

Laboratorinė medicina.  
2021, t. 23, Nr. 4(90), p. 207–213.

# Papildomai vartojamų skaidulinių medžiagų poveikis jaunų asmenų žarnyno mikrobiotai

Gabriela Wiktorija Hartwig<sup>1</sup>  
Algirdas Liutkevičius<sup>2</sup>  
Rūta Ambrazaitienė<sup>1</sup>  
Inga Bikulčienė<sup>1</sup>  
Valerija Jablonskienė<sup>1</sup>  
Algis Abravičius<sup>1</sup>  
Arvydas Kaminskas<sup>1</sup>

## Santrauka

**Įvadas.** Žarnyno mikrobiotos pusiausvyra yra svarbi lėtinių neinfekcinių ligų prevencijai ir užtikrina žarnyno mikrobiotos funkcijas (imunitinės sistemos veiklos skatinimą, vitaminų sintezę, cholesterolio ir gliukozės koncentracijos mažinimą kraujyje ir kt.). Jauniems asmenims ypač svarbu gauti pakankamą kiekį skaidulinių medžiagų, kadangi jie yra viena iš labiausiai greito gyvenimo tempo paveikiamų grupių ir vartoja per mažai šių medžiagų.

**Darbo tikslas.** Nustatyti papildomai vartojamų skaidulinių medžiagų poveikį jaunų asmenų žarnyno mikrobiotai.

**Tyrimo uždaviniai.** Įvertinti papildomai vartojamų skaidulinių medžiagų poveikį jaunų asmenų žarnyno mikrobiotos nepatogeniniams mikroorganizmams bei sąlyginai patogeniniams ir patogeniniams mikroorganizmams.

**Tyrimo medžiaga ir metodai.** Tyrime dalyvavo 73 sveiki 20–24 metų amžiaus Vilniaus universiteto studentai, kuriems 21 dieną per dieną buvo duodama išgerti po 500 ml pasukų pagrindu paruošto gėrimo, papildyto inulino (4,3 g/d), -gliukano (4,3 g/d) ir pektino (4,3 g/d) skaidulinėmis medžiagomis. Mikroorganizmai iš įvairių praskiedimų paruoštų išmatų suspensijų buvo sėjami į selektyvias terpes. Mikroorganizmams identifikuoti buvo naudojamos biocheminės sistemos (rankinė „RapID ONE“ ir automatinė „VITEK 2 Compact“), plazmos koagulazės testas, diagnostiniai antibiotikų diskai.

**Tyrimo rezultatai ir išvados.** Jaunų asmenų, 21 dieną vartojusių gėrimą, papildytą skaidulinėmis medžiagomis, žarnyne reikšmingų nepatogeninių mikroorganizmų pokyčių nenustatyta, tačiau sumažėjo sąlyginai patogeninių mikroorganizmų: hemolizuojančių *Escherichia coli* ( $p < 0,001$ ), *Staphylococcus aureus* ( $p < 0,001$ ) rūšių bakterijų ir *Candida* spp. grybų ( $p = 0,007$ ); dviejų tiriamųjų žarnyne prieš tyrimą aptiktos patogeninės bakterijos iš viso išnyko.

**Reikšminiai žodžiai:** skaidulinės medžiagos, inulinas, -gliukanas, pektinas, žarnyno mikrobiota, jauni asmenys, mityba.

## ĮVADAS

Sveika mityba aprūpina gyvybinei organizmo veiklai reikalingomis maistinėmis ir biologiškai aktyviomis medžiagomis (vienos iš jų yra būtent skaidulinės medžiagos), taigi stiprina

sveikatą ir apsaugo nuo tokių ligų, kaip nutukimas, cukrinis diabetas, virškinamojo trakto ligos, piktybiniai navikai ir kt. [1, 2]. Įrodyta, kad suvartojamų skaidulinių medžiagų kiekis atspindi sveikatą stiprinančią mitybą [3]. Įprasta mityba suteikia nuo-

<sup>1</sup>Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Biomedicinos mokslų instituto Fiziologijos, biochemijos, mikrobiologijos ir laboratorinės medicinos katedra

Department of Physiology, Biochemistry, Microbiology and Laboratory Medicine, Institute of Biomedical Sciences, Faculty of Medicine, Vilnius University  
El. paštas: hartwig.gabriela@yahoo.com

<sup>2</sup>Kauno technologijos universiteto Maisto institutas  
Food Institute, Kaunas University of Technology

latinį mitybos substratų šaltinių mikrobiotai, sukurdamą aplinką, nuolat formuojančią mikroorganizmų įvairovę. Svarbi įvairi mityba, nes vartojant įvairių rūšių skaidulines medžiagas žarnyno mikrobiota yra įvairesnė [4]. Į mitybą svarbu atsižvelgti, nes didžiausia Lietuvos, kaip ir daugelio kitų Europos šalių, gyventojų sveikatos problema yra lėtinės neinfekcinės ligos, galbūt tai mažiau siejasi su jaunais asmenimis, tačiau jaunystėje išsugdyti mitybos įpročiai turės poveikį sveikatai ateityje [5]. Dėl sveikos mitybos naudos PSO 2004 m. priėmė Visuotinę mitybos, fizinio aktyvumo ir sveikatos strategiją. Lietuvos sveikatos 2014–2025 metų strategijoje išskiriamas svarbus uždavinys – skatinti sveikos mitybos įpročius, taip pat skatinti Lietuvos imones gaminti ir tiekti vidaus rinkai sveikatai palankų maistą [6, 7].

Skaidulinės medžiagos – augaliniai angliavandeniai, kurių neskaido žmogaus virškinimo fermentai, bet skaido storojo žarnyno mikrobiota [1, 2]. Skaidulinėms medžiagoms priklauso celiuliozė, hemiceliuliozė, ligninas, pektinas, inulinas, -gliukanas ir kt. [8]. Būtent reguliarus rekomendacijas atitinkantis skaidulinių medžiagų, kurių gausu daržovėse, vaisiuose bei grūdinių kilmės produktuose, vartojimas padeda išvengti su mityba susijusių ligų. Deja, tiek Lietuvoje, tiek kitose Europos valstybėse jaunimas skaidulinių medžiagų vartoja per mažai [9].

Pastaraisiais metais padidėjo vartotojų susidomėjimas biologiškai aktyviomis medžiagomis, įskaitant skaidulines medžiagas, pvz. inuliną, kadangi pasikeitė supratimas apie skaidulinių medžiagų naudą sveikatai [10, 11]. Skaidulinės medžiagos geba modifikuoti žarnyno mikrobiotą, ryškiai paveikti šeimininko sveikatos būklę (gerinti imuninės sistemos funkcijas, mažinti cholesterolio ir gliukozės koncentraciją ir kt.) ir apsaugoti nuo lėtinių neinfekcinių ligų [12, 13].

Žarnyno mikrobiota atlieka svarbesnį vaidmenį palaikant žmogaus sveikatą, nei buvo žinoma anksčiau. Pasikeitę mitybos įpročiai turi įtakos žarnyno mikrobiotos įvairovei, žinoma, kad mityba yra pagrindinis veiksnys, turintis poveikį žarnyno mikrobiotai, o būtent skaidulinės medžiagos smarkiai keičia žarnyno mikrobiotos sudėtį [11, 14]. Žarnyno mikrobiota yra svarbi skaidulinių medžiagų teigiamo poveikio, įskaitant apetito reguliavimą, medžiagų apykaitos procesus ir lėtinius uždegimo kelius, tarpininkė [11]. Žarnyno mikrobiotos pusiausvyrą yra gyvybiškai svarbi norint išsau-

goti sveikatą, išvengti lėtinių neinfekcinių ligų ir užtikrinti žarnyno mikrobiotos funkcijas (imuninės sistemos veiklos skatinimą, vitaminų sintezę, cholesterolio ir gliukozės koncentracijos mažinimą kraujyje ir kt.). Šią pusiausvyrą galima lengvai palaikyti vartojant skaidulines medžiagas, ypač kai yra disbiozė [14–16]. Esant disbiozei atsiranda kiekybinės ir rūšinės mikroorganizmų sudėties pakitimai dėl ligos, antibiotikų vartojimo, streso ar kitų priežasčių [15, 17].

Tam tikrais gyvenimo tarpsniais organizmui reikalingi tokie komponentai, kaip vitaminai, mineralai, taip pat skaidulinės medžiagos ir antioksidantai, kurie atlieka svarbų vaidmenį stiprinant sveikatą [18]. Jauniems asmenims ypač svarbu gauti pakankamą kiekį skaidulinių medžiagų, kadangi jie yra viena iš labiausiai greito gyvenimo tempo paveikiamų grupių, patiria nemažai streso (kas turi įtakos žarnyno mikrobiotos įvairovei), jiems dažnai pritrūksta laiko pavalgyti. Taip pat tai yra gyvenimo tarpsnis, kai pereinama į brandų gyvenimą, keičiasi gyvensena, taip pat ir mitybos įpročiai [19]. Neretai vietoj sveikų ir organizmui naudingų maisto produktų yra pasirenkamas greitai paruošiamas, perdirbtas maistas, kuris dažniausiai pasižymi prasta mitybine verte, jame mažai vitaminų, skaidulinių medžiagų, aminorūgščių ir kitų naudingų maistinių medžiagų [20]. Nors visuotinai priimto funkcinio maisto apibrėžimo nėra, vis labiau sutariama, kad kai kurie maisto produktai ir gėrimai turi teigiamą poveikį ne tik įprastai mitybai [6]. Vienas iš paprastų būdų pagerinti mitybos įpročius siekiant, kad jaunimas gautų daugiau skaidulinių medžiagų, yra maisto produktus (pvz. pasukas) papildyti skaidulinėmis medžiagomis, kurių dažnai trūksta kasdieninėje mityboje.

Taigi, atsižvelgiant į daugybę mokslinių įrodymų, mityba yra pagrindinis veiksnys, darantis įtaką žarnyno mikrobiotos sudėčiai. Visavertė mityba taip pat stiprina sveikatą ir apsaugo nuo lėtinių neinfekcinių ligų. Toki patį poveikį turi ir skaidulinės medžiagos. Žarnyno mikrobiota atlikdama daug įvairių naudingų sveikatai funkcijų irgi apsaugo nuo lėtinių neinfekcinių ligų, ir galima teigti, kad visi šie procesai yra tarpusavyje susiję. Vadinasi, geresnis skaidulinių medžiagų ir žarnyno mikrobiotos sąveikos supratimas galėtų būti priemonė mikrobiotai, tinkamoms jos funkcijoms palaikyti ar pagerinti, todėl svarbu skatinti jaunus žmones daugiau vartoti skaidulinių medžiagų.

Tačiau gerėjant mūsų žinioms apie žarnyno mikrobiotos įvairovę gali paaiškėti, kad vartodami skaidulines medžiagas paskatinsime kitų rūšių, genčių ar skyrių mikroorganizmų augimą. Nauji tyrimai padės nustatyti skaidulinių medžiagų ir žarnyno mikrobiotos poveikį sveikatai ir paaiškinti priežastinius mechanizmus [21].

## DARBO TIKSLAS

Nustatyti papildomai vartojamų skaidulinių medžiagų poveikį jaunų asmenų žarnyno mikrobiotai.

## TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

### Tiriamųjų atranka ir tyrimo atlikimas

Tyrimas buvo atliktas 2013 m. VU MF Biomedicinos mokslų instituto Fiziologijos, biochemijos, mikrobiologijos ir laboratorinės medicinos katedros laboratorijoje. Į tyrimą buvo kviečiami Vilniaus universiteto studentai, kurie turėjo atvykti į VU ligoninę Santaros klinikas ir užpildyti rašytines dalyvių sutikimo formas.

Tyrimo dalyvavo 73 sveiki (nesergantys lėtinėmis neinfekcinėmis ir kitomis ligomis, nevartojantys antibiotikų) 20–24 metų amžiaus asmenys, kuriems per dieną buvo duodama išgerti po 500 ml pasukų pagrindu paruošto gėrimo, papildyto inulino (4,3 g/d), -gliukano (4,3 g/d) ir pektino (4,3 g/d) skaidulinėmis medžiagomis, tuo pat metu tiriamieji buvo raginami nekeisti mitybos įpročių ir vartoti įprastą maistą.

Žarnyno mikrobiologiniam tyrimui atlikti tiriamieji pristatydavo išmatų mėginius prieš pradėdami vartoti gėrimą (1-ą tyrimo dieną) ir tyrimo pabaigoje (22-ą tyrimo dieną).

Tyrimas atliktas Lietuvos mokslo tarybos finansuotos Nacionalinės mokslo programos „Sveikas ir saugus maistas“ lėšomis. Projekto Nr. SVE-08/2012 BIOGĖRIMAI. Tyrimui atlikti buvo gautas Lietuvos biotikos komiteto leidimas (2012-11-29; registracijos Nr. 158200-12-227-158).

### Tyrimo metodai

Surinktuose mėiniuose buvo tirta žarnyno mikrobiotos sudėtis: patogeniniai ir sąlyginai patogeniniai (*Yersinia enterocolitica*, laktozės nefermentuojančios *Escherichia coli*, hemolizuojančios *E. coli*, *Klebsiella* spp.,

*Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp., *Staphylococcus aureus*, *Candida* spp., klostridijos ir kt.) bei nepatogeniniai mikroorganizmai (normalios *E. coli*, enterokokai, bifidobakterijos, laktobakterijos, bakteroidai).

Buvo naudojami mikroorganizmų skaičiavimo / įvertinimo ir identifikavimo metodai: *Enterobacteriales* šeimos ir enterokokų, anaerobinių bakterijų kiekis vertinamas skaičiuojant išaugusias mikroorganizmų kolonijas; patogeninės išmatų bakterijos bei sąlyginai patogeninės *Enterobacteriales* šeimos bakterijos identifikuojamos iki rūšies rankine biochemine „Remel (ERIC™) RapID ONE“ sistema; *Campylobacter* spp. bei nefermentuojančių lazdelių – automatizuota „VITEK® 2 Compact“ sistema; bakteroidai bei klostridijos identifikuojamos iki genties, persėjant kultūras į agarą su vankomicino, metronidazolio, kanamicino bei kolistino diskais; bifidobakterijos bei laktobakterijos identifikuojamos iki genties mikroskopuojant tipiškas kolonijas pusiau selektyviose terpėse; *Candida* spp. grybai identifikuojami iki genties vertinant tipišką kolonijų morfologiją Saburo agarė bei ląstelių morfologiją; *S. aureus* identifikuojamas pagal tipišką kolonijų morfologiją bei lecitinazės gamybą manito druskos agarė su kiaušinio trynio emulsijos papildu. Neaiškiais atvejais atliekamas triušio plazmos koagulazės testas.

## Statistiniai duomenų apdorojimo metodai

Duomenų tvarkymui, apdorojimui ir statistinei jų analizei buvo naudotas R (versija 3.6.3) programinis paketas. Duomenims vaizduoti buvo pasitelkta

„Microsoft Office Excel 2013“ programa. Duomenų skirstinio normalumui įvertinti buvo taikytas Šapiro ir Vilko testas. Duomenys pasiskirstę pagal asimetriską skirstinį, kai  $p < 0,05$ . Duomenys išreikšti medianomis ir IQR. Medianų palyginimui naudotas neparametrinis Mano, Vitnio ir Vilkoksono testas, rezultatai buvo vertinami kaip statistiškai reikšmingi, kai  $p < 0,05$ .

## TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS, DISKUSIJA

### Patogeninių žarnyno bakterijų gausumas

*Yersinia enterocolitica* buvo rasta dviem tyrimo dalyvavusiems asmenims. Po skaidulinių medžiagų vartojimo jų nebeliko.

2016 m. atlikus tyrimą su jaunais asmenimis, vartojusiais inuliną (10 g/d), nebuvo nustatyta patogeninių žarnyno bakterijų nei prieš tyrimą, nei po jo [6]. Mūsų keliems jauniems tiriamiesiems buvo aptikta šių bakterijų prieš skaidulinių medžiagų vartojimą, tačiau tiriamieji jokių nusiskundimų dėl sveikatos būklės neturėjo.

### *Escherichia coli* rūšies bakterijų gausumas

Normalios *E. coli* rūšies bakterijų po skaidulinių medžiagų vartojimo nereikšmingai ( $p = 0,111$ ) pagausėjo (atitinkamai prieš vartojimą bakterijų buvo  $6 \times 10^7$ , po vartojimo –  $10^8$ ).

Laktozės nefermentuojančios *E. coli* gausumo pokyčio po 21 dienos

gėrimo su skaidulinėmis medžiagomis vartojimo nenustatyta ( $p = 0,413$ ).

Hemolizuojančių *E. coli* rūšies bakterijų po skaidulinių medžiagomis papildyto gėrimo vartojimo reikšmingai ( $p < 0,001$ ) sumažėjo (prieš vartojimą –  $10^6$ , po vartojimo –  $10^5$ ) (1 pav.).

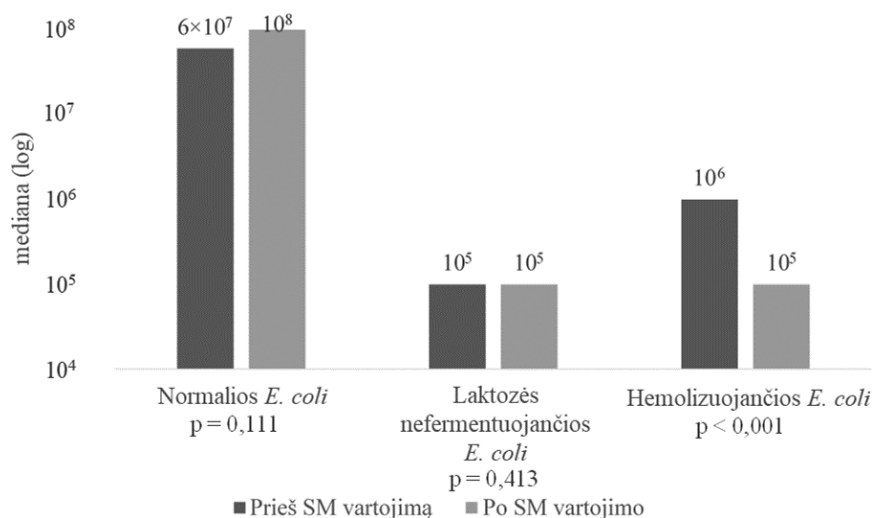
Kitų autorių duomenimis, nebuvo nustatyta normalios *E. coli* rūšies bakterijų pokyčio, tačiau mes aptikome nereikšmingą padidėjimą [6]. Remiantis literatūra, skaidulinės medžiagos, pasižyminčios prebiotinėmis savybėmis, tokios kaip inulinas, -gliukanas ir pektinas, stimuliuoja normalios mikrobiotos (pvz. normalios *E. coli*) augimą [22–25]. Mūsų tiriamiesiems reikšmingas pokytis galėjo būti nenustatytas dėl to, kad šių bakterijų prieš skaidulinių medžiagų vartojimą tiriamieji turėjo ir taip pakankamai daug, o literatūroje nurodoma, kad skaidulinių medžiagų poveikis priklauso nuo pradinio mikroorganizmų gausumo ir pokytis būna ryškesnis esant žemesniam pradiniam mikroorganizmų kiekiui [12, 15, 26].

Kiti tyrėjai nustatė, kad skaidulinės medžiagos slopina sąlyginai patogenines bakterijas, pvz. *E. coli* rūšies [6, 26, 27]. 2016 m. atlikus 21 dienos trukmės tyrimą su jaunais asmenimis, vartojusiais gėrimus, papildytus sojos baltymų izoliatu (20 g per dieną) ir inulinu (10 g per dieną), hemolizuojančios *E. coli* skaičius reikšmingai sumažėjo, kai kurių tiriamųjų žarnyne buvo rasta nereikšmingai daugiau laktozės nefermentuojančių *E. coli* [6]. Mūsų tyrimo duomenimis, laktozės nefermentuojančių *E. coli* skaičius nepakito, tikėtina, dėl to, kad buvo vartojamas mažesnis skaidulinių medžiagų kiekis arba vartojimo trukmė buvo per trumpa pokyčiui atsirasti. Mūsų tiriamieji inulino gavo 4,3 g/d, tai buvo papildomas vartojimas nekeičiant įprastinės dietos. Be to, mes tyrėme sveikus ir jaunus asmenis, kurių organizmas yra pajėgus palaikyti tam tikrą mikroorganizmų pusiausvyrą.

### Kitų oportunistinių enterobakterijų gausumas

Vertinant enterobakterijų gausumą, po skaidulinių medžiagų vartojimo nebuvo nustatyta reikšmingų *Klebsiella* ( $10^2$ ), *Proteus* ( $10^3$ ), *Enterobacter* ( $10^2$ ), *Citrobacter* ( $10^2$ ) genties bakterijų ir nefermentuojančių lazdelių ( $10^2$ ) pokyčių (1 lentelė).

Remiantis literatūra, prebiotinėmis savybėmis pasižyminčios skaidulinės medžiagos slopina sąlyginai patogeninių mikroorganizmų dauginimą



1 pav. *Escherichia coli* rūšies bakterijų gausumas prieš skaidulinių medžiagų (SM) vartojimą ir po jo

Fig. 1. The abundance of *Escherichia coli* before and after consumption of dietary fibres

1 lentelė. Oportunistinių enterobakterijų gausumas prieš skaidulinių medžiagų vartojimą ir po jo  
Table 1. The abundance of opportunistic enterobacteria before and after consumption of dietary fibres

| Mikroorganizmai             | Prieš skaidulinių medžiagų vartojimą (KFV/1 g) (n = 73) |                   | Po skaidulinių medžiagų vartojimo (KFV/1 g) (n = 73) |                   | p reikšmė |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
|                             | Mediana                                                 | IQR               | Mediana                                              | IQR               |           |
| <i>Klebsiella</i> spp.      | 10 <sup>2</sup>                                         | 9×10 <sup>2</sup> | 10 <sup>2</sup>                                      | 9×10 <sup>2</sup> | 0,528     |
| <i>Proteus</i> spp.         | 10 <sup>3</sup>                                         | 9×10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup>                                      | 9×10 <sup>3</sup> | > 0,999   |
| <i>Enterobacter</i> spp.    | 10 <sup>2</sup>                                         | 0                 | 10 <sup>2</sup>                                      | 0                 | 0,587     |
| <i>Citrobacter</i> spp.     | 10 <sup>2</sup>                                         | 9×10 <sup>2</sup> | 10 <sup>2</sup>                                      | 0                 | 0,461     |
| Nefermentuojančios lazdelės | 10 <sup>2</sup>                                         | 9×10 <sup>2</sup> | 10 <sup>2</sup>                                      | 9×10 <sup>2</sup> | 0,423     |

KFV – kolonijas formuojantys vienetai, n – imties dydis, IQR – interkvartilinis plotis

maši [23, 24]. Tačiau kitų tyrėjų duomenimis, sąlyginai patogeninių *Klebsiella* spp. bakterijų skaičius padidėjo. Kai kurių tiriamųjų organizme buvo užfiksuotas nereikšmingai mažesnis *Citrobacter* ir *Proteus* genties bakterijų skaičius, tačiau rasta nereikšmingai daugiau *Enterobacter* spp.; *Klebsiella* spp. ir *Enterobacter* spp. padidėjimas taip pat buvo pastebėtas ir *in vitro* tyrimuose naudojant pektiną [6, 28, 29]. Mes savo atliktame tyrime pokyčio nenustatėme galbūt dėl jauno amžiaus tiriamųjų, kurių organizmo ir mikrobiotos metabolinė sąveika yra labai stabili ir ją sutrikdyti gali tik labai stiprūs veiksniai. Mūsų tirti asmenys su pasukų pagrindu paruoštu gėrimu inulino ir pektino gaudavo po 4,3 g/d. Literatūroje nurodoma, kad Lietuvoje jauni asmenys per parą suvartoja nepakankamą skaidulinių medžiagų kiekį, kuris nesiekia rekomenduojamų 25–35 g [30, 31]. Todėl reikšmingų skirtumų nebuvimui mūsų tyrime įtakos galėjo turėti suvartojamų skaidulinių medžiagų kiekis.

## Enterokokų gausumas

Enterokokų pokyčio po skaidulinių medžiagų vartojimo nenustatyta (10<sup>6</sup>, p = 0,583) (2 lentelė).

Remiantis literatūra, skaidulinės medžiagos skatina normalios mikrobiotos augimą [22–25]. Sveikiems asmenims, 3 savaites vartojusiems inuliną, enterokokų skaičiaus padidėjimo nenustatyta [6, 32]. Tačiau buvo ir tyrimų, kurių rezultatai buvo priešingi, t. y. pavartojus inulino arba -gliuka-

2 lentelė. Enterokokų gausumas prieš skaidulinių medžiagų vartojimą ir po jo  
Table 2. The abundance of *Enterococcus* spp. before and after consumption of dietary fibres

| Prieš skaidulinių medžiagų vartojimą (KFV/1 g) (n = 73) |                   | Po skaidulinių medžiagų vartojimo (KFV/1 g) (n = 73) |                      | p reikšmė |
|---------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| Mediana                                                 | IQR               | Mediana                                              | IQR                  |           |
| 10 <sup>6</sup>                                         | 9×10 <sup>6</sup> | 10 <sup>6</sup>                                      | 9675×10 <sup>3</sup> | 0,583     |

KFV – kolonijas formuojantys vienetai, n – imties dydis, IQR – interkvartilinis plotis

no, enterokokų skaičius sumažėjo [6, 12, 27]. Mūsų tyrimo duomenimis, reikšmingesnio pokyčio nepavyko nustatyti galbūt dėl to, kad buvo tirti sveiki ir jauni asmenys, kuriems dažniausiai pastebimas bendras sveikatinantis poveikis. Pokyčio galėjo nebūti ir dėl to, kad tiriamieji turėjo didelį skaičių (10<sup>6</sup>) šių bakterijų prieš skaidulinių medžiagų vartojimą, o literatūroje nurodoma, kad pokytis būna didesnis esant žemesniam pradiniam mikroorganizmų skaičiui [12, 15, 26].

## Bifidobakterijų ir laktobakterijų gausumas

Tiek bifidobakterijų (10<sup>9</sup>, p = 0,629), tiek laktobakterijų (10<sup>8</sup>, p = 0,390) kolonijų skaičius pavartojus skaidulinių medžiagų nepakito (3 lentelė).

Įrodyta, kad skaidulinės medžiagos stimuliuoja tokių bakterijų padermių, kaip bifidobakterijos ir laktobakterijos, augimą, aktyvumą ir išlikimą [12, 15, 22–27, 33]. Daugelio tyrimų duomenimis, pavartojus skaidulinių medžiagų (inulino ar -gliukano) pagausėjo *Bifidobacterium* genties ir tam pakanka ir mažų inulino dozių

(nuo 2,5 g per dieną) [12, 14, 26, 27, 32–38]. Tyrimuose, kuriuose bifidobakterijos buvo nustatomos iki rūšies, po inulino vartojimo pagausėjo *Bifidobacterium longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. pseudolongum*, *B. bifidum* [12, 14, 36, 38]. Mokslinėje literatūroje yra aprašytas tyrimas, kuriame bifidobakterijų pokyčio nebuvo nustatyta, kaip ir mūsų atliktame tyrime [6].

Keletas tyrimų, kuriuose buvo vartojamas inulinas ar -gliukanas, ar pektinas, parodė *Lactobacillus* spp. kiekio padidėjimą [12, 14, 15, 26, 27, 32–34, 36, 39]. Tačiau kai kurie tyrėjai nustatė, kad pektinas sumažina *Lactobacillus* spp. gausą [15].

Mūsų tyrimo duomenimis, šių bakterijų pokyčio nerasta ir tai gali būti susiję su tuo, kad tyrėme sveikus ir jaunus asmenis, o kai kuriais kitais tyrimais nustatyta, kad bifidogeninis efektas ypač ryškus, kai prebiotikus vartoja žmonės po bakterinių infekcijų, gydymo antibiotikais [40]. Taip pat pokyčio galėjo nebūti dėl to, kad šių bakterijų pradinis kiekis tiriamųjų organizme buvo didelis, o remiantis mokslinės literatūros duomenimis nurodoma, kad pokytis būna ryškesnis

3 lentelė. Bifidobakterijų ir laktobakterijų gausumas prieš skaidulinių medžiagų vartojimą ir po jo  
Table 3. The abundance of *Bifidobacteria* spp. and *Lactobacteria* spp. before and after consumption of dietary fibres

| Mikroorganizmai  | Prieš skaidulinių medžiagų vartojimą (KFV/1 g) (n = 73) |                    | Po skaidulinių medžiagų vartojimo (KFV/1 g) (n = 73) |                     | p reikšmė |
|------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------|---------------------|-----------|
|                  | Mediana                                                 | IQR                | Mediana                                              | IQR                 |           |
| Bifidobakterijos | 10 <sup>9</sup>                                         | 99×10 <sup>7</sup> | 10 <sup>9</sup>                                      | 675×10 <sup>6</sup> | 0,629     |
| Laktobakterijos  | 10 <sup>8</sup>                                         | 99×10 <sup>6</sup> | 10 <sup>8</sup>                                      | 99×10 <sup>6</sup>  | 0,390     |

KFV – kolonijas formuojantys vienetai, n – imties dydis, IQR – interkvartilinis plotis

esant žemesniam pradiniam mikroorganizmų kiekiui, ypač bifidobakterijų [12, 15, 26, 40]. Jeigu pokyčiai būtų nustatyti, tai labiau tikėtini turėjo būti bifidobakterijų, o ne laktobakterijų, nes žmogaus gaubtinėje žarnoje paprastai gyvena daugiau bifidobakterijų [35].

## ***Staphylococcus aureus* rūšies bakterijų ir *Candida* spp. grybų gausumas**

Pavartojus skaidulinių medžiagų *S. aureus* rūšies bakterijų sumažėjo (prieš buvo  $10^3$ , po –  $10^2$ ), šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ( $p < 0,001$ ).

*Candida* spp. grybų skaičius taip pat sumažėjo (nuo  $10^3$  iki  $10^2$ ) 21-ą dieną pavartojus skaidulinių medžiagomis papildyto gėrimo ir nustatytas pokytis buvo statistiškai reikšmingas ( $p = 0,007$ ) (2 pav.).

Literatūros duomenimis, prebiotinėmis savybėmis pasižyminčios skaidulinės medžiagos slopina sąlyginai patogeninių mikroorganizmų dauginimąsi [23, 24]. Kitų tyrėjų atliktame tyrime buvo užfiksuotas nereikšmingai mažesnis grybų skaičius, tačiau rasta nereikšmingai daugiau *S. aureus* [6]. Mūsų atliktame tyrime nustatytas reikšmingas šių mikroorganizmų kiekio sumažėjimas atitinka mokslinėje literatūroje paskelbtus duomenis [23, 24].

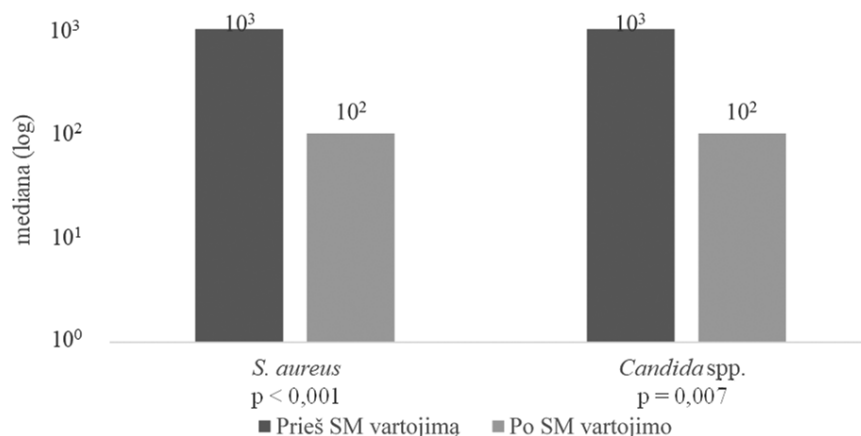
## **Klostridijų ir bakteroidų gausumas**

Pavartojus 21 dieną skaidulinių medžiagų turinčio gėrimo, klostridijų kolonijų skaičius nereikšmingai ( $p = 0,855$ ) sumažėjo nuo  $10^5$  iki  $10^4$ .

Po gėrimo vartojimo nebuvo pastebėta bakteroidų gausumo skirtumo ( $10^{10}$ ,  $p = 0,648$ ) (3 pav.).

Remiantis literatūra, prebiotinėmis savybėmis pasižyminčios skaidulinės medžiagos slopina sąlyginai patogeninių mikroorganizmų dauginimąsi [23, 24]. Vieni tyrimai rodo, kad po skaidulinių medžiagų (inulino ar -gliukano) vartojimo sumažėjo *Clostridium* spp. [12, 14, 26, 27, 32, 34, 36, 37], o kiti – kad klostridijų pagausėjo [6, 12, 27]. Mūsų tiriamiesiems šių mikroorganizmų kiekis nereikšmingai sumažėjo ir tai mes sietume su tirtų asmenų amžiumi ir vartojamų skaidulinių medžiagų kiekiu. Mūsų atliktame tyrime skaidulinių medžiagų buvo papildomai skiriama po 12,9 g/d su įprastu mitybos racionu.

Remiantis straipsniais, prebiotinėmis savybėmis pasižyminčios tokios



2 pav. *S. aureus* rūšies bakterijų ir *Candida* spp. grybų gausumas prieš skaidulinių medžiagų vartojimą ir po jo

Fig. 2. The abundance of *S. aureus* and *Candida* spp. before and after consumption of dietary fibres

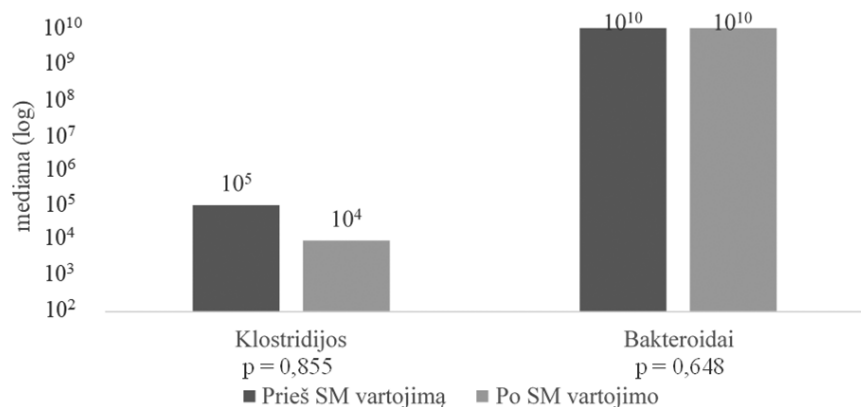
skaidulinės medžiagos, kaip inulinas, -gliukanas ir pektinas, stimuliuoja normalios mikrobiotos augimą [22–25]. Daugumos tyrimų duomenys rodo, kad po skaidulinių medžiagų vartojimo bakteroidų skaičius padidėja [15, 27], tačiau yra ir tyrimų, kurių rezultatas priešingas – po skaidulinių medžiagų vartojimo *Bacteroides* spp. skaičius sumažėjo [12, 14, 15, 32, 34, 36, 37]. Mūsų atliktas tyrimas pokyčio neparodė ir taip galėjo būti dėl jau įvardytų priežasčių – tiriamieji buvo sveiki ir jauni asmenys, kurių organizmas turi pakankamai mechanizmų mikrobiotos pastovumui palaikyti, taip pat pokyčio galėjo nebūti dėl didelio pradinio mikroorganizmų skaičiaus, ką patvirtina kitų tyrėjų duomenys [12, 15, 26].

Tam tikrų skirtumų tarp mūsų ir kitų tyrėjų gautų duomenų galėjo atsirasti ir dėl šių priežasčių: 1) skirtingų tirtų skaidulinių medžiagų rūšių, kadangi daugumoje tyrimų tiriamieji vartodavo vienos kurios nors rūšies skaidulinę medžiagą, pvz. inuliną, ir nebuvo tyrimų, kuriuose būtų varto-

tos visos trys (inulinas, -gliukanas, pektinas) skaidulinės medžiagos kartu; 2) tiriamųjų amžiaus, kadangi daugumos tyrimų dalyviai buvo suaugę asmenys, kurie nebuvo tik jauni, pavyzdžiui, amžiaus intervalas viename tyrime buvo 28–57 metai, kitame – 20–42 metai ir pan.; 3) tyrimo trukmės (3, 4 sav. ir pan.); 4) atlikto tyrimo vietovės, kadangi tyrimai atlikti skirtingose šalyse, o jose skiriasi tiek mitybos kultūra, tiek genetinis mikroorganizmų paveldėjimas; 5) naudojamų metodų, kadangi daugelyje tyrimų buvo naudojami molekuliniai metodai, dažniausiai RL-PGR, kurie leidžia mikroorganizmus nustatyti tiksliau.

Kiti tyrėjai, ištyrę ir kitus mikroorganizmus, nustatė, kad pavartojus skaidulinių medžiagų *Anaerostipes*, *Faecalibacterium*, *Roseburia* genčių mikroorganizmų kiekis padidėjo [12, 14, 26, 27, 32–34, 36, 39], o po inulino poveikio sumažėjo *Prevotella* spp., *Bilophila* spp. ir kt. [12, 14, 32, 34, 36, 37].

Apibendrinant reikia pasakyti, kad nėra tyrimų, kuriuose būtų vertintas



3 pav. Klostridijų ir bakteroidų gausumas prieš skaidulinių medžiagų vartojimą ir po jo

Fig. 3. The abundance of *Clostridium* spp. and *Bacteroides* spp. before and after consumption of dietary fibres

būtent šių trijų skaidulinių medžiagų (inulino, -gliukano, pektino) suminis poveikis jaunų asmenų žarnyno mikrobiotai. Nors ypač trūksta vertinamųjų pektino poveikio jauniems asmenims tyrimų, tačiau rezultatus įmanoma palyginti ir su turimais duomenimis, kurie daugiausia apima atskirų skaidulinių medžiagų (inulino, -gliukano) poveikį žarnyno mikrobiotai.

## IŠVADOS

Jaunų asmenų, 21 dieną vartojusių gėrimą, papildytą skaidulinėmis medžiagomis (po 4,3 g/d inulino, -gliukano ir pektino), žarnyne reikšmingų nepatogeninių mikroorganizmų pokyčių nenustatyta, tačiau sumažėjo sąlyginai patogeninių mikroorganizmų: hemolizuojančių *Escherichia coli* ( $p < 0,001$ ), *Staphylococcus aureus* ( $p < 0,001$ ) rūšių bakterijų ir *Candida* spp. grybų ( $p = 0,007$ ); dviejų tiriamųjų žarnyne prieš tyrimą aptiktos patogeninės bakterijos iš viso išnyko. ◆

Gauta: 2021 10 03  
Priimta spaudai: 2021 12 30

## LITERATŪRA

- Šurkienė G, Stukas R. Įvairaus amžiaus vaikų mityba ir jos vertinimas. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2003; p. 32–35, 56–58, 70–72, 90, 91.
- Zabulienė L, Rudinskienė E. Gyvensenos ypatumai sergant 2 tipo cukriniu diabetu. Vilnius, 2016; p. 72, 90, 97, 98.
- Röytiö H, Jaakkola J, Hoppu U, Poussa T, Laitinen K. Clinically feasible approach to evaluate the quality of dietary carbohydrates in small children. *Ann Nutr Metab* 2013; 63(1): 613.
- Leeming ER, Johnson AJ, Spector TD, Le Roy CI. Effect of diet on the gut microbiota: rethinking intervention duration. *Nutrients* 2019; 11(12): 2862.
- Astrauskienė A, Abaravičius A, Bartkevičiūtė R, Barzda A, Bulotaitė L, Klumbienė J. Sveikos gyvensenos rekomendacijos: metod. rekomendacijos. Mokomoji knyga / Vilniaus universitetas, Narkotikų kontrolės departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės, Sveikatos mokymo ir ligų prevencijos centras, Lietuvos sveikatos mokslų universitetas. Vilnius, 2011.
- Liutkevičius A, Speičienė V, Vaičiulytė-Funk L, Miežilienė A, Alenčikienė G, Abaravičius A, et al. An inulin-enriched soy drink and its lowering effect of oxidized low density lipoproteins in healthy volunteers. *Pol J Food Nutr Sci* 2016; 66(1): 37–41.
- Lietuvos Respublikos Seimo 2014 m. birželio 26 d. nutarimas Nr. XII-964 dėl Lietuvos sveikatos 2014–2025 metų strategijos patvirtinimo. Internetinė prieiga: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/>

## Summary

### THE EFFECTS OF DIETARY FIBRES SUPPLEMENTATION ON THE INTESTINAL MICROBIOTA OF YOUNG PEOPLE

Gabriela Wiktoria Hartwig, Algirdas Liutkevičius, Rūta Ambrazaitienė,  
Inga Bikulčienė, Valerija Jablonskienė, Algis Abravičius, Arvydas Kaminskas

**Background.** A balanced state of the intestinal microbiota is essential for the prevention of non-communicable diseases and ensures the functions of the intestinal microbiota (stimulates the immune system, produces vitamins, lowers blood cholesterol and glucose concentrations, etc.). It is especially important for young people to consume enough dietary fibres because they are one of the groups most affected by the fast pace of life and don't consume enough amount of dietary fibres.

**Material and methods.** The participants in this study consisted of 73 healthy students of Vilnius University between the ages of 20–24 years of age. All subjects modified their diet by 500 ml of buttermilk-based drink consumed daily over a period of 21 days (inulin 4.3 g/day, -glucan 4.3 g/day, pectin 4.3 g/day). Microorganisms from various

dilutions of prepared faecal suspensions were inoculated into selective media. Biochemical systems (manual RapID ONE and automated VITEK 2 Compact), a plasma coagulase test, diagnostic antibiotic discs were used for identification of microorganisms.

**Results and conclusions.** After a 21-day period of diet supplementation of the drink with dietary fibres, no statistically significant differences were found in the abundance of non-pathogenic microorganisms, however the abundance of the haemolytic *Escherichia coli* ( $p < 0,001$ ), *Staphylococcus aureus* ( $p < 0,001$ ) and *Candida* spp. ( $p = 0,007$ ) decreased. Two subjects no longer had pathogenic intestinal bacteria which were found before the study.

**Keywords:** dietary fibres, inulin, -glucan, pectin, intestinal microbiota, young people, nutrition.

- legalAct/lt/TAD/35834810004f11e4b0ef967b19d90c08
- Statement of the scientific panel on dietetic products. Nutrition and allergies related to dietary fibre. European Food Safety Authority, 2007.
- Staškūnaitė I, Stukas R. Studentų žinios apie maistines skaidulines medžiagas ir jų turinčių ar jomis papildytų maisto produktų vartojimo įpročiai. *Visuomenės sveikata* 2020; 4(91): 73–6.
- Górecka D, Komolka P, Dziedzic K. The possibility of using biological activity substances and sweeteners in cookies. *Ann Nutr Metab* 2013; 63(1): 1668.
- Barber TM, Kabisch S, Pfeiffer AFH, Weickert MO. The health benefits of dietary fibre. *Nutrients* 2020; 12(10): 3209.
- Swanson KS, de Vos WM, Martens EC, Gilbert JA, Menon RS, Soto-Vaca A, et al. Effect of fructans, prebiotics and fibres on the human gut microbiome assessed by 16S rRNA-based approaches: a review. *Benefic Microb* 2020; 11(2): 101–29.
- Stukas R, Šurkienė G, Dobrovolskij V. Gyvensena ir visuomenės sveikata. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2012; p. 48, 64–67.
- Simpson HL, Campbell BJ. Review article: dietary fibre–microbiota interactions. *Aliment Pharmacol Ther* 2015; 42(2): 158–79.
- Beukema M, Faas MM, de Vos P. The effects of different dietary fiber pectin structures on the gastrointestinal immune barrier: impact via gut micro-

biota and direct effects on immune cells. *Exp Mol Med* 2020; 52(9): 1364–76.

- Harmsen HJM, de Goffau MC. The human gut microbiota. In: Schwartz A (ed). *Microbiota of the human body, advances in experimental medicine and biology*. Switzerland: Springer International Publishing, 2016; p. 95–108.
- Illiano P, Brambilla R, Parolini C. The mutual interplay of gut microbiota, diet and human disease. *FEBS J* 2020; 287(5): 833–55.
- García I, Hernández D, Fonte E, Campo A. Development of cereal enriched with acitan. *Ann Nutr Metab* 2013; 63(1): 435.
- Kiserauskaitė R, Paškevičienė D, Semška V. Būsimų pedagogų mitybos, fizinės būklės ir fizinio aktyvumo tyrimai. *Sporto mokslas* 2010; 4(62): 33–8.
- Valiukas T, Freitakaitė V. Skaidulinių medžiagų panaudojimas virtinių tešlos gamyboje. *Verslas, technologijos, biomedicina* 2020; 1(10): 471–7.
- Roberfroid M. Prebiotics: the concept revisited. *J Nutr* 2007; 137(3 Suppl 2): 830S–7S.
- Holscher HD. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut Microbes* 2017; 8(2): 172–84.
- Lasinskaitė-Čerkašina A, Pavilionis A, Vaičiuvėnas V. Medicinos mikrobiologija ir virusologijos pagrindai. Kaunas: Kauno medicinos universiteto leidykla, 2003; p. 123, 126–128, 282, 284, 285.

24. Kulikauskienė M, Speičienė V. Prebiotinių skaidulų *Fibergum* įtaka jogurto sineretinėms ir reologinėms savybėms. *Maisto chemija ir technologija* 2007; 41(1): 17–25.
25. Bartkienė E, Bašinskienė L, Juodeikienė G, Kluge H. Augalinių produktų skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis. *Maisto chemija ir technologija* 2005; 39(1): 16–23.
26. Hamaker BR, Tuncil YE. A perspective on the complexity of dietary fiber structures and their potential effect on the gut microbiota. *J Mol Biol* 2014; 426(23): 3838–50.
27. Jayachandran M, Chen J, Chung SSM, Xu B. A critical review on the impacts of  $\alpha$ -glucans on gut microbiota and human health. *J Nutr Biochem* 2018; 61: 101–10.
28. Larsen N, Bussolo de Souza C, Krych L, Barbosa Cahú T, Wiese M, Kot W, et al. Potential of pectins to beneficially modulate the gut microbiota depends on their structural properties. *Front Microbiol* 2019; 10: 223.
29. Chung WSF, Walker AW, Louis P, Parkhill J, Vermeiren J, Bosscher D, et al. Modulation of the human gut microbiota by dietary fibres occurs at the species level. *BMC Biol* 2016; 14(1): 3.
30. Barzda A, Bartkevičiūtė R, Baltušytė I, Stukas R, Bartkevičiūtė S. Suaugusių ir pagyvenusių Lietuvos gyventojų faktinės mitybos ir mitybos įpročių tyrimas. *Visuomenės sveikata* 2016; 1(72): 82–94.
31. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2016 m. birželio 23 d. Nr. V-836 įsakymas „Dėl Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 1999 m. lapkričio 25 d. įsakymo Nr. 510 „Dėl Rekomenduojamų paros maistinių medžiagų ir energijos normų tvirtinimo“ pakeitimo“. Internetinė prieiga: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lit/TAD/5c9fd5c042ed11e68f45bcf65e0a17ee>
32. Graf D, Cagno RD, Fåk F, Flint HJ, Nyman M, Saarela M, et al. Contribution of diet to the composition of the human gut microbiota. *Microb Ecol Health Dis* 2015; 26(1): 26164.
33. Fuller S, Beck E, Salman H, Tapsell L. New horizons for the study of dietary fiber and health: a review. *Plant Foods Hum Nutr* 2016; 71(1): 1–12.
34. Yang Q, Liang Q, Balakrishnan B, Belobrajdic DP, Feng QJ, Zhang W. Role of dietary nutrients in the modulation of gut microbiota: a narrative review. *Nutrients* 2020; 12(2): 381.
35. Slavin J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients* 2013; 5(4): 1417–35.
36. Le Bastard Q, Chapelet G, Javaudin F, Lepelletier D, Batard E, Montassier E. The effects of inulin on gut microbial composition: a systematic review of evidence from human studies. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2020; 39(3): 403–13.
37. Vandeputte D, Falony G, Vieira-Silva S, Wang J, Sailer M, Theis S, et al. Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota. *Gut* 2017; 66(11): 1968–74.
38. Healey G, Murphy R, Butts C, Brough L, Whelan K, Coad J. Habitual dietary fibre intake influences gut microbiota response to an inulin-type fructan prebiotic: a randomised, double-blind, placebo-controlled, crossover, human intervention study. *Br J Nutr* 2018; 119(2): 176–89.
39. Ramirez-Farias C, Slezak K, Fuller Z, Duncan A, Holtrop G, Louis P. Effect of inulin on the human gut microbiota: Stimulation of *Bifidobacterium adolescentis* and *Faecalibacterium prausnitzii*. *Br J Nutr* 2008; 101(4): 541–50.
40. Šalomskienė J, Kulikauskienė M, Jakubauskienė L. Maistinių skaidulų *Fibregum* įtaka jogurto mikrobiologiniams rodikliams. *Maisto chemija ir technologija* 2007; 41(2): 75–81.