0,05	2,88	15,99
Avietės	0,17	0,97 ±0,02	0,48	2,66 ±0,03	0,09	0,52 ±0,05	1,81	10,06 ±0,23	0,16	0,87 ±0,54	2,71	15,08
Mėlynės	0,08	0,58 ±0,02	0,63	4,49 ±0,87	0,04	0,26 ±0,05	0,83	5,93 ±0,56	0,11	0,81 ±0,04	1,69	12,07
Bruknių	0,24	1,53 ±0,26	0,13	0,87 ±0,2	0,08	0,52 ±0,06	0,87	5,64 ±0,63	0,16	1,01 ±0,12	1,48	9,57
Braškės	0,12	0,75 ±0,03	0,11	0,69 ±0,03	0,06	0,41 ±0,01	0,67	4,30 ±0,06	0,12	0,79 ±0,01	1,08	6,94
min.	0,08	0,58	0,11	0,69	0,04	0,26	0,67	4,30	0,11	0,79	1,08	6,94
vid. vertė	0,18 ±0,1	1,10 ±0,5	0,31 ±0,2	1,98 ±1,6	0,08 ±0,04	0,50 ±0,2	1,23 ±0,6	7,39 ±3,0	0,16 ±0,1	0,96 ±0,1	1,97 ±0,8	11,93 ±3,8
maks.	0,30	1,67	0,63	4,49	0,14	0,79	1,99	11,03	0,24	1,32	2,88	15,99
Pastaba: M – mėginys, SM – sausiosios mėginio medžiagos												

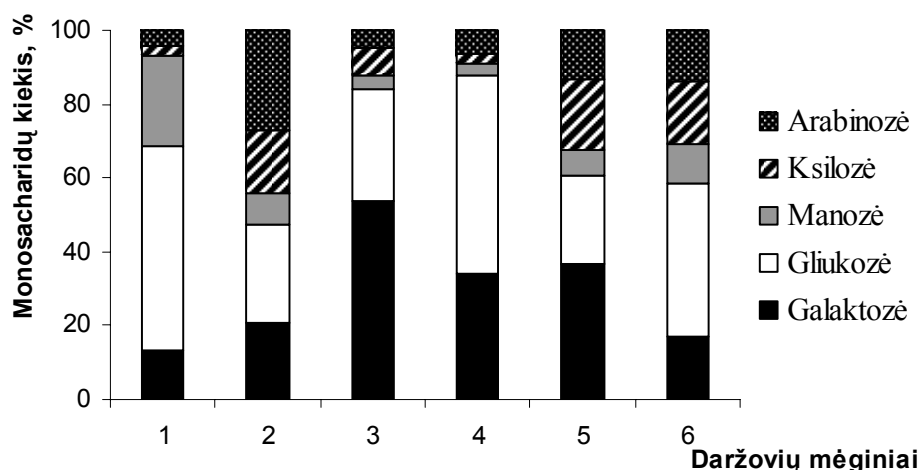


1 pav. Uogų skaidulinių medžiagų polisacharidų komponentų procentinė sudėtis:
1 – spanguolės, 2 – avietės, 3 – mėlynės, 4 – bruknės, 5 – braškės

3 lentelė. Daržovių skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis

Tiriamieji produktai	Monosacharidų vienetai, g/100 g										Iš viso monosacharidų, g/100 g	
	arabinozė		ksilozė		manozė		gliukozė		galaktozė		M	SM
	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM		
Česnakai	0,14	0,47 ±0,01	0,09	0,31 ±0,01	0,84	2,80 ±0,21	1,87	6,23 ±0,01	0,45	1,50 ±0,02	3,39	11,31
Brokoliai	0,32	2,30 ±0,27	0,20	1,41 ±0,06	0,10	0,68 ±0,02	0,31	2,24 ±0,07	0,24	1,73 ±0,19	1,17	8,36
Svogūnai	0,05	0,39 ±0,03	0,07	0,48 ±0,04	0,04	0,26 ±0,01	0,30	2,12 ±0,05	0,53	3,78 ±0,01	0,99	7,03
Bulvės	0,08	0,32 ±0,06	0,03	0,12 ±0,03	0,04	0,17 ±0,05	0,67	2,68 ±0,32	0,42	1,67 ±0,09	1,24	4,96
Cukinijos	0,06	0,53 ±0,06	0,09	0,77 ±0,06	0,03	0,23 ±0,02	0,11	0,89 ±0,13	0,17	1,44 ±0,21	0,46	3,86
Raudonosios paprikos	0,04	0,35 ±0,08	0,05	0,50 ±0,11	0,03	0,30 ±0,08	0,12	1,16 ±0,78	0,05	0,49 ±0,05	0,29	2,80
min.	0,04	0,32	0,03	0,12	0,03	0,17	0,11	0,89	0,05	0,49	0,29	2,80
vid. vertė	0,12 ±0,1	0,73 ±0,8	0,09 ±0,1	0,60 ±0,5	0,18 ±0,03	0,74 ±1,0	0,56 ±0,7	2,55 ±1,9	0,31 ±0,2	1,77 ±0,1	1,26 ±1,1	6,39 ±3,2
maks.	0,32	2,30	0,20	1,41	0,84	2,80	1,87	6,23	0,53	3,78	3,39	11,31

Pastaba: M – mėginyje, SM – sausiosiose mėginio medžiagose



2 pav. Daržovių skaidulinių medžiagų polisacharidų komponentų procentinė sudėtis:
1 – česnakai, 2 – brokoliai, 3 – svogūnai, 4 – bulvės, 5 – cukinijos, 6 – raudonosios paprikos

Didžiausias skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekis nustatytas česnakuose (3,40 g/100 g), mažiausias – raudonosiose paprikose (0,28 g/100 g). Vertinant atskirų monosacharidų vienetų kiekį, pastebėta, kad česnakuose nustatytas žymiai didesnis nei kitose daržovėse gliukozės (1,87 g/100 g) ir manozės (0,84 g/100 g) kiekis. Galima pažymėti, kad česnakuose gliukozės kiekis apie 6 kartus didesnis nei brokoliuose ir svogūnuose, bei apie 16 kartų – nei raudonosiose paprikose ir cukinijose. Manozės česnakuose yra net 20–30 kartų daugiau nei kitose

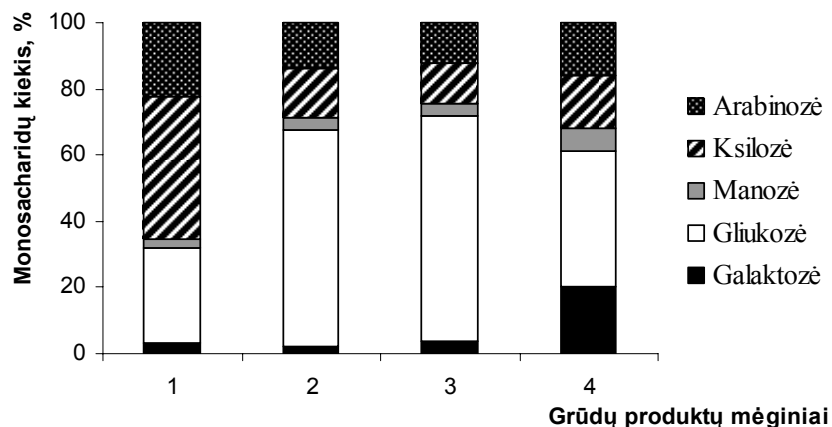
daržovėse (išskyrus brokolius). Brokoliai iš kitų daržovių išsiskyrė didžiausiu ksilozės ir arabinozės kiekiu. Svogūnams būdingas didesnis galaktozės kiekis.

Grūdų produktuose skaidulinių medžiagų polisacharidai sudaro nuo 3,10 iki 15,38 g/100 g (4 lentelė). Grūdų produktų skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis: 29,1–68,3 % gliukozės, 12,1–43,1 % ksilozės, 12,4–22,4 % g arabinozės, 1,9–20,3 % galaktozės ir 3,6–7,1 % manozės (3 pav.).

4 lentelė. Grūdų produktų, linų sėmenų ir sojos sėklų skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis

Tiriamieji produktai	Monosacharidų vienetai, g/100 g										Iš viso monosacharidų, g/100 g	
	arabinozė		ksilozė		manozė		gliukozė		galaktozė		M	SM
	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM		
Rugių sėlenos	3,45	4,01 ±0,11	6,63	7,71 ±0,22	0,36	0,42 ±0,01	4,48	5,21 ±0,08	0,46	0,53 ±0,02	15,38	17,88
Miežiniai miltai	1,00	2,30 ±0,27	0,20	1,41 ±0,06	0,10	0,68 ±0,02	0,31	2,24 ±0,07	0,24	1,73 ±0,19	1,17	8,36
Avižiniai miltai	0,80	0,93 ±0,07	0,78	0,91 ±0,08	0,23	0,27 ±0,12	4,42	5,14 ±0,5	0,24	0,28 ±0,02	6,47	7,53
Kvietiniai miltai	0,50	0,58 ±0,05	0,49	0,57 ±0,05	0,22	0,26 ±0,01	1,26	1,47 ±0,29	0,63	0,73 ±0,07	3,10	3,61
min.	0,50	0,58	0,49	0,57	0,22	0,26	1,26	1,47	0,14	0,16	3,10	3,61
vid. vertė	1,44	1,67	2,25	2,62	0,28	0,32	3,74	4,35	0,37	0,42	8,08	9,38
	±1,4	±1,6	±2,9	±3,4	±0,1	±0,1	±1,7	±1,9	±0,2	±0,3	±5,2	±6,1
maks.	0,32	2,30	0,20	1,41	0,84	2,80	1,87	6,23	0,53	3,78	3,39	11,31
Sojos pupelės	2,49	2,89 ±0,23	0,65	0,75 ±0,01	0,68	0,79 ±0,06	3,71	4,31 ±0,04	4,64	5,39 ±0,02	12,17	14,13
Linų sėmenys	2,21	2,57 ±0,07	2,37	2,76 ±0,18	0,15	0,18 ±0,04	4,5	5,23 ±0,08	1,87	2,17 ±0,04	11,10	12,91

Pastaba: M – mėginyje, SM – sausiosiose mėginio medžiagoje



3 pav. Grūdų produktų skaidulinių medžiagų polisacharidų komponentų procentinė sudėtis: 1 – rugių sėlenos, 2 – miežiniai miltai, 3 – avižiniai miltai, 4 – kvietiniai miltai

Palyginus tirtus grūdų produktus matyti, kad pagal monosacharidų kiekybinę sudėtį žymiai išsiskiria rugių sėlenos, kurioms būdingas didžiausias bendras polisacharidų kiekis (15,38 g/100 g), o taip pat arabinozės ir ksilozės kiekis (atitinkamai: 3,45 ir 6,63 g/100 g). Tokį išskirtinį skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekį galima paaiškinti su luobelėmis į sėlenas patenkančiu dideliu skaidulinių medžiagų kiekiu. Į miltus, priklausomai nuo perdirbimo proceso ypatumų, patenka mažesnis skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekis.

Tai ypač būdinga kvietiniams rūšiniams miltams, kurių gamybos metu taikomas tarpinis malimo produktų rūšiavimas. Jie išsiskiria mažiausiu šių polisacharidų kiekiu (3,10 g/100 g) ir specifine jų monosacharidų sudėtimi: juose yra didžiausias galaktozės ir mažiausias kitų monosacharidų kiekis. Į kitas miltų rūšis (miežiniai ir avižiniai miltai), kurioms taikomos paprastos malimo schemas, patenka daugiau skaidulinių medžiagų polisacharidų, o jų sudėtyje daugiau ksilozės, gliukozės, arabinozės, bet mažiau galaktozės.

Skaidulinių medžiagų polisacharidų palyginamajam įvertinimui papildomai analizuoti aliejingųjų sėklų ir ankštinių javų atstovai – linų sėmenys ir sojos pupelės, pagal literatūros duomenis išsiskiriantys, didžiausiu su skaidulinėmis medžiagomis asocijuotų biologiškai aktyvių medžiagų (fitoestrogenų) kiekiu.

Palyginti su kitais tirtais augaliniais produktais (išskyrus rugių sėlenas), linų sėmenyse ir sojos pupelėse nustatytas didžiausias bendras skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekis (atitinkamai 11,1 ir 12,17 g/100 g). Be to, abu produktai, ypač sojos pupelės, pasižymi didesniu galaktozės kiekiu. Šio

monosacharido kiekis sojos pupelėse 19,3 karto didesnis nei uogose, 8,8 karto – nei daržovėse ir 7,4 karto – nei grūdų produktuose, o linų sėmenyse atitinkamai – 7,8, 3,5 ir 3,0 karto. Taip pat linų sėmenims būdingas nedidelis manozės kiekis (0,15 g/100 g), mažesnis nei grūdų produktuose ir česnakuose. Tuo tarpu sojos pupelėse, kaip ir česnakuose, nustatyta daugiausiai šio monosacharido (0,68 g/100 g).

Palyginus tirtas augalinių produktų grupes, grūdų produktai turi vidutiniškai 6,4 karto daugiau skaidulinių medžiagų polisacharidų nei daržovės ir 4,1 – nei uogos, tačiau vertinant jų kiekį sausosiose medžiagose, šie skirtumai neišryškėja. Pavyzdžiui, tirtų uogų (išskyrus braškes), o iš daržovių – česnakų ir brokolių sausosiose medžiagose skaidulinių medžiagų polisacharidų kiekis viršija nustatytą maltuose miežiuose ir avižose.

Analizuojant tirtas augalinių produktų grupes, galima pažymėti tokius jų skaidulinių medžiagų polisacharidų ypatumus. Uogose vyrauja gliukozė ir ksilozė, daržovėse – gliukozė, galaktozė ir manozė, grūdų produktuose – gliukozė, ksilozė ir arabinozė. Tai leidžia teigti, kad uogose yra didesnis celiuliozės ir ksilanų kiekis, daržovėse – celiuliozės, galaktanų ir mananų, grūdų produktuose – celiuliozės, β-gliukanų ir arabinoksilanų. Linų sėmenyse nustatyta daugiausiai gliukozės, ksilozės, arabinozės ir galaktozės, tai rodo, kad jų skaidulinėse medžiagose dominuoja celiuliozė, β-gliukanai, arabinoksilanai ir galaktanai. Sojos pupelėse, sprendžiant pagal didesnę galaktozės, gliukozės ir arabinozės vienetų kiekį, vyrauja galaktanai, celiuliozė ir arabinanai.

Lyginant atskiras sacharidų grupes, taip pat išryškėja tirtų augalinių produktų skirtumai. Sojos

pupelėse, uogose ir daržovėse heksozių yra atitinkamai 2,9; 3,0 ir 5,8 karto daugiau nei pentozų, tuo tarpu grūdų produktuose ir linų sėmenyse heksozių ir pentozų kiekis yra panašus (heksozių daugiau atitinkamai tik 1,2 ir 1,3 karto).

Gauti rezultatai papildė duomenų bazę apie skaidulinių medžiagų ir jų sudėtinių vienetų ypatumus augaliniuose produktuose, ir leidžia daryti išvadą, kad ne tik grūdų produktai, bet ir kai kurios uogos (spanguolės, avietės, mėlynės, bruknės) bei daržovės (česnakai, brokoliai) gali būti vertingi skaidulinių medžiagų šaltiniai.

Išvados

1. Ištyrus augalinių produktų skaidulinių medžiagų polisacharidus nustatyta, kad jų sudėtyje vyraujantys monosacharidai yra:
 - a) uogose – gliukozė ir ksilozė (atitinkamai 1,23 ir 1,98 g/100 g),
 - b) daržovėse – gliukozė, galaktozė ir manozė (atitinkamai 0,56; 0,31 ir 0,18 g/100 g),
 - c) grūdų produktuose – gliukozė, ksilozė ir arabinozė (atitinkamai 3,74; 2,25 ir 1,44 g/100 g),
 - d) linų sėmenyse – gliukozė, ksilozė, arabinozė ir galaktozė (atitinkamai 4,5; 2,37; 2,21 ir 1,87 g/100 g),
 - e) sojos pupelėse – galaktozė, gliukozė ir arabinozė (atitinkamai 4,64; 3,71 ir 2,49 g/100 g).
2. Nustatyta, kad sojos pupelėse, uogose ir daržovėse heksozių yra atitinkamai 2,9; 3,0 ir 5,8 karto daugiau nei pentozų, o grūdų produktuose ir linų sėmenyse heksozių ir pentozų kiekis yra panašus, juose daugiau arabinoksilanų.
3. Gauti rezultatai papildė duomenų bazę apie skaidulinių medžiagų polisacharidus ir jų komponentų kiekį augaliniuose produktuose.

Literatūra

1. **Bornet E.** Fructo-oligosaccharides and other fructans: chemistry, structure and nutritional effects // *Advanced Dietary Fibre Technology*. Eds. McCleary B.V., Prosky L., Blackwell Science Ltd., Oxford, UK. 2001. P. 480–493.
2. **Brennan C. S., Tudorica C. M., Kuri V.** Soluble and Insoluble Dietary Fibres (Non-Starch Polysaccharides) and their Effects on Food Structure and Nutritional // *Food Industry Journal*. 2002. Vol. 5. P. 261–272.
3. **Flamm G., Glimsmann W., Kritchevsky D., Prosky L., Roberfroid M.** Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence // *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 2001. Vol. 41. P. 353–362.
4. **Steffen L. M., Jacobs D. R., Stevens J., Shahar E., Carithers T., Folsom A. R.** Associations of whole-

grain, refined grain, and fruit and vegetable consumption with risks of all-cause mortality and incident coronary artery disease and ischemic stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study // *American Journal of Clinical Nutrition*. 2003. Vol. 78. P. 383–390.

5. **Kadziauskienė K., Bartkevičiūtė R., Olechnovich M., Viseckienė V., Abaravičius A., Stukas R.** Suaugusių Lietuvos žmonių gyvensenos ir faktiškos mitybos tyrimas 1997–1998 metais. Vilnius, 1999. 92 p.
6. **McIntosh G. H.** Cereal foods, fibres and the prevention of cancers // *Australian Journal of Nutrition and Dietetics*. 2001. Vol. 582. P. 34–54.
7. **McIntosh G. H.** Experimental studies of dietary fibre and colon cancer- an overview // *Dietary Fibre – Bioactive Carbohydrates for Food and Feed*. Eds. Van der Kamp J.W., Asp N.-G., Miller Jones J., Schaafsma G. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2004. P. 165–175.
8. **Meyer D., Tungland B.** Non-digestible Oligosaccharides and Polysaccharides: Their Physiological Effects and Health Implications // *Advanced Dietary Fibre Technology*. Eds. McCleary B. V., Prosky L. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, 2001. P. 455–470.
9. **Asp N.-G.** Development of Dietary Fibre Methodology // *Advanced Dietary Fibre Technology*. Eds. McCleary B. V., Prosky L., Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, 2001. P. 77–88.
10. **Hakuma K., Matsuda I., Katta Y.** New Method for Determination Total Dietary Fiber by Liquid Chromatography // *Journal of AOAC International*. 2000. Vol. 83. P. 1013–1019.
11. **Englyst H. N., Cummings J. H.** Simplified method for the measurement of total non-starch polysaccharides by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates // *Analyst*. 1984. Vol. 109. P. 937–942.

Pateikta spaudai 2005-04

E. Juodeikaitė, L. Bašinskienė, G. Juodeikienė, H. Kluge

COMPOSITION OF NON-STARCH POLYSACCHARIDES IN DIFFERENT PLANT PRODUCTS

Summary

The constituent sugars of non-starch polysaccharides (NSP) were measured according to the modified H. N. Englyst and J. H. Cummings method by gas-liquid chromatography (GLC). The results showed that the main constituent sugars in berries are glucose and xylose (1.23 and 1.98 g/100 g), in vegetables – glucose, galactose and mannose (0.56, 0.31 and 0.18 g/100 g), in cereal products – glucose, xylose and arabinose (3.74, 2.25 and 1.44 g/100 g), in flaxseed – glucose, xylose, arabinose and galactose (4.5, 2.37, 2.21 and 1.87 g/100 g), in soy beans – galactose, glucose and arabinose (4.64, 3.71 and

2.49 g/100 g). Soy beans, berries and vegetables contain higher quantities of hexoses, respectively 2.9; 3.0 and 5.8 times more than that of pentoses; in cereal products and flaxseed the quantities of hexoses and pentoses are similar, they both contain more arabinoxilans. The results obtained adds to the information for a database for NSP and its compounds in plant foods.

Keywords: non-starch polysaccharides, constituent sugars, berries, vegetables, cereal products, soy beans, flaxseed, gas-liquid chromatography.

Е. Юодейкайте, Л. Башинскене, Г. Юодейкене,
Н. Клуге

СОСТАВ ПОЛИСАХАРИДОВ КЛЕТЧАТКИ В РАЗЛИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ

Резюме

Полисахариды пищевых волокон и составляющие их моносахариды в различных растительных

продуктах исследовались модифицированным ферментативно-химическим методом газожидкостной хроматографии Н. N. Englyst и J. H. Cummings. Определено, что в полисахаридах пищевых волокон ягод доминируют моносахариды – глюкоза и фруктоза (соответственно 1,23 и 1,98 г/100 г), овощей – глюкоза, галактоза и манноза (соответственно 0,56; 0,31 и 0,18 г/100 г), продуктов переработки зерна – глюкоза, ксилоза и арабиноза (соответственно 3,74; 2,25 и 1,44 г /100г), семян льна – глюкоза, ксилоза, арабиноза и галактоза (соответственно 4,5; 2,37; 2,21 и 1,87 г/100 г), бобов сои – галактоза, глюкоза и арабиноза (соответственно 4,64; 3,71 и 2,49 г/100 г). В бобах сои, в ягодах и в овощах гексоз определено соответственно в 2,9; 3,0 и 5,8 раз больше, чем пентоз, а в продуктах переработки зерна и в семенах льна количество гексоз и пентоз почти одинаково, в них больше арабиноксиланов. Данные исследований могут служить для пополнения базы данных о полисахаридах пищевых волокон и составляющих их компонентов растительных продуктов.