



Vilniaus kolegija

„ŠIUOLAIKINĖS TECHNOLOGIJOS DARNIAI APLINKAI“

Straipsnių rinkinys, 2016/2017 m. m.

2017

Leidinio kuratorė Nemira Dirmontaitė
Leidinį sudarė: Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė

Autorių kalba neredaguota

ŠIUOLAIKINĖS TECHNOLOGIJOS DARNIAI APLINKAI
Straipsnių rinkinys
2016/2017 m. m.

- © Gintarė Meidūnaitė, Dalė Židonytė, straipsnis, 2017
- © Gintarė Karčiauskaitė, Miglė Karnackaitė, Nijolė Rukštelienė, straipsnis, 2017
- © Gintarė Montvilaitė, Nijolė Ružienė, Jolanta Jurkevičiūtė, straipsnis, 2017
- © Danutė Jakštienė, straipsnis, 2017
- © Milda Filmanavičiūtė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė, straipsnis, 2017
- © Eglė Penkaitytė, Jolanta Jurkevičiūtė, Dalė Židonytė, straipsnis, 2017
- © Rūta Balčiūnaitė, dr. Inga Stankevičienė, straipsnis, 2017
- © Gabrielė Šimonytė, Sima Banelytė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė, straipsnis, 2017
- © Kristina Žalandauskaitė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė, straipsnis, 2017
- © Edgaras Vasiljevas, Dalia Ivanova, Regina Ivaško, dr. Inga Stankevičienė, straipsnis, 2017
- © Gintarė Montvilaitė, dr. Inga Stankevičienė, straipsnis, 2017
- © VILNIAUS KOLEGIJA, CHEMIJOS KATEDRA, sudarymas, 2017

ISBN 978-609-436-048-0 (PDF)

Vilnius, 2017

TURINYS

IGNALINOS RAJONO VAIŠNIŪNŲ KAIMO ŠALTINIO VANDENS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS PAGAL BIOGENINIŲ MEDŽIAGŲ IR BENDROSIOS MINERALIZACIJOS RODIKLIUS	
Gintarė Meidūnaitė, Dalė Židonytė	4
KONSERVANTO E250 NAUDOJIMAS PREKĖS ŽENKLO „UTENOS MĖSA“ GAMINIUOSE	
Gintarė Karčiauskaitė, Miglė Karnackaitė, Nijolė Rukštelienė.....	9
BIČIŲ MEDAUS KOKYBĖS PARAMETRŲ NUSTATYMAS	
Gintarė Montvilaitė, Nijolė Ružienė, Jolanta Jurkevičiūtė	14
INOVACIJOS MAITINIMO PASLAUGŲ VERSLE	
Danutė Jakštienė.....	20
CHLOROFILAS IR KAROTINOIDAI ARBATOJE	
Milda Filmanavičiūtė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė.....	25
VILNIAUS MIESTO ŠALTINIŲ VANDENS KOKYBĖS STEBĖSENA	
Eglė Penkaitytė, Jolanta Jurkevičiūtė, Dalė Židonytė	29
TEMPERATŪROS ĮTAKA ŠARMINGUMO NUSTATYMO REZULTATUI	
Rūta Balčiūnaitė, dr. Inga Stankevičienė	36
KOFEINO IR POLIFENOLINIŲ JUNGINIŲ KIEKIO NUSTATYMAS ŽALIOJOJE ARBATOJE	
Gabrielė Šimonytė, Sima Banelytė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė	39
CHLOROFILO DINAMIKA SKIRTINGŲ VEISLIŲ TUJOSE	
Milda Filmanavičiūtė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė.....	44
BENDRO ANTOCIANINŲ KIEKIO NUSTATYMAS UOGOSE	
Kristina Žalandauskaitė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė.....	50
LIESEGANG'O ŽIEDŲ SUSIDARYMAS	
Edgaras Vasiljevas, Dalia Ivanova, Regina Ivaško, dr. Inga Stankevičienė	54
SULFATŲ NUSTATYMO VANDENYJE SKIRTINGAIS SPEKTROFOTOMETRAIS REZULTATŲ PALYGINIMAS	
Gintarė Montvilaitė, dr. Inga Stankevičienė.....	58

IGNALINOS RAJONO VAIŠNIŪNŲ KAIMO ŠALTINIO VANDENS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS PAGAL BIOGENINIŲ MEDŽIAGŲ IR BENDROSIOS MINERALIZACIJOS RODIKLIUS

Gintarė Meidūnaitė, Dalė Židonytė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Lietuvos gelmėse glūdi didžiuliai kiekiai požeminio vandens, kuris per šaltinius išteka į aplinką. Šaltiniai puikiai charakterizuoja požeminio vandens kokybę, kurią geriausiai nusakantys rodikliai yra biogeninės medžiagos, bendrasis vandens kietumas, bendroji mineralizacija. Nuo seno legendomis apipintas Ignalinos rajono Vaišniūnų kaimo Medžiukalnio šaltinis, kurio vanduo anksčiau analizuotas nebuvo, taigi nuspręsta ištirti minėtas analites šaltinio vandenyje. Gauti rezultatai buvo lyginami su higienos normoje HN 24:2003 nustatytais ribinėmis analizuotų rodiklių vertėmis ir, apibendrinant nustatyta, kad vanduo yra neužterštas, puikios kokybės ir tinkamas kasdieniniam vartojimui.

Pagrindiniai žodžiai: šaltinis, vanduo, amonis, nitratai, bendrasis vandens kietumas, SEL, bendroji mineralizacija.

Temos aktualumas. Lietuva yra viena iš nedaugelio Europos šalių, savo gelmėse turinti milžinišką turtą – požeminį vandenį. Šalies teritorija yra Baltijos arteziniame baseine ir apie pusę jo išteklių tenka Lietuvai. Viena iš gruntinio vandens rūšių yra požeminis vanduo, o jo cheminę būklę geriausiai charakterizuoja šaltiniai. Šaltiniai paprastai susidaro tose vietose, kur požeminio vandens horizontus kerta įvairios reljefo formos: ežerų duburiai, slėniai, raguvos. Taip pat jie gali susidaryti dėl geologinių – struktūrinių vietovės ypatumų ar uolienu filtracijos. Pagal Lietuvos geologijos tarnybos parengtą šaltinių ir versmių sąvadą, daugiausiai šaltinių yra susitelkę pietryčių Lietuvoje. Šiame darbe tirtas Aukštaitijos Nacionalinio Parko teritorijoje, Ignalinos rajone šalia Vaišniūnų kaimo esančio Medžiukalnio šaltinio vanduo, kuris garsėja itin švarių versmių vandeniu. Geriausiai vandens kokybę apsprendžiančios analitės yra bendrasis vandens kietumas arba savitasis elektrinis laidis, kuris parodo bendrąją vandens mineralizaciją, taip pat biogeninės medžiagos, t.y., amonio, nitratų bei nitritų kiekis, pagrindiniai jonai (sulfato, chlorido) ir mikroelementai. Įvertinus šių analizių kiekių šaltinio vandenyje galima spręsti apie jo tinkamumą vartojimui.

Darbo tikslas. Įvertinti šaltinio vandens kokybę pagal biogeninių medžiagų ir bendrosios mineralizacijos rodiklius.

Uždaviniai:

1. Atlikti požeminio vandens kokybę lemiančių veiksnių atsiradimo gruntiniame vandenyje priežasčių ir duomenų analizę;
2. Atlikti Ignalinos rajono Vaišniūnų kaimo šaltinio vandens analizę, įvertinti ir palyginti gautus rezultatus.

Tyrimo objektas. Ignalinos rajono Vaišniūnų kaimo Medžiukalnio šaltinio vanduo.

Tyrimo metodai: literatūros ir informacijos šaltinių analizės, konduktometrinis ir spektrofotometrinis.

Teorinė dalis. Vandens kokybę charakterizuojantys rodikliai skirstomi į fizikinius ir cheminius. Fizikiniams vandens kokybės rodikliams priskiriama: temperatūra, savitasis elektrinis laidis (SEL), drumstumas, spalva, kvapas, skonis. Žmogaus jutimo organais nustatomi fizikiniai vandens kokybės rodikliai (skaidrumas, kvapas ir skonis), kurie dar vadinami organoleptiniais rodikliais [1].

Savitasis elektrinis laidis (SEL) charakterizuoja vandeninių tirpalų sugebėjimą praleisti elektros srovę. SEL priklauso nuo tirpale esančių jonų, jų krūvio, judrumo, koncentracijos, taip pat tirpalo temperatūros bei klampumo. Iš esmės SEL, esant tai pačiai temperatūrai, yra tiesiog proporcingas tirpalo joninei jėgai. Geriamojo vandens higienos normoje HN 24:2003 specifikuota SEL vertė yra 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. SEL labai informatyvus vandens kokybės rodiklis, kadangi jį išmatavus

galima spręsti apie bendrąją vandens mineralizaciją. Pirmiausia apskaičiuojama sausoji liekana, čia tinka ši lygybė:

$$\text{Sausoji liekana (mg/l)} = \text{SEL } (\mu\text{S/cm}) \cdot 0,57 \quad (1)$$

Žinant hidrokarbonatinį vandens šarmingumą galima nesunkiai apskaičiuoti bendrąją mineralizaciją:

$$\text{Bendroji mineralizacija (mg/l)} = \text{sausoji liekana (mg/l)} + 0,5 \cdot \text{HCO}_3^- \text{ (mg/l)} \quad (2)$$

Cheminiams vandens kokybės rodikliams priskiriama: drumstumas, kietumas, šarmingumas, vandeninio jonų koncentracijos rodiklis pH, oksidacijos – redukcijos potencialas E_h , biogeninės medžiagos [1].

Kietumą vandeniui suteikia tirpios kalcio ir magnio druskos. Vandens kietumas reiškiamas miliekvivalentais litrai (mekv/L), tai yra, suminis kalcio ir magnio druskų (jonų) miliekvivalentų skaičius viename litre vandens arba milimoliais litrai (mmol/L), tai suminis kalcio ir magnio druskų (jonų) milimolių skaičius viename litre vandens. Geriamojo vandens higienos norma HN 24 vandens kietumo neriboja, kadangi nėra objektyvių duomenų rodančių, jog labai kietas vanduo kenkia sveikatai. Vandens kietumo sudėtis reiškiamą lygtimi:

$$\text{Kietumas (mg/l)} = 2,5 [\text{Ca}^{2+} \text{ (mg/l)}] + 4,1 [\text{Mg}^{2+} \text{ (mg/l)}] \quad (3)$$

Didėjant druskų kiekiui vandenyje, proporcingai didėja ir jo savitasis elektros laidis. Turint omenyje, kad geriamajame vandenyje daugiausiai yra tirpių kalcio ir magnio druskų, kurios lemia vandens kietumą, galima teigti, kad savitasis elektros laidis yra proporcingas vandens kietumui [2].

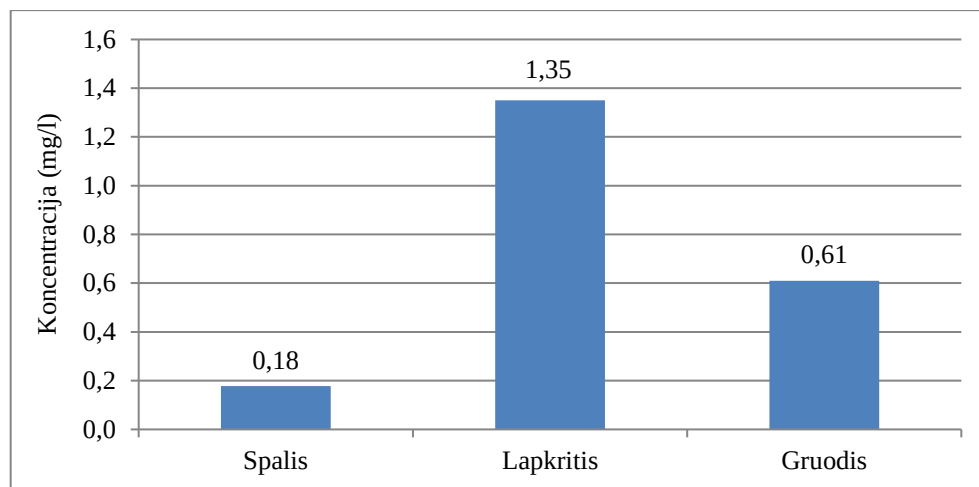
Biogeninėms medžiagoms priskiriamos įvairios azoto formos (amoniakinis, nitrito, nitrato azotas), fosforas, silicis, geležis ir kai kurie mikroelementai, sudarantys pirminę grandį organizmų mitybos grandinėje. Vandens kokybei svarbiausi yra tie azoto junginiai, kurie susidaro vandenyje ir grunte (vėliau išskalaujami iš jo) irstant augalinės ir gyvūninės kilmės organinėms medžiagoms (susidaro amoniakas ir jonizuota jo forma – amonis, kurie oksiduodamiesi virsta ir pradžių nitritais, vėliau nitratais) arba redukuojantis irimo liekanoms (susidaro amonis) [1].

Paviršiniam vandeniui filtruojantis gilyn į orui neprieinamus žemės sluoksnius ir biologiniams procesams išieškojus visą ištirpusį deguonį, prasideda nitratų ir nitritų redukcija, kuri dar vadinama denitrifikacija. Atskeltas deguonis paprastai sunaudojamas hidrokarbonatų ir anglies dioksido susidarymui, o azotą vandenilis toliau redukuoja iki amonio. Amonis nekelia tiesioginės grėsmės žmonių sveikatai, tačiau atsižvelgiant į jo galimybę susidaryti nitritams, sveikatos apsaugos tarnyba apriboja amonio koncentraciją geriamajame vandenyje iki 0,5 mg/l. Nitritai ir nitratai geriamajame vandenyje nepageidautini dėl kenksmingumo sveikatai. Vartojant vandenį, kuriame dideli nitritų kiekiai, kraujyje atsiranda methemoglobino, kuris sukelia deguonies stygių organizme. Pagal higienos normos HN 24: 2003 reikalavimus geriamajame vandenyje nitritų neturi būti daugiau kaip 0,50 mg/l, o nitratų – ne daugiau kaip 50 mg/l [1].

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas. Šaltinio vandens tyrimai buvo atlikti 2016 metų spalio, lapkričio ir gruodžio mėnesių pirmomis dienomis Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto laboratorijoje. Šaltinio vandens kokybė buvo vertinama pagal nitratų ir amonio jonų, bendrojo vandens kietumo, savitojo elektrinio laidumo (SEL) ir bendros mineralizacijos rodiklius. Rezultatų kokybei užtikrinti iš šaltinio vandens ėminių buvo paruošiama po 2 – 3 mėginius ir tyrimo rezultatai apskaičiuojami iš gautų rezultatų vidurkio.

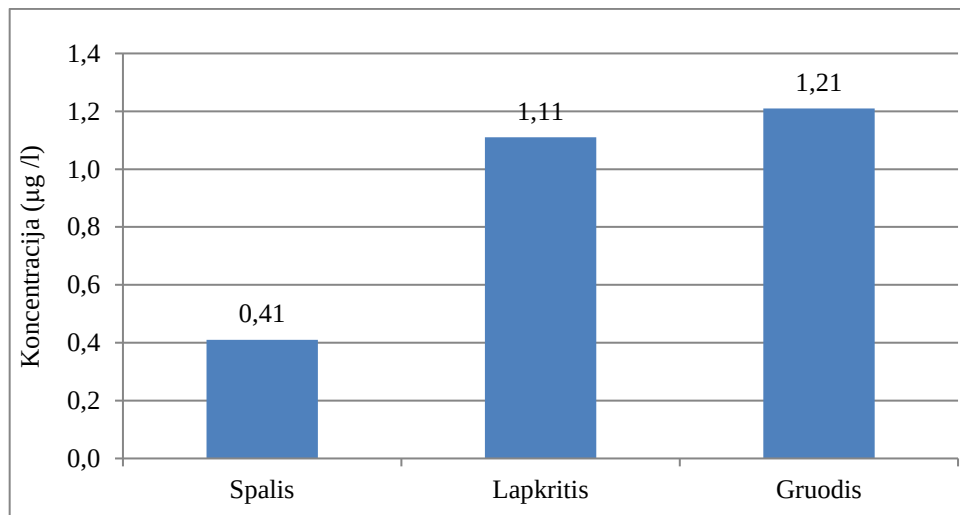
Nitratų kiekiui nustatyti naudotas spektrometrinis metodas LST ISO 7890-3:1984 „Vandens kokybė. Nitratų kiekio nustatymas vartojant sulfosalicilo rūgštį“. Vidutinė nitratų koncentracija kito taip: spalį – 0,1773 mg/l, lapkritį – padidėjo 7,6 karto t.y., iki 1,35 mg/l, o gruodžio mėnesį, lyginant su spalio, padidėjo 3,4 karto t.y., iki 0,61 mg/l. Vidutinė 3 mėnesių nitratų koncentracija – 0,71 mg/l

ir ji, toli gražu, neviršija higienos normoje HN 24:2003 nustatytos ribinės 50 mg/l vertės. 1 pav. pavaizduota nitratų jonų koncentracijos kaita Medžiukalnio šaltinio vandenyje.



1 pav. Vidutinė nitratų koncentracija, mg/l Medžiukalnio šaltinio vandenyje skirtingais mėnesiais

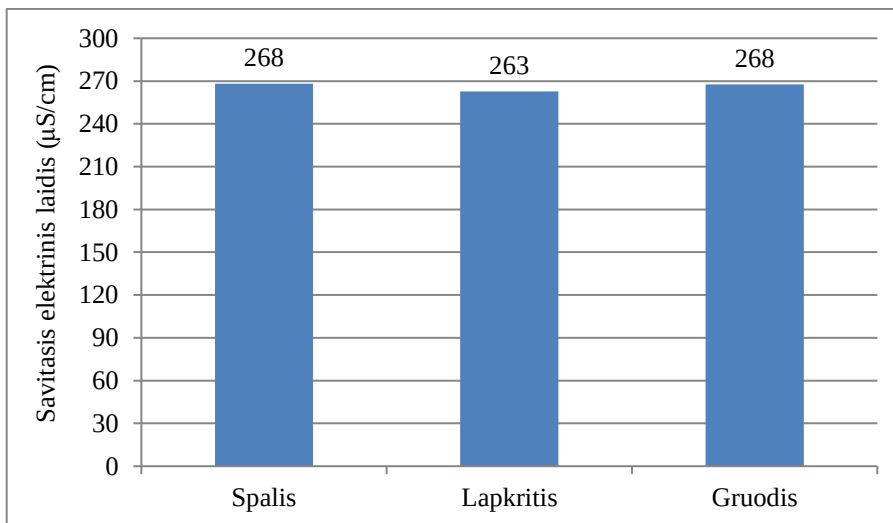
Amonio kiekio nustatymui naudotas LST ISO 7150-1:1998 „Vandens kokybė. Amonio kiekio nustatymas, I-oji dalis. Rankinis spektrometrinis metodas“. Nustatyta vidutinė amonio koncentracija spalį – 0,41 $\mu\text{g/l}$, lapkritį – padidėjo 2,7 karto t.y., iki 1,11 $\mu\text{g/l}$, o gruodį, lyginant su spalio mėnesiu, padidėjo beveik 3 kartus t.y., iki 1,21 $\mu\text{g/l}$. 2 pav. pavaizduota amonio jonų koncentracijos kaita Medžiukalnio šaltinio vandenyje. Vidutinė 3 mėnesių laikotarpiu nustatyta amonio koncentracija yra 0,91 $\mu\text{g/l}$ ir ji neviršijo higienos normoje HN 24:2003 nustatytos ribinės 0,50 mg/l vertės.



2 pav. Vidutinė amonio koncentracija ($\mu\text{g/l}$) Medžiukalnio šaltinio vandenyje skirtingais mėnesiais

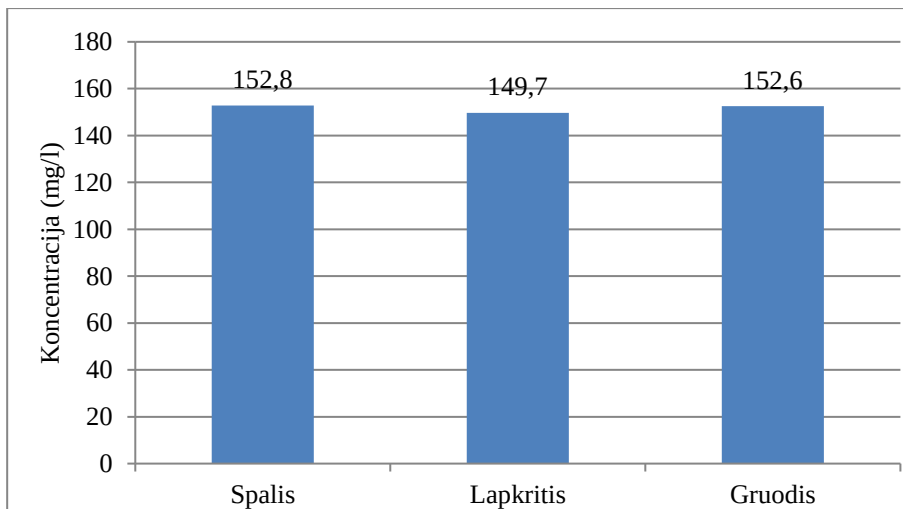
Savitojo elektrinio laidžio (SEL) nustatymui naudotas metodas – LST EN 27888:2002 „Vandens kokybė. Savitojo elektrinio laidžio nustatymas“. Iš gautų SEL rezultatų pasinaudojus (1) formule, apskaičiuota bendra geriamojo vandens mineralizacija. Gamtiniais vandenimis, kuriuose vyrauja Ca^{2+} ir Mg^{2+} katijonai bei HCO_3^- anijonai (hidrokarbonatiniai vandenys), F reikšmė labai nežymiai svyruoja ir jos skaitinė reikšmė – 0,57.

Gautos šaltinio vandens SEL vertės, pavaizduotos 3 pav. pateiktoje diagramoje, visais kartais buvo neženklūs ir neviršijo higienos normoje HN 24:2003 nustatytos specifikuotos rodiklio vertės – 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



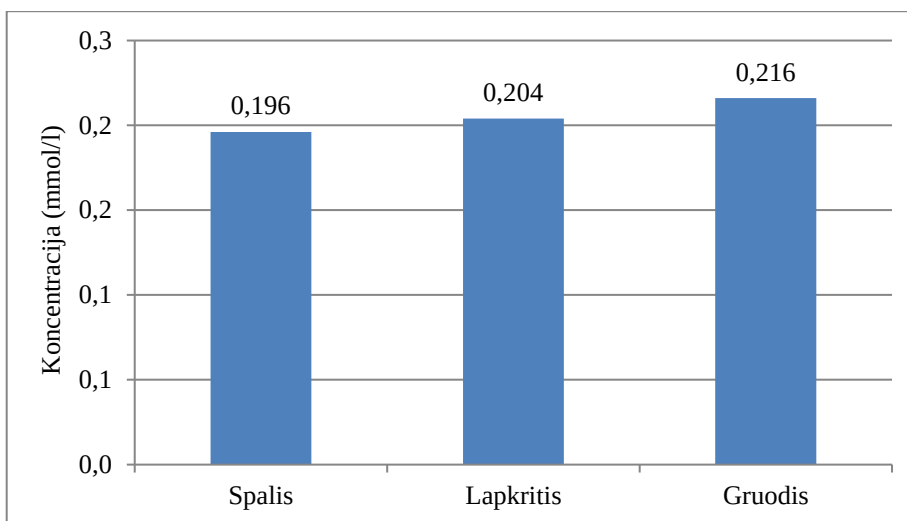
3 pav. Savitojo elektrinio laidžio (SEL) vertės skirtingais mėnesiais

Apskaičiuota vidutinė bendrosios mineralizacijos koncentracija spalio mėnesį – 152,76 mg/l, lapkritį šiek tiek sumažėjo iki 149,74 mg/l, gruodį buvo didesnė – 152,59 mg/l. Vidutinė 3 mėnesių bendroji šaltinio vandens mineralizacija – 151,70 mg/l, tai rodo, kad vanduo yra gėlas. 4 pav. pavaizduota Medžiukalnio šaltinio vandens bendrosios mineralizacijos kaita.



4 pav. Medžiukalnio šaltinio vandens bendroji mineralizacija (mg/l) skirtingais mėnesiais

Bendrojo vandens kietumo nustatymui naudotas LAND 73:2005. „Vandens kokybė. Bendrojo kalcio ir magnio kiekio nustatymas. EDTA titrimetrinis metodas“. Bendrasis vandens kietumas kito taip: spalį – 0,196 mmol/l, lapkritį šiek tiek padidėjo – 0,204 mmol/l, gruodį nežymiai padidėjo ir buvo 0,216 mmol/l. Vidutinis 3 mėnesių bendrasis vandens kietumas – 0,205 mmol/l, toks vanduo laikomas minkštu.



5 pav. Vidutinė kalcio ir magnio koncentracija, mmol/l šaltinio vandenyje skirtingais mėnesiais

Apibendrinimas

Atlikus Ignalinos rajono Vaišniūnų kaimo Medžiukalnio šaltinio vandens tyrimus trijų mėnesių laikotarpiu įsitikinta, kad biogeninių medžiagų kiekis, SEL ir bendroji mineralizacija visais tyrimo atvejais neviršijo leistinų normų, o nustatyti bendrojo vandens kietumo rezultatai parodė, jog vanduo yra minkštas.

Biogeninių medžiagų koncentracijų kitimui įtakos galėjo turėti kritulių kiekis, kadangi lapkričio ir gruodžio mėnesiai buvo lietingesni nei spalio. Bendroji mineralizacija ir bendrasis vandens kietumas kito labai nežymiai, taigi oro sąlygos šių analizių tyrimui įtakos neturėjo.

Literatūros sąrašas

1. JANKAUSKAS, Juozas. Vandens ruošimo chemija: vadovėlis. Vilnius, 2012. ISBN 978-609-457-288-3.
2. *Kietas vanduo*. [interaktyvus]. Vilnius, 2016 [žiūrėta 2016 m. lapkričio 15 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.infes.lt/kietas-vanduo>
3. LST ISO 7150-1:1998 „Vandens kokybė. Amonio kiekio nustatymas, I-oji dalis. Rankinis spektrometrinis metodas“.
4. LAND 73:2005. „Vandens kokybė. Bendrojo kalcio ir magnio kiekio nustatymas. EDTA titrimetrinis metodas“.
5. LST ISO 7890-3:1984 „Vandens kokybė. Nitrato kiekio nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį“.
6. LST EN 27888:2002 „Vandens kokybė. Savitojo elektrinio laidžio nustatymas“.

Summary. A research under the title “Evaluation of spring water quality according to nutrient mineralization and general indicators” in Ignalina district, Vaišniūnai village” was conducted in a chemistry laboratory of Vilniaus Kolegija/University of Applied Sciences, Faculty of Agrotechnologies. In the depths of Lithuania lie a huge quantities of undergroundwater, which flows through the springs in the environment. Springs perfectly characterize the quality of undergroundwater, which is the best describing these indicators: biogenic materials, total water hardness and from this total mineralization of water can be calculated. Since the past Ignalina district Vaišniūnai village Medžiukalnis spring was surrounded by legends, but was never analyzed, so i decided to analyze these indicators of this spring.

The purpose of this is to analyze the quality of this spring water by biogenic materials and indicators of total mineralization. To complete these aims the following objectives were completed: analyze the technical literature about water quality and spring water and it's quality, analyze Ignalina district Vaišniūnai village spring water, evaluate the results and determine it's quality, determine work and environment requirements needed for water analyzing laboratories.

The results were compared with hygiene norm HN 24:2003 determined limits and in conclusion the water was not contaminated, was good quality and suitable for everyday use.

KONSERVANTO E250 NAUDOJIMAS PREKĖS ŽENKLO „UTENOS MĖSA“ GAMINIUOSE

Gintarė Karčiauskaitė, Miglė Karnackaitė, Nijolė Rukštelienė

Utenos kolegija Verslo ir technologijų fakultetas

Anotacija. Maisto priedas E250 naudojamas mėsos gaminiuose, siekiant juos apsaugoti nuo bakterijų, ypač *Clostridium botulinum*, sukeliančios botulizmą, plitimo, o taip pat norint gaminiui suteikti vartotojų mėgiamą rausvą spalvą. Šiame straipsnyje analizuojama, kaip natrio nitritas naudojamas prekės ženklo „Utenos mėsa“ termiškai apdorotuose ir termiškai neapdorotuose mėsos gaminiuose. Tyrimas atliktas Utenos kolegijos Verslo ir technologijų fakulteto maisto chemijos laboratorijoje pamatiniu nitritų kiekiu mėsoje ir mėsos produktuose nustatymo metodu, apibrėžtu Lietuvos standarte LST ISO 2918:1997 „Mėsa ir mėsos produktai. Nitritų kiekio nustatymas (pamatinis metodas)“. Nustatyta, kad dešimtyje tirtų šio ženklo gaminių, nitritų kiekis yra nuo 1 % iki 25 % reglamentuoto didžiausio leidžiamo kiekio. Didesnis nitritų kiekis naudojamas termiškai apdorotuose mėsos gaminiuose (virtose dešrelėse ir karštai rūkytose dešrose), išskyrus sterilizuotus paštetus, kuriuose aptinkami tik nitrito pėdsakai (apie 1% didžiausio leidžiamo kiekio). Termiškai neapdorotuose, tai yra šalta rūkytuose mėsos gaminiuose, nitritų nustatyta 2-7 % didžiausio leidžiamo kiekio. Straipsnyje daroma išvada, kad nitritai prekės ženklo „Utenos mėsa“ gaminiuose naudojami labai atsakingai ir saugiai.

Pagrindiniai žodžiai: konservantas E250, nitritai, „Utenos mėsa“.

Įvadas. Gamintojai naudoja maisto priedus, nes nori gaminti išvaizdžius, ilgai išsilaikančius, tinkančius transportuoti ir pigius produktus, tuo tarpu vartotojai nori gauti geros kokybės maisto produktus, todėl daugelis labai kreipia dėmesį į maisto priedus, atidžiai skaito etiketes. Dažnu atveju vartotojai bijo maisto priedų, žymimų raide E, nes mano, kad jie yra kenksmingi mūsų sveikatai. Todėl argumentuota, su gamyba nesusijusių tyrėjų nuomonė gali pasitarnauti formuojant teigiamą vartotojų požiūrį.

Maisto priedai naudojami norint apsaugoti maisto produktus ir žaliavas nuo žalingų aplinkos veiksnių (temperatūros svyravimo, mikroorganizmų, oksidacijos); išsaugoti maisto produktų maistinę vertę (apsaugoti nuo vitaminų, nesočiųjų riebiųjų rūgščių, aminorūgščių skilimo); patenkinti vartotojų specifinius mitybos poreikius (pvz., gaminti žemo kaloringumo maisto produktus); pagerinti maisto produktų savybes (spalvą, skonį) [6].

Maisto priedas E250 yra natrio nitritas, dedamas į mėsos produktus, fermentinius sūrius ir kitus gaminius. Nitritų naudojimą minėtuose gaminiuose 2002 m. nagrinėjo prof. S. Urbienė ir kiti mokslininkai [8]. Panašus tyrimas 2017 m. atliktas Utenos kolegijoje, o tyrimo rezultatai analizuojami šiame straipsnyje.

Darbo tikslas. Nustatyti konservanto E250 kiekį prekės ženklo „Utenos mėsa“ gaminiuose.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti konservanto E250 poveikį mėsos gaminiams ir teisinį jo naudojimo reglamentavimą.
2. Nustatyti konservanto E250 kiekį termiškai apdorotuose ir termiškai neapdorotuose prekės ženklo „Utenos mėsa“ gaminiuose.

Konservantas E250 yra natrio nitritas NaNO_2 . Tai balta ar gelsva kristalinė medžiaga. Natrio nitritas labai tirpus vandenyje, gerai sugeria oro drėgmę. Ši druska gali būti iškasama arba gaunama cheminiu būdu. Natrio nitritas naudojamas kaip mėsos ir žuvies spalvos fiksatorius, išsaugantis rausvą spalvą ir kaip konservantas, stabdantis bakterijų, sukeliančių botulizmą, augimą.

Palyginus su kitomis toksiškomis medžiagomis, nitritai nėra labai pavojingi cheminiai junginiai. Vis tik didesni nitritų kiekiai gali labai pakenkti žmogaus sveikatai, nes virškinamajame trakte nitritai rezorbuojami į kraują ir oksiduoja hemoglobino divalenčius geležies jonus į trivalenčius. Kraujo hemoglobinas virsta methemoglobinu, kuris negali prisijungti deguonies, todėl audiniuose deguonies pradeda trūkti, vystosi hipoksija. Tai yra greičiausias ir aiškiausias nitritų toksiškumo pasireiškimas žmogaus organizme. Taip pat įrodyta, kad iš nitritų, aminų ir amidų

žmogaus skrandyje gali susidaryti nitrozojunginiai, kurie yra mutageniški ir kancerogeniški [9]. Viena svarbiausių nitrozojunginių susidarymo sąlyga yra aukštesnė nei 110 °C temperatūra, todėl nitritų neleidžiama naudoti dešrelių, skirtų kepimui, gamyboje [2].

Siekiant apsaugoti vartotojus nuo galimo kenksmingo maisto priedų poveikio, jų naudojimas maisto pramonėje yra griežtai reglamentuojamas, pagrįstas daugiamečiais specialistų stebėjimais bei tyrimais. Reglamentų reikalavimai yra privalomi visoms šalims narėms. Pagrindiniai reikalavimai maisto priedams išdėstyti 2008 m. gruodžio 16 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamente (EB) Nr. 1333/2008 dėl maisto priedų. Šio dokumento tikslas – užtikrinti, kad maisto priedai būtų saugūs naudoti, kad būtų technologinis jų naudojimo poreikis, priedų naudojimas neturi klaidinti vartotojo ir turi būti naudingas vartotojui [1]. Pakeitimai, aktualūs mėsos gaminiams, padaryti vėlesniuose dokumentuose: Komisijos reglamente (ES) Nr. 1129/2011, kuriame iš dalies pakeistas Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1333/2008 II priedas sudarant Europos Sąjungos (ES) maisto priedų sąrašą ir Komisijos reglamente (ES) Nr. 601/2014, kuriuo iš dalies keičiamos Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1333/2008 II priedo nuostatos dėl mėsos kategorijų ir tam tikrų maisto priedų mėsos pusgaminiuose [3;4].

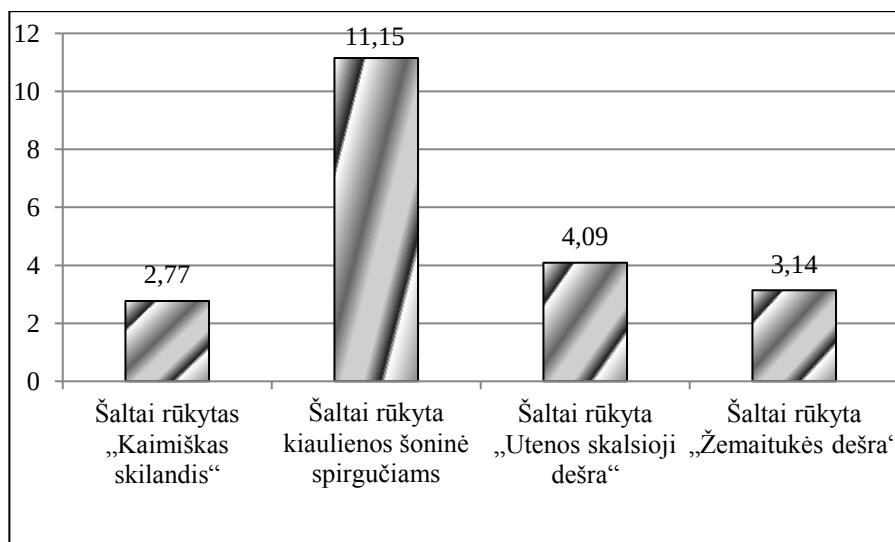
Natrio nitritas, arba maisto priedas E250, maisto produktuose niekada nėra naudojamas grynas, jis naudojamas kaip nitritinės druskos sudedamoji dalis. Nitritinė druska – tai valgomosios druskos NaCl ir natrio nitrito mišinys. Vakuuminiu būdu gaunama labai gryna valgomoji druska, į kurią specialia technologija įterpiamas natrio nitritas tolygiai pasiskirsto visame tūryje. Natrio chloridas tokioje druskoje sudaro daugiau negu 99 %, o natrio nitrito tokioje druskoje yra ne daugiau kaip 0,6 % [7]. Tokia druska yra labai saugi naudoti kaip maisto priedas, nelieka pavojaus ją perdozuoti.

Tyrimo objektas. Buvo tirta dešimt prekės ženklo „Utenos mėsa“ gaminių: termiškai neapdoroti mėsos gaminiai (šaltai rūkytas „Kaimiškas“ skilandis, aukščiausia rūšis; šaltai rūkyta kiaulienos šoninė spirgučiams, pirma rūšis; šaltai rūkyta „Utenos skalsioji dešra“, antra rūšis; šaltai rūkyta „Žemaitukės dešra“, pirma rūšis) ir termiškai apdoroti mėsos gaminiai (virtos dešrelės „Pieniškos“, aukščiausia rūšis; karštai rūkytas servelatas „Lietuviškas standartas“, aukščiausia rūšis; virtos „Giminių“ sardelės, aukščiausia rūšis; virtos „Giminių“ dešrelės, aukščiausia rūšis; sterilizuotas paštetas „Giminių“, aukščiausia rūšis; sterilizuotas paštetas „Lietuviškas standartas“, aukščiausia rūšis).

Tyrimo metodas. Konservantas E250 mėsos gaminiuose nustatytas pagal pamatinį nitritų kiekio mėsoje ir mėsos produktuose nustatymo metodą, apibrėžtą Lietuvos standarte LST ISO 2918:1997 „Mėsa ir mėsos produktai. Nitritų kiekio nustatymas (pamatinis metodas)“ [4]. Nitritų kiekis, nustatomas pagal šią metodiką, išreiškiamas natrio nitrito miligramais produkto kilograme (t.y. milijoninėmis dalimis).

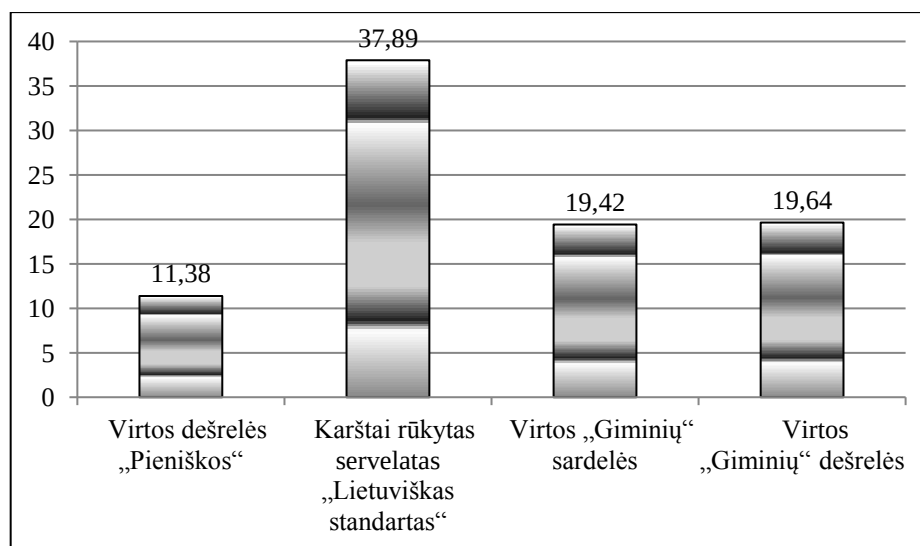
Metodo esmė: karštu vandeniu gaunama mėsos ištrauka, nusodinami baltymai ir filtruojama. Į filtratą dedama sulfanilamido ir *N*-1-naftiletilendiamino dihidrochlorido. Jeigu yra nitritų, tirpalas nusidažo raudona spalva. Atliekami fotometriniai matavimai, kai bangos ilgis yra 538 nm.

Tyrimo rezultatai. Tyrimui buvo atrinkti populiarūs gaminiai, kurie pagal Reglamentą (ES) Nr. 601/2014 priskiriami dviem kategorijoms: 08.3.1 termiškai neapdoroti mėsos gaminiai ir 08.3.2 termiškai apdoroti mėsos gaminiai. Abiems kategorijoms nustatytas didžiausias leidžiamas E250 konservanto kiekis yra 150 mg/kg. Tik sterilizuotiems mėsos gaminiams, kurie priskiriami termiškai apdorotiems, didžiausias leidžiamas nitritų kiekis yra 100 mg/kg. Nustatyta, kad nitritų kiekis termiškai neapdorotuose gaminiuose yra labai mažas ir sudaro vos 2-7 % didžiausio leidžiamo kiekio (1 pav.). Šaltai rūkytose dešrose ir skilandyje nitritų yra vos 2-3 % didžiausio leidžiamo kiekio. Šiek tiek didesnis kiekis nustatytas šaltai rūkytoje kiaulienos šoninėje spirgučiams.



1 pav. Nitritų kiekis termiškai neapdorotuose mėsos gaminiuose (08.3.1 kategorija), mg/kg

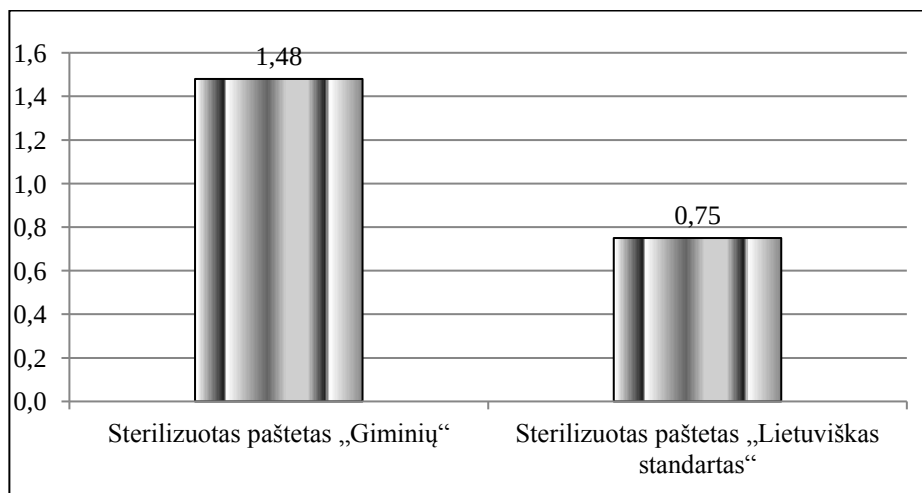
Nitritų kiekis, nustatytas termiškai apdorotuose mėsos gaminiuose: virtose dešrelėse, sardelėse ir karštai rūkytame servelate „Lietuviškas standartas“, yra žymiai didesnis, negu termiškai neapdorotuose gaminiuose, tačiau vis tiek sudaro tik 8-25 % didžiausio leidžiamo kiekio (2 pav.).



2 pav. Nitritų kiekis termiškai apdorotuose mėsos gaminiuose (08.3.2 kategorija), mg/kg

Prof. S. Urbienė, J. Margelytė, G. Garmienė, J. Stankevičiūtė 2002 metais atliktame tyrime taip pat nustatė, kad „nitritų kiekiai rūkytose dešrose yra mažesni, palyginti su nitritų kiekiais, nustatytais virtose dešrelėse ir dešrose“ [8]. Tačiau absoliutūs dydžiai labai skiriasi. 2002 m. nustatytas nitritų kiekis dešrelėse svyruoja nuo 29,6 iki 72,2 mg/kg. Daugiausia nitritų aptikta „Giminių“ dešrelėse, o šiais metais tose pačiose dešrelėse nitritų aptikta 3,7 karto mažiau. Matyt, nitritų į dešreles šiuo metu dedama daug mažiau, nors jų kiekiui gali turėti įtakos ir produkcijos laikymas. Aukščiau minėtame straipsnyje teigiama, kad per 10 produkto laikymo parų nitritų sumažėjo 46-50 %. Rūkytose dešrose 2002 m. nustatyti nitritų kiekiai svyruoja nuo 8,2 mg/kg („Vilniaus lašiniuočiai“) iki 34,8 mg/kg „Utenos mėsa“ dešroje „Raudesa“. 2017 m. šaltai rūkytose dešrose nitritų kiekis nustatytas mažesnis, o karštai rūkytame servelate „Lietuviškas standartas“ nitritų aptikta netgi daugiau – 37,89 mg/kg.

Mažiausia nitritų aptikta sterilizuotuose paštetuose (3 pav.). Nitritų čia yra tik 0,75-1,48 mg/kg, galima teigti tik pėdsakai. Matyt, paštetų gamybos technologija leidžia praktiškai nenaudoti nitritų, nes paštetams nereikalinga rausva spalva, o sterilizavus juos išnyksta ir bakterijų pavojus. Didžiausias leidžiamas nitritų kiekis sterilizuotuose gaminiuose yra 100 mg/kg, tačiau aptikti nitritai sudaro vos 1-1,5% šio kiekio.



3 pav. Nitritų kiekis termiškai apdorotuose (sterilizuotuose) mėsos gaminiuose (08.3.2 kategorija), mg/kg

Atliktas dešimties gaminių tyrimas leidžia teigti, kad „Utenos mėsa“ gaminiuose nitritų yra mažai, jokiame gaminyje nitritų nėra daugiau nei ketvirtadalis didžiausio leidžiamo kiekio. Gamintojai elgiasi atsakingai, laikosi reglamentų reikalavimų, vartotojai gali jaustis saugiai.

Išvados

1. Technologiniu požiūriu maisto priedas konservantas E250 naudingas, nes jis prailgina gaminio galiojimo laiką bei padeda išlaikyti patrauklią raudoną mėsos spalvą, apsaugo produkciją nuo bakterijų *Clostridium botulinum*.
2. Nustatyta, kad prekės ženklo „Utenos mėsa“ gaminiuose nitritų kiekis yra nuo 1 % iki 25 % reglamentuoto didžiausio leidžiamo kiekio. Didžiausias natrio nitrito kiekis nustatytas termiškai apdorotuose mėsos gaminiuose (8-25 % didžiausio leidžiamo kiekio). Mažiausias natrio nitrito kiekis nustatytas sterilizuotuose mėsos produktuose (1-1,5 % didžiausio leidžiamo kiekio). Termiškai neapdorotuose mėsos gaminiuose nustatytas nitritų kiekis sudaro 2-7 % didžiausio leidžiamo kiekio. Tyrimas rodo, kad gamintojai nitritus naudoja labai atsakingai, minimaliais kiekiais, siekdami užtikrinti gaminio saugą ir kokybę bei patenkinti vartotojų poreikius.

Literatūros sąrašas

1. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 1333/2008 dėl maisto priedų. [Elektroninė versija]. Prieiga internetu: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX:02008R1333-20140213>, 2017-03-12.
2. Kepamų mėsos gaminių su nitritine druska galimos rizikos vertinimas. [Elektroninė versija]. Prieiga internetu: <http://www.vartotojai.lt/index.php?id=297>, 2017-03-10.
3. Komisijos reglamentas (ES) Nr. 1129/2011. [Elektroninė versija]. Prieiga internetu: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1129>, 2017-03-13.
4. Komisijos reglamentas (ES) Nr. 601/2014. [Elektroninė versija]. Prieiga internetu: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0601>, 2017-03-18.
5. Lietuvos standartas LST ISO 2918:1997 „Mėsa ir mėsos produktai. Nitritų kiekio nustatymas (pamatinis metodas)“.

6. Maisto priedai. [Elektroninė versija]. Prieiga internetu: <http://vmvt.lt/maisto-sauga/maisto-produktai/maisto-priedai>, 2017-03-15.
7. Nitritinė druska. [Elektroninė versija]. Prieiga internetu: <http://www.druska.lt/druskos-produktai/druska-msos-produktams/item/28-suprasel-nitritin%C4%97-druska.html>, 2017-03-20.
8. Urbienė S., Margelytė J., Garmienė G., Stankevičiūtė J. Nitratų bei nitritų tyrimai fermentiniuose sūriuose ir mėsos produktuose / ISSN1392-0200. Žemės ūkio mokslai. 2002. Nr.1.
9. Urbienė S. (2011). Toksiški junginiai, jų susidarymas aplinkoje ir maiste. Kaunas: Technologija.

Summary. The research “Use of the Preservative E250 in “Utenos Mėsa” Trademark’s Products” has been carried out in Utena University of Applied Sciences Faculty of Business and Technology food-chemistry laboratory in 2017. A food additive E250 is used in meat products, in order to protect them from bacteria, particularly from *Clostridium botulinum* spread, as well as to give the product the consumer favourite pink colour. Use of the preservative E250 was tested in heat-treated and not-heat-treated meat products were tested 10 products. The research was done by reference method of nitrite amount determination in meat and meat products, defined in the Lithuanian standard *LST ISO 2918:1997 „Mėsa ir mėsos produktai. Nitritų kiekio nustatymas (pamatinis metodas)“*/ ISO 2918:1975 “Meat and meat products. Determination of nitrite content (Reference method)”. It was found that nitrite amount is from 1% to 25% of the regulated maximum level in this brand’s products. Increased amount of nitrites used in heat-treated meat products (cooked sausages and hot-smoked sausages), with the exception of sterilized pastes, and there were found only traces of nitrite (about 1% of the maximum usable level). The amount of nitrite in not-heat-treated products (like cold-smoked products) was found 2-7 % of the maximum usable level. The article concludes that nitrites in “Utenos Mėsa” products are used safely and in compliance with the regulations.

BIČIŲ MEDAUS KOKYBĖS PARAMETRŲ NUSTATYMAS

Gintarė Montvilaitė, Nijolė Ružienė, Jolanta Jurkevičiūtė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Medų gamina bitės iš surinkto nektaro ir lipčiaus. Nektaro arba žiedų medus, surinktas iš vienos augalų rūšies, vadinamas monofloriniu, o surinktas iš įvairių augalų – polifloriniu. Medaus kokybė priklauso nuo daugelio faktorių: medaus kilmės, klimato sąlygų, surinkimo laiko, drėgmės bei jo laikymo sąlygų. Išanalizuoti 6 skirtingų rūšių medaus kokybės parametrai: bendras drėgmės kiekis, pH, HMF, laisvųjų rūgščių bendras kiekis meduje. Atlikus medaus mėginių tyrimą, nustatyta, kad geriausiai reikalavimus tiriamiesiems parametrams atitiko dobilų medus. Tyrimo metu išsiaiškinta, kad nėra labai žymaus skirtumo tarp monoflorinio ir poliflorinio medaus, nes šių rūšių medaus rodikliai labai panašūs. Taip pat pastebėta, kad labai svarbios medaus laikymo sąlygos. Medus, kuris buvo laikomas nesandariuose induose, turi didžiausią drėgmės kiekį, kas skatina rūgimo procesus jame ir trumpina galiojimo laiką.

Pagrindiniai žodžiai: medus, drėgnumas, pH, hidroksimetilfurfuralis, rūgštingumas.

Įvadas. Tikras bičių medus yra saldi medžiaga, kurią bitės pagamina iš žieduose esančio nektaro. Šią medžiagą bitės surenka, perdirba ir supila į korius. Čia ji subręsta ir virsta tikru bičių medumi. Iš kitų šaltinių bičių paimta saldi medžiaga nėra tikras bičių medus. Medus, kaip ir kiti bičių produktai, jau nuo seniausių laikų buvo vartojamas liaudies medicinoje ir maistui. Medumi buvo gydomos gerklės ligos, kosulys, votys, dezinfekuojamos žaizdos. Pirmykštis žmogus bičių medų kopinėdavo iš medžių drevių ir uolų plyšių. Vėliau, vystantis civilizacijai, atsirado bitininkystė kaip atskira žemės ūkio šaka, ištobulėjo medaus gamyba. Medų imta vartoti ne tik maistui, vaistams, bet ir kosmetikai [1].

Tyrimai atlikti 2017 m. sausio mėnesį Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto chemijos laboratorijoje spektrofotometrinio, difrakcinio, konduktometrinio ir titrimetrinio analizės metodais.

Darbo tikslas. Nustatyti medaus kokybės parametrus išmatuojant skirtingų medaus rūšių bendrą drėgmės kiekį, laisvųjų rūgščių kiekį, pH ir hidroksimetilfurfuralio kiekį.

Medus – saldi medžiaga, naminių bičių gaminama iš augalų nektaro, augalų gyvųjų dalių išskyrų arba ant augalo gyvųjų dalių likusių augalais mintančių vabzdžių išskyrų, kurias bitės surenka, perdirba, papildydamos specifinėmis savo medžiagomis, sunėša į korius, padeda išgarinti drėgmę ir palieka koriuose subręsti [4]. Tai natūralus saldiklis. Medaus pagrindą sudaro ir saldų skonį suteikia jame esanti gliukozė ir fruktozė. Nektaras į bičių medaus skilvelį patenka susimaišęs su seilėmis, čia nektare esanti sacharozė yra veikama fermentų ir skyla į gliukozę ir fruktozę. Perdirbtą nektarą bitės supila į korius, kur jis pilnai subręsta ir tampa medumi. Nektaro arba žiedų medus, surinktas iš vienos augalų rūšies, vadinamas monofloriniu, o surinktas iš įvairių augalų – polifloriniu. Monoflorinio medaus biologinis poveikis organizmui nevienodas. Meduje yra apie 19 % vandens, angliavandenių, iš kurių daugiausiai – fruktozės ir gliukozės (po 33-40 %). Taip pat meduje yra 1,5-5 % sacharozės, 5-10 % maltozės, kitų cukrų, mineralinių medžiagų (geležies, kalio, kalcio, magnio, natrio) bei kitų medžiagų (tiamino, riboflavino, vitamino C, niacino, pantoneno rūgštis ir kt.). Meduje yra nedideli kiekiai fermentų, fitoncidų, hormonų, aromatinių bei baktericidinių medžiagų. Medus turi antioksidacinių savybių. Jo antibakterines savybes daugiausia lemia fermentas gliukozės oksidazė, kuriam dalyvaujant, gliukozė skyla į gliukono laktoną ir vandenilio peroksidą. Subrendęs, švariai išsuktas, į švarius indus išpilstytas, nuo sąlyčio su oru apsaugotas medus savo vertingąsias savybes išsaugo metų metus. Vis dėlto gydymui rekomenduojama vartoti ne senesnę kaip vieno metų medų [1].

Medų apibūdina organoleptiniai medaus kriterijai.

Spalva. Medaus spalvinė gama gana plati. Nektaro medus gali būti nuo skaidrios bespalvės iki tamsiai rudos spalvos su įvairiais atspalviais. Medaus spalva priklauso nuo metų laiko, bičių rūšies, korų senumo. Kristalizuodamas medus šviesėja, o laikomas aukštoje temperatūroje tamsėja [6].

Kvapas. Medaus kvapas arba aromatas priklauso nuo jame esančių eterinių aliejų. Kiekvienos medaus rūšies specifinį kvapą nulemia žiedų nektaras, laikymo sąlygos, meduje esančios priemaišos. Kvapas silpsta kai medus pradeda rūgti, yra kaitinamas, ilgai laikomas. Pagal medaus

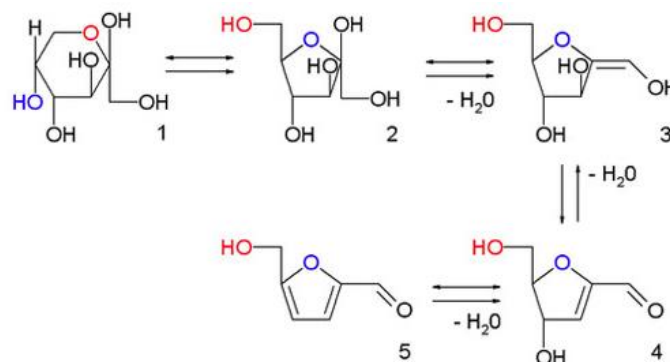
kvapą galima spręsti apie medaus kilmę. Labai geras aromatas yra liepų, aviečių, akacijų ir kt. augalų žiedų medaus [6].

Skonis. Visų bičių medaus rūšių skonis maloniai saldus su silpnu rūgštumo prieskoniu, kuris priklauso nuo botaninės kilmės. Kartoką prieskonį gali turėti lipčiaus, kaštonų, gluosnių ir tabako medus [6].

Konsistencija. Medaus konsistencija priklauso nuo medaus cheminės sudėties, laikymo trukmės, laikymo sąlygų, kristalizacijos laipsnio. Šviežias 4-10 savaičių medus yra skystas (gautas centrifugavimo būdu). Vėliau prasideda kristalizacijos procesas, medaus klampumas padidėja. Medaus kristalizacija – natūralus procesas, nebloginantis medaus sudėties [6].

Yra keletas medaus rūšių: Aviečių, dobilų, grikių, liepų, lipčius, miško, pienių, pievų, rapsų, vaismedžių (pavasarinis), viržių [3].

Hidroksimetilfurfuralis (HMF). Medaus kokybei įtakos turi medaus laikymo sąlygos. Literatūros šaltiniuose teigiama, kad šviežiam meduje HMF neaptinkamas. Vienas iš rodiklių, atspindinčių medaus paruošimo ir laikymo sąlygas yra 5-hidroksimetilfurfuralis (HMF). Šis junginys susidaro skylančiam medaus heksozėms – gliukozei ir fruktozei ir susidarant trims vandens molekulėms, todėl meduje gali padidėti drėgmės kiekis. HMF susidarymas ir drėgmės padidėjimas meduje yra procesas, neigiamai veikiantis medaus kokybę. HMF atsiradimą meduje sąlygoja 3 pagrindinės priežastys – medaus šildymas, ilgas medaus laikymas kambario temperatūroje, invertuoto sirupo priemaišos meduje. Tinkamame vartoti meduje HMF gali būti ne daugiau kaip 40 mg/kg. Jeigu rodiklis viršijamas, tai parodo, kad buvo neužtikrinamos medaus laikymo sąlygos [6].



1 pav. Hidroksimetilfurfuralio susidarymo schema [7]

Bendras drėgmės kiekis. Kai medus yra išsuktas iš korių, pagrindinis dalykas, turintis įtakos medaus kokybei, yra bendras drėgmės kiekis, kuris neturi viršyti 20 procentų. Jei medus buvo sukamas užakiuotas, tikėtina, problemų dėl drėgmės tikrai nekils. Tačiau, jei medaus paviršiuje atsiranda vandens burbuliukų, toks medus ilgainiui gali pradėti rūgti. Medus turi savybę sugerti kvapus ir vandenį, tad reikia jį laikyti sandariuose induose ir taip jis ilgiau išlieka šviežias. Drėgnesnis, negu 20 proc. medus gali pradėti sluoksniuotis ir gesti [2].

Laisvųjų rūgščių bendras kiekis meduje. Tai bendras laisvų organinių rūgščių ir laktonų kiekis, esantis meduje. Meduje yra organinių rūgščių – sviesto, citrinų, pieno, gintaro, apie 18 įvairių amino rūgščių. Gliukonio rūgštis meduje susidaro veikiant fermentui gliukooksidazei, ji pasižymi medaus kvapą sustiprinančiomis savybėmis. Pridėjus medaus į rūgščius maisto produktus, rūgštumo pojūtis gerokai sumažėja. Laisvųjų rūgščių bendras kiekis meduje turi būti ne didesnis kaip 50 mekv/kg. Jeigu šis rodiklis viršijamas, tai rodo meduje vykstantį rūgimo procesą. Tokiame meduje atsiranda putos ir dujų burbuliukai, jaučiamas specifinis kvapas ir prieskonis [2].

pH. Meduje randama organinių rūgščių: pieno, obuolių, vyno, citrinų, oksalo, įvairių mineralinių junginių, o jei medus pradeda gesti – skruzdžių rūgštis. Medaus terpė rūgšti – pH – 3,4-

6,1. Rūgšti medaus terpė yra nepalanki bakterijoms daugintis, taip pat tai parodo, kad nėra susidariusių papildomų junginių, kurie keistų medaus pH ir kokybę [2].

Medaus kokybė nustatoma vadovaujantis Analizės metodais medaus sudėčiai nustatyti, patvirtintais Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2000 m. sausio 10 d. įsakymu Nr. 5 „Dėl Analizės metodų medaus sudėčiai nustatyti patvirtinimo“ [4].

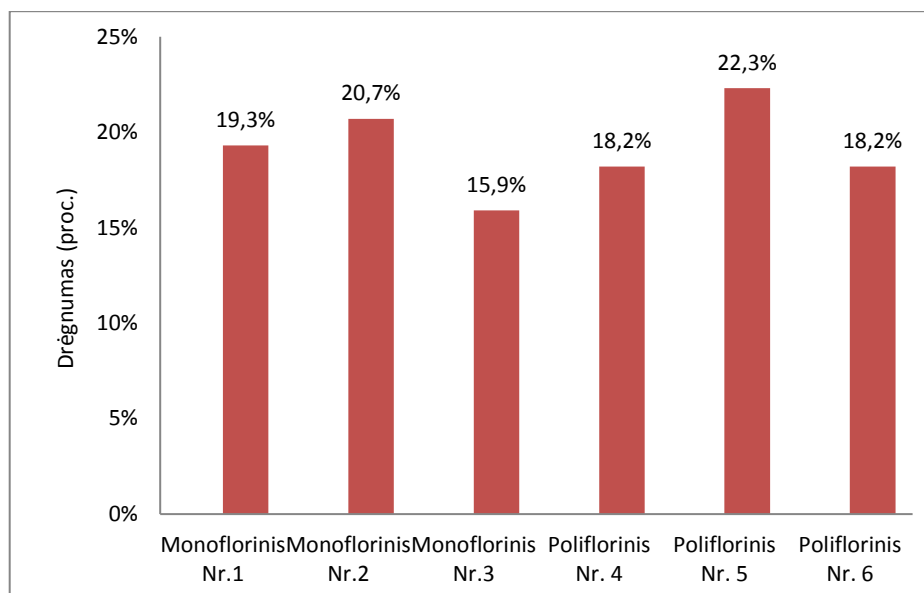
Tyrimo objektas. Tyrimams pasirinktas skirtingų rūšių ir kilmės medus.

Tyrimo metodai: bendras drėgmės kiekis meduje nustatytas refraktometrinio metodu (refraktometras Refracto 30P, Mettler Toledo). Nesusikristalizavęs medus išmaišomas, o susikristalizavęs – šildomas ~ 30 min. ne aukštesnėje kaip 60 °C temperatūros vandens vonioje. Refrakcijos indeksas matuojamas esant 20 °C temperatūrai [6]. Laisvųjų rūgščių bendras kiekis meduje nustatytas neutralizacijos metodu (skaitmeninė biuretė Digital III, Brand). 10 g ± 0,01 g medaus mėginio ištirpinama 75 ml dejonizuoto vandens, titruojama 0,1 mol/l natrio šarmo tirpalu iki rožinės spalvos, kuri išlieka stabili ~10 s, indikatorius – fenolftaleinas. Laisvųjų rūgščių bendras kiekis meduje apskaičiuotas pagal formulę $R = 10 \cdot V$, čia: R – medaus rūgštingumas (mekv/kg), V – 0,1 mol natrio šarmo kiekis sunaudotas neutralizuoti 10 g medaus [6]. Hidroksimetilfurfuralis nustatytas spektrofotometrinio metodu pagal White, J.W. (UV/RŠ spektrofotometras UltroSpec 1100, Scintech Instruments LLC). 5 g ± 0,01 g medaus mėginio ištirpinama 25 ml dejonizuoto vandens, perpilama į 50 ml matavimo kolbą, įpilama 0,5 ml Carrez I ir 0,5 ml Carrez II tirpalų. Tirpalo putojimui sumažinti įlašinama 2 – lašai 70 % etilo alkoholio. Tirpalas filtruojamas per popierinį filtrą (porų dydis 3 – 5 μm). Į 2 mėgintuvėlius įpilama po 5 ml medaus filtrato. Į vieną mėgintuvėlį įpilama 5 ml dejonizuoto vandens, o į kitą – 5 ml 0,2 % natrio bisulfito tirpalo. UV/RŠ spektrofotometru išmatuota mėginio šviesos sugertis esant 284 nm ir 336 nm bangos ilgiams, palyginamasis tirpalas – 0,2 % natrio bisulfito tirpalas, naudotos 10 mm polimetilmetaakrilato (arba tiesiog plastikinės kiuvetės UV sričiai) kiuvetės. HMF kiekis apskaičiuotas pagal formulę $C = \frac{(A_{284} - A_{336}) \cdot 74,87}{m}$, čia: C – HMF kiekis (mg/100 g); ($A_{284} - A_{336}$) – šviesos sugerties skirtumas,

esant skirtingiems šviesos bangų ilgiams; m – mėginio masė (g); 74 – koeficientas. Medaus pH nustatytas elektrometriniu metodu (automatinis titratorius DL15, Mettler Toledo) [9].

Tyrimo rezultatai. Tyrimams buvo naudojamas 6 skirtingų rūšių 2015 m. vasarą surinktas medus. Monoflorinis Nr. 1 – Grikių; Nr. 2 – Liepų; Nr. 3 – Dobilų. Poliflorinis – Nr. 4; Nr. 5; Nr. 6.

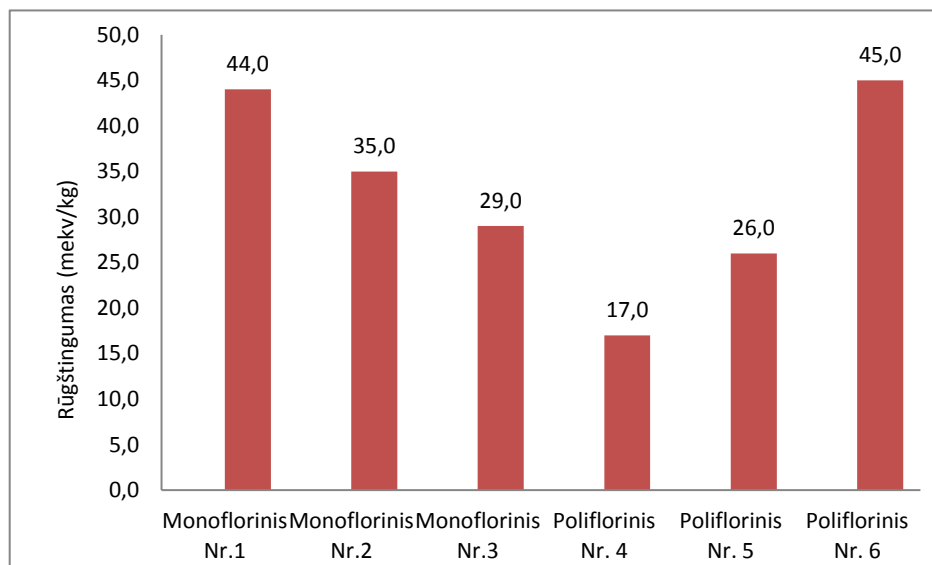
Daugiausiai drėgmės rasta Nr. 5 meduje. Šiame meduje bendras drėgmės kiekis siekia 22,30 %. Antras pagal dydį rezultatas yra liepų medus. Drėgmės kiekis siekia 20,70 %. Abu rezultatai viršija 20 % normą, tad šiam medui yra rizika surūgti. Arčiausiai ribinės vertės yra grikių medus – 19,30 %, tuomet pagal rezultatą daug drėgmės turi Nr. 6 ir Nr. 5 – 18,20 %, mažiausiai drėgmės turi dobilų – 15,90 %. Šis parametras apibūdina medaus laikymo sąlygas, tikėtina, kad medus kurio drėgmė yra didelė, galėjo būti laikomas nesandariuose induose.



2 pav. Bendras drėgmės kiekis meduje (proc.)

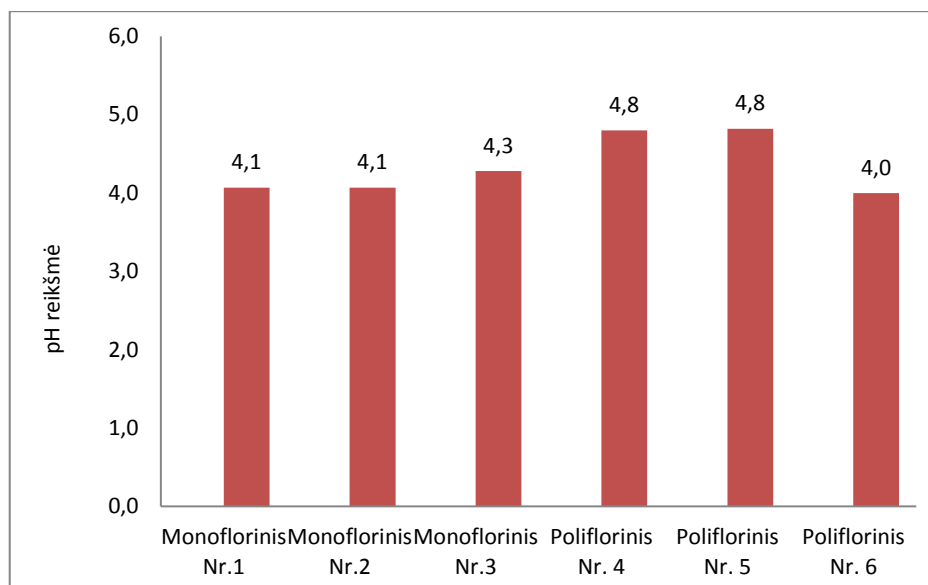
Nustatant potencialųjį (titruojamąjį) rūgštingumą, nustatomas produkte esantis bendrasis rūgščių junginių kiekis. Maisto produkto rūgštingumas priklauso nuo organinių rūgščių, rūgščių anhidridų, rūgščių druskų kiekio [5].

Nustatant laisvųjų rūgščių bendrą kiekį skirtingų rūšių meduje gauta, kad didžiausias jų kiekis yra Nr. 6 ir grikių meduje – 45–44 mekv/kg. Šie rezultatai yra arčiausi nustatyta leistinai ribinei vertei – 50 mekv/kg. Šie skaičiai įspėja, kad artėjama prie rūgimo proceso. 35 mekv/kg rasta liepų meduje, Nr. 5 ir dobilų meduje – 29 ir 26 mekv/kg, mažiausiai Nr. 4 – 17 mekv/kg.



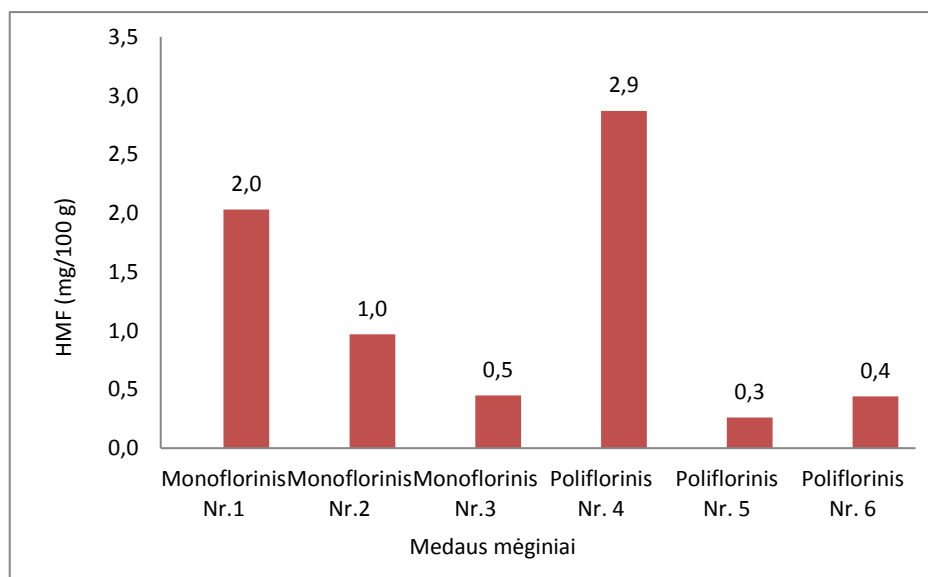
3 pav. Laisvųjų rūgščių bendras kiekis (mekv/kg)

Matuojant pH, nustatomas aktyvusis (tikrasis) rūgštingumas, kuris rodo tikrąją disocijuotų vandenilio jonų koncentraciją produkte [5]. Medaus pH priklauso nuo jonizuotų rūgščių ir mineralinių medžiagų kiekio, esančio meduje. Literatūros šaltiniuose teigiama, kad vidutinė medaus pH vertė yra 3,9, ji gali svyruoti nuo 3,4 iki 6,1 [8].



4 pav. Medaus pH reikšmės

Esant mažesnei medaus pH vertei, slopinamas mikroorganizmų dauginimasis meduje. Didžiausios pH reikšmės nustatytos dobilų meduje ir Nr. 4. Jos siekia apie 4,8 ir viršija vidutinę medaus pH vertę. Šiame meduje yra susidariusių papildomų junginių, kurie pakeitė pH ir supaprastino jo kokybę. Nr. 5 medaus pH – 4,28, monofloriniuose grikių ir liepų meduje vienoda pH – 4,07, mažiausia pH reikšmė Nr. 6 meduje – 4. Kadangi rūgštūs junginiai, įeinantys į maisto produktų sudėtį, priklauso silpnų organinių rūgščių grupei ir disocijuoja nedideliu laipsniu, susidaro didelis skirtumas tarp potencialiojo (titruojamojo) ir aktyviojo (tikrojo) rūgštingumo [5].



5 pav. HMF kiekis skirtingų rūšių meduje (mg/kg)

Didžiausia HMF aptikta Nr. 4 meduje – 28,7 mg/kg, tuomet grikių meduje – 20,3 mg/kg. Kitų rezultatų vertės nesiekia 10 mg/kg. Liepų meduje yra 9,7 mg/kg, Nr. 5 ir Nr. 6 medaus reikšmė panaši – apie 4,5 mg/kg, mažiausia reikšmė dobilų meduje – 2,6 mg/kg. Nei viena medaus rūšių neviršija leistinos ribinės vertės – 40 mg/kg. Didesnės reikšmės įspėja apie netinkamas medaus

laikymo sąlygas ir prastėjančią kokybę, o didėjant medaus pH vertei, prasideda HMF susidarymo procesas.

Išvados

1. Atlikus tyrimą nustatyta, kad 2015 m. vasaros medus geros kokybės, tik dviejų mėginių drėgmės bendras kiekis meduje viršijo leistiną normą. Nr. 5 medus viršijo leistiną normą 2,30 %, liepų medus 0,70 %. Tokiems rezultatams įtaką padarė medaus laikymo sąlygos.
2. Nustatant medaus mėginių bendrą rūgščių kiekį, visi mėginiai atitiko nustatytas normų ribas, tačiau grikių ir liepų medaus mėginiai arti ribinės vertės. Leistina vertė 50 mekv/kg, mėginiuose – 45-44 mekv/kg.
3. Atlikus tyrimą nustatyta, kad medaus mėginių pH yra didesnis negu vidutinė medaus pH vertė (3,9). Didžiausias pH nustatytas Nr. 4 ir Nr. 5 meduje – 4,8, mažiausias rezultatas yra Nr. 6 medaus – 4,0. Visuose mėginiuose nustatytos pH vertės neviršija leistinų normų ribų (6,1).
4. Matuojant spektrofotometriškai HMF kiekį skirtinguose medaus mėginiuose, nustatyta, kad visuose mėginiuose HMF kiekis neviršija leistinos normos, tačiau daugiausiai jo turi Nr. 4 medus – 28,70 mg/kg.
5. Išanalizavus gautus rezultatus, nustatyta, kad visos medaus rūšys yra tinkamos vartoti, tik medaus mėginiuose Nr. 2 ir Nr. 5 yra viršijamas bendras drėgmės kiekis, kas įspėja apie blogas laikymo sąlygas. Sąsajų ir skirtumų tarp monoflorinio ir poliflorinio medaus nerasta, nes abiejų rūšių medaus parametrai yra panašūs.

Literatūros sąrašas

1. BALTUŠKEVIČIUS, Algirdas. *Medaus rūšys*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-26]. Prieiga per internetą: http://bitininkas.lt/lt/?page_id=496.
2. *Dėl analizės metodų medaus sudėčiai nustatyti*. Lietuvos respublikos žemės ūkio ministro įsakymas dėl medaus analizės metodų 2000 m. sausio 10 d. Nr. 5. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-26]. Prieiga per internetą: <https://e-tar.lt/acc/legalAct.html?documentId=TAR.A94F8C3A8E34&lang=lt>.
3. *Medaus rūšys*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-27]. Prieiga per internetą: <http://noriumedaus.lt/lt/medaus-rusys>
4. *Medaus techninis reglamentas*. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2015 m. balandžio 8 d. įsakymo Nr.3D-262 redakcija. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-02]. Prieiga per internetą: <http://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.2324C29F66F2>.
5. PAULAUSKIENĖ, A. Maisto chemija. Kaunas: Akademija, 2012.
6. VALSTYBINĖ MAISTO IR VETERINARIJOS TARNYBA. *Medaus organoleptinės savybės ir kokybės reikalavimai*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-25]. Prieiga per internetą: <http://vmvt.lt/maisto-sauga/maisto-produktai/gyvulinis-maistas/medus/medaus-organoleptines-savybes-ir-kokybes>.
7. *HMF – Silent enemy in honey and bee food*. [interaktyvus]. 2013. [žiūrėta 2017-03-01]. Prieiga per internetą: <http://beetime.eu/hmf-silent-enemy-in-honey-and-bee-food/>.
8. *pH and Acids in Honey*. [interaktyvus]. 2006. [žiūrėta 2017-03-10]. Prieiga per internetą: <http://www.honey.com/images/downloads/ph-acidsinhoney.pdf>.
9. *The Determination of HMF in Honey with an Evolution Array UV-Visible Spectrophotometer*, [interaktyvus], žiūrėta [2017-02-02]. Prieiga per internetą: http://www.analiticaweb.com.br/newsletter/11/51864-UV-Furfural_Mel.pdf.

Summary. Bees produce honey collected from the nectar and honeydew. Nectar or blossom honey, collected from one plant species, called single-flower, and collected from a variety of plants – multi-flower. Properties of honey depends on its validity, ambient temperature, humidity and the presence of the plant has been harvested. To analyze the 6 different kinds of honey parameters: total moisture content, pH, HMF, free acids of total amount of honey. After checking all the parameters of honey samples found that the best honey is the clover honey. The analysis shows that there isn't a big difference between the single-flower honey and multi – flower, because these types of honey indicators are very similar. It was also noted the importance of honey storage. Honey, that was considered to be leaking containers have the highest moisture content, which promotes the fermentation process and it will shorten the shelf life.

INOVACIJOS MAITINIMO PASLAUGŲ VERSLE

Danutė Jakštienė

Vilniaus kolegija Verslo vadybos fakultetas

Anotacija. Kiekvienos įmonės išlikimas konkurencingoje rinkoje labai priklauso nuo to, kaip ji geba tenkinti vartotojų poreikius. Tik inovatyvi, šiuolaikines technologijas diegianti įmonė, gali konkuruoti ir būti pranašesnė už kitas. Inovacijų diegimas svarbus visose ūkio ir paslaugų srityse. Maitinimo verslo inovacijos taip pat siejamos su vartotojų poreikių tenkinimu, kuriuos diktuoja besikeičianti karta.

Straipsnyje apibūdinama inovacijų samprata, apžvelgiamos maitinimo įmonių vystymosi tendencijos Lietuvoje, remiantis literatūros šaltiniais, analizuojamos inovacijos, kurios taikomos šiuolaikinėse maitinimo paslaugų įmonėse.

Raktiniai žodžiai: inovacija, vartotojų poreikiai, maitinimo paslaugos, maitinimo verslas.

Įvadas. Žodis „inovacija“ kilęs iš prancūzų kalbos žodžio „inovacyon“, kuris išvertus reiškia „atnaujinimas“ arba „naujo pavidalo suteikimas esančiam daiktui“ [1].

Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarime „Dėl Lietuvos inovacijų 2010-2020 metų strategijos“ teigiama, kad „inovacija – procesas, kai naujomis idėjomis atsiliepiama į visuomeninius ir ekonominius poreikius ir kuriami nauji produktai, paslaugos ar verslo organizaciniai modeliai, kurie sėkmingai pateikiami į esamas rinkas arba geba sukurti naujas rinkas“ [2].

Inovacinė veikla apima visas stadijas: nuo idėjos gimimo iki galutinio rezultato. Taigi, inovacijos yra ne tik iš principo nauji produktai ar naujos paslaugos, bet ir jų tobulinimas. Šiai laikais, kai daugumos paslaugų vartotojai yra „Y“ kartos atstovai, inovacijų diegimas bet kuriame įmonės veiklos procese tampa ypač svarbus. Karta Y, dar vadinama tūkstantmečio arba „millenium“ karta, restoranams diktuoja labai aiškias jų gyvenimo būdą, interesus ir vertybes atspindinčias sąlygas. Valgyti sveikai, atrodyti gerai, bet neatsisakyti malonumų (taigi ir skanaus maisto) – tokios šiandienos diktuojamos taisyklės [4].

Ateinanti į rinką „Z“ karta ypač išsiskiria technologijų vartojimu, nekantrumu, noru turėti viską „čia ir dabar“. Taigi, teikiant maitinimo paslaugas, verslininkai turi įvertinti besikeičiančius klientų poreikius ir juos tenkinti.

Straipsnio tikslas. Išryškinti ir pristatyti maitinimo paslaugų verslo inovacijas.

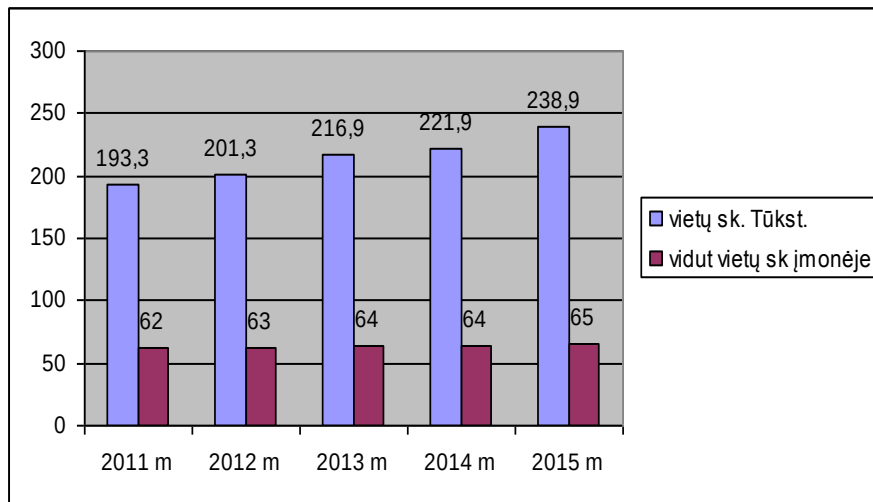
Uždaviniai:

1. Apžvelgti Lietuvos maitinimo įstaigų vystymosi statistinius duomenis.
2. Išnagrinėti literatūros šaltinius apie maitinimo verslo vystymosi tendencijas.
3. Išryškinti ir pristatyti pagrindines maitinimo paslaugų verslo inovacijų kryptis.

Metodai: statistinių duomenų analizė, literatūros ir kitų šaltinių analizė ir apibendrinimas.

Lietuvos maitinimo paslaugų įstaigų vystymosi apžvalga. Maitinimo verslas – sudėtinga paslaugų sfera, apimanti maisto gamybą ir jo suvartojimo organizavimą. Iš kitos pusės – tai veikla, kuri visada bus reikalinga žmonėms, nes žmonėms visada reikės maisto. Taigi, galbūt dėlto, maitinimo įmonių tinklas Lietuvoje nuolat auga.

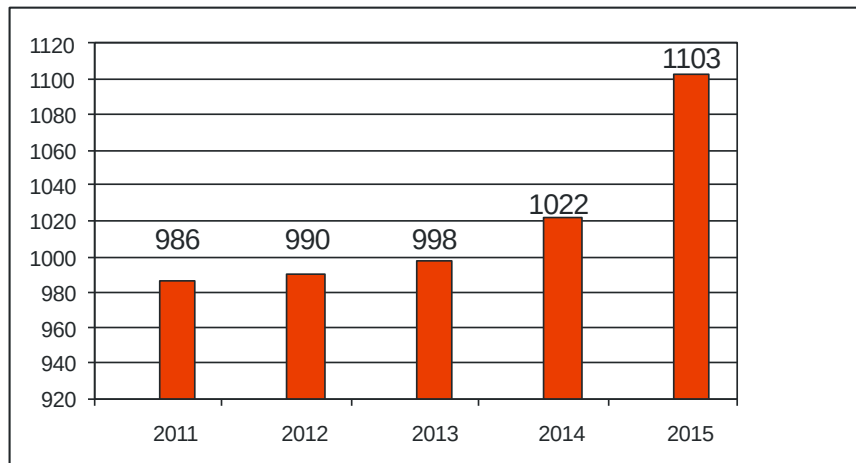
Statistikos departamento duomenimis, Lietuvoje 2015 metų pabaigoje veikė 3685 maitinimo ir gėrimų paslaugas teikiančios įmonės. Nuo 2011 iki 2015 m. maitinimo įstaigų skaičius padidėjo 16 proc. 2015 m. pabaigoje maitinimo įstaigose buvo 238,9 tūkst. vietų lankytojams, o vidutinis vietų skaičius viename maitinimo vienetė išaugo iki 65. 1 pav. matyti, kaip kito vietų skaičius lankytojams ir vidutinis vietų skaičius viename maitinimo vienetė 2011 – 2015 metais [8].



1 pav. Vietų skaičius ir vidutinis vietų skaičius viename maitinimo vienetu 2011-2015 metais

Maitinimo paslaugų rinkoje daugiausiai veikia smulkios ir vidutinio dydžio įmonės, kuriose atitinkamai dirba iki 9 darbuotojų arba nuo 10 iki 49 darbuotojų. Pagal įregistruotų ūkio subjektų teisinę formą restoranų paslaugų sektoriuje vyrauja uždarnosios akcinės bendrovės, o įregistruotų ir veikiančių individualių įmonių skaičius mažėja.

Viešojo maitinimo įstaigų tinklas Lietuvos teritorijoje išsidėstęs netolygiai – dauguma šių įstaigų koncentruojasi didžiuosiuose miestuose: Vilniuje, Klaipėdoje, Kaune, Šiauliuose.



2 pav. Vilniaus miesto savivaldybėje veikiančios įmonės 2011-2015 m.

Mažuosiuose Lietuvos miestuose ir kaimo vietovėse maitinimo paslaugos plėtojamos minimaliai, nėra pakankamos paklausos aukštesnio lygio paslaugoms. Taigi, naujovių ieško ir inovacijas diegia dažniausiai Lietuvos didžiuosiuose miestuose įsikūrusios maitinimo įmonės.

Šiuolaikinio paslaugų vartotojo „portretas“. Maitinimo verslo inovacijos siejamos su besikeičiančiais lankytojų poreikiais. Šiuolaikinis maitinimo paslaugų vartotojas – išprusęs, besirūpinantis sveikata, mėgstantis patogumą ir greitį asmuo. Sąmoningiems restoranų lankytojams vis svarbiau tampa žinoti, kas yra jų lėkštėje, kaip ir kur buvo užaugintos ne tik daržovės, mėsa, bet ir žuvis. Sezoniniams/vietiniams produktams restorane tapus norma, vartotojams šiuo metu aktualiausi be antibiotikų, laisvėje užauginti gyvūnai ir jų produktai, augaliniai baltymai, mažesnis cukraus kiekis maiste, produktai be gliuteno. Jaunoji restoranų lankytojų karta ypač mėgsta

„nuotykius“ ir eksperimentus – taip pat ir skonių bei kitų pojūčių naujoves. Taigi, įvertinat šiuolaikinių restoranų lankytojų poreikius ir gastronomines tendencijas, inovacijas, taikomas maitinimo paslaugų versle, galima suskirstyti į grupes: 1) inovatyvūs produktai ir žaliavos; 2) maisto pateikimas ir nauji pojūčiai; 3) įranga ir technologijos.

Inovatyvūs produktai ir žaliavos. Augaliniai produktai. Vis daugiau dėmesio skiriant sveikai, vegetariškai ar veganiškai mitybai, iš esmės keičiasi požiūris į mėsos vartojimą. Restoranuose iš lėkštės ją stumia jūros gėrybės, daržovės, grybai, ankštinės kultūros, vis daugiau alternatyvų atsiranda gyvūniniam pienui. Patiekaluose daugėja įvairiaspalvių daržovių, daigų, pilno grūdo produktų. Gaminant patiekalus, stengiamasi daugiau naudoti „super maisto“ produktų, kurie yra ypač vertingi, kadangi juose daug antioksidantų, baltymų, skaidulų, vitaminų, mineralų ir kt. Tuo pačiu tai dažniausiai nekaloringi produktai. Ispaninio šalavijo (chia) sėklos, kininio bei dygliuotojo ožekšnio (goji) uogos, granatų sultys, kale salotos, gyvi ar fermentuoti riešutai, mėlynės, linų sėmenys, kanapių sėklos – tai populiariausi „super maisto“ produktai, kurie naudojami patiekalų gamyboje. Restoranų verslo tendencijų viršūnėse karaliauja jūros dumbliai, kurie naudojami salotose, tešlos gaminiuose, košėse, gėrimuose, naudojami švieži, sūdyti ar marinuoti. Dėl savo savybės suintensyvinti, paryškinti kartu esančių produktų skonį („umami“ skonis, „skanumo pajautimas“ arba penktasis skonis šalia saldu, sūru, kartu, rūgštu), jūros dumbliai gali tapti druskos pakaitalu sveikuoliškuose ir dietiniuose patiekaluose [5].

Kita tendencija – raugintų ir rūkytų produktų vartojimas. Raugintos daržovės jau tampa madinga klasika kulinarijos pasaulyje. Tai susiję ne tik su sveikos mitybos „bumu“, bet ir su tuo, jog rauginant įvairius produktus restoranų šefams atsiveria neišmatuojama kūrybinė erdvė ir galimybė nustebinti ir intriguoti restorano svečių. Patiekalų gamybai naudojamos ne tik įprastos raugintos daržovės (kopūstai, agurkai, burokėliai), bet rauginamos bulvės, česnakai, pankoliai, obuoliai, morkos, sėklos, riešutai, arbata ir kt. produktai. Rūkytos daržovės (baklažanai, česnakai ir kt.) naudojami gaminant užtepėles, įeina į kitų patiekalų sudėtį.

Restoranai vis labiau pradeda ieškoti idėjų, įkvėpimo ir produktų savo šalies etninėse virtuvėse, tad ieškoma senovinių daržovių veislių: ropių, ridikų, griežčių, burokėlių, gūžinių kopūstų ir kt. Senovinės daržovių veislės gerokai skiriasi nuo dabartinių. Dėl lėtesnio augimo jos yra intensyvesnio skonio, sukaupia daugiau vertingų maisto medžiagų, nei viena jų neturi krakmolo. – jos tiesiog skanesnės ir vertingesnės [4].

Vis dažniau į restoranų virtuves atkeliauja „laukiniai“, kartais labai neįprasti produktai: patiekalų gamyboje naudojamos laukinės žolelės (pvz. dilgėlės, garšvos, kiškio kopūstai ir kt.), samanos, kerpės, laukinių augalų šaknys, net šienas ir kt., netradicinės prieskoninės žolelės (gelsvė, daržinis bulis ir kt.), kiti netradiciniai produktai (mėlynosios bulvės, geltonieji burokėliai, topinambai ir kt.). Siekiant sumažinti cukraus kiekį gaminamuose patiekaluose, desertų saldinimui naudojamas medus, datulės, klevų, agavos sirupas, gaminami desertai su natūralių vaisių, uogų, sėklų ir kt. komponentais. Saldžius gėrimus keičia natūralios sultys ir šaltos arbatos, vietoje gaminti limonadai su sumažintu cukraus kiekiu, stevija ar medumi.

Gyvūniniai produktai. Ypač didelis dėmesys restoranų versle skiriamas žuvies pasirinkimui. Save ir savo svečių gerbiantys restoranai baigia pamiršti apie hormonais ir antibiotikais prifarširuotas lašišas, menkavertes tilapijas, pangasijas ar žuvų rūšis, kurioms gresia išnykimas (pvz., tunas). Atsakingos įmonės patiekalų gamybai renkasi nenykstančių veislių, vietinės, jau spėjusias išneršti dideles žuvis. Daugėja restoranų, naudojančių MSC sertifikuotą žuvį. Šis ženklas nurodo, kaip ir kokioje vietoje žuvis buvo sugauta bei užtikrina, kad gaudant ją gamtai buvo padaryta minimali žala.



3 pav. MSC sertifikuotų žuvų ženklavimas

Žuvininkystės ūkiuose užaugintai žuviai, ypač užaugintai Pietryčių Azijoje, taikoma ASC ženklavimo sistema, kuri užtikrina, kad žuvies auginimas nedaro poveikio vietinėms ekosistemoms (pvz., auginant doradas (Graikija, Turkija, Italija), daroma žala ekosistemoms, o gaudant jas jūroje, sugaunama daug ne tokios vertingos žuvies, kuri išmetama atgal į vandenį ir žūsta) [10]. Visame pasaulyje labiausiai pradedamos vertinti vietinės žuvys. Lietuvoje taip pat yra skanių ir vertingų žuvų: seliava, lydeka, menkė, lynas [5]. Renkantis mėsos produktus, restoranų šefai vis labiau kreipia dėmesį į gyvūnų auginimo sąlygas, renkasi vietinius produktus. Renkantis jautieną – svarbiausias kriterijus – „žole maitinta“, renkantis kiaulieną ir vištieną – „laisvai auginta“. Iš mėsos patiekalų restoranų valgiaraščiuose vyraujančiais patiekalais tampa išskirtinės kokybės vištienos ir kt. paukščių patiekalai (pvz., vištų veislė „patarškos“) [4], taip pat ėriena ir triušiena. Ieškoma netradicinių mėsos žaliavų, pvz., pastaraisiais metais restoranuose buvo populiarūs veršiuko užkrūčio liaukos, kiaulės skruostų ir kt. patiekalai.

Maisto pateikimas, nauji pojūčiai. Šiuolaikiniam vartotojui svarbu ne tik produktų istorija, maisto skonis, bet ir patiekalų pateikimo estetika, nauji pojūčiai ir patirtis, kuriuos suteikia maistas. Todėl maitinimo įmonės ieško būdų, kaip įdomiau pateikti maistą, kaip nustebinti vartotoją ir suteikti jam daug gerų emocijų. Patiekalų pateikimui, jų dekoravimui naudojami ne tik įvairūs elementai (šokoladas, sėklos, žiedai, prieskoniai, žalumynai ir pan.), bet pasitelkiamos ir medžiagos, kurių pagalba patiekalui suteikiama ypatinga forma, tekstūra ar vaizdas, pvz., naudojant tam tikras medžiagas skysčiams suteikiama rutulio forma (sferifikacija); lecitino miltelių pagalba iš įvairių skysčių gaminamos putos; naudojant ksantano dervos miltelius produktai sutirštinami (padeda susijungti skirtingiems elementams – galima sumaišyti net vandenį ir aliejų), agavų miltelių pagalba pagaminami drebučiai, kuriuos galima pakaitini ir pateikti šiltus [7].

Gana dažnai maitinimo įmonės patiekalų gamybai ir pateikimui kaip šou elementą naudoja skystą azotą (pašaldo morengus, kad jie garuotų, užšaldo padažą, kuris pabyra tarsi sniegas, o netrukus ištirpsta ir kt.) [8].

Dažnai vartotojas į maitinimo įstaigą eina ne vien pavalgyti, bet pasisemti unikalių įspūdžių. Neurogastronomija – nauja kylanti mokslo šaka, tyrinėjanti manipuliavimą maisto ir gėrimų skonio suvokimu. Vienas pagrindinių jos teiginių – tai, ką valgome, suvokia ir priima visi mūsų jutimo organai [3]. Sujungus visus pojūčius: uoslę, regą, klausą, lytėjimą, bei išmintingai juos valdant, smegenys sukuria unikalaus skonio pojūtį. Užuo stimuliavus skonio receptorius ir apetitą naudojant didesnius cukraus, druskos, prieskonių, riebalų kiekius, pasitelkiant neurogastronomijos žinias galima manipuluoti skonio pojūčiais, kuriuos sukuria smegenys [6].

Įranga ir technologijos. Modernios virtuvės patiekalų gamybai reikalinga šiuolaikiška įranga ir technologijos. Vakuuminis įvairių produktų pakavimas jau įprastas, tačiau yra ir kitų būdų vakuumui panaudoti gaminant maistą. Mėsai, žuviai ar daržovėms ruošti maitinimo įmonėse taikoma lėto virimo technologija. Tam naudojamas žemos temperatūros cirkulatorius („sous-vide“ technologija), kuriame vakuume įpakuoti produktai dedami į vonelę su cirkuliuojančiu vandeniu ir apdorojami žemesnėje nei 100 °C temperatūroje. Taip ruošti patiekalus tenka ilgai, priklausomai, kas gaminama, kartais net 12-15 val. [9]. Ši technologija gali būti taikoma ir kitaip: iš įrenginio, o kartu ir iš produktų išsiurbiamas oras, o įleidus oro atgal, produktai elgiasi kaip „kempinės“ – sugeria aplink esančius skysčius – šitaip produktus galima prisotinti naujų skonių, suteikti sultingumo.

Panaudojant šaltį ir specialius įrenginius sukuriami moderniųjų patiekalų ar patiekalų puošybos elementų. Pvz., prietaisas „Anti-Griddle“ gali staigiai sušaldyti kreminės masės produktus iki -30 °C. Taip apdorojant produktus paviršiuje susidaro kieta plutelė, o vidus lieka tirštas (iš kokteilių gaminami saldainiai, naudoja ekspreso kavai šaldyti).

„Pacojet“ įrenginys sugeba stipriai sušaldytą maistą supjaustyti ypač plonais sluoksniais ir taip sušaldytus produktus gali paversti šerbetu. Pastaruoju metu populiarėja brandintos mėsos vartojimas. Mėsos brandinimui restoranai įsigija sauso brandinimo spintas, kurios dažnai statomos restoranų prekybinėse salėse, nes įdomiai atrodo ir sukelia vartotojų susidomėjimą. Dažniausiai įrenginyje mėsa kabinama ant pakabos dideliais gabalais ir, palaikant stabilią 1 – 2 °C temperatūrą ir apie 80 proc. santykinę oro drėgmę vyksta sausas mėsos brandinimas.

Šiltuoju sezonu vis daugiau maitinimo įstaigų gamina patiekalus naudojant BBQ ir grilio technologijas arba naudoja dūmo kvapą ir skonį suteikiančias medžiagas ir įrenginius (nedidelius, rankinius) kitų patiekalų gamybai – rūko daržoves, sūrius, dešreles, vaisius ir kt.

Apibendrinant išnagrinėtą medžiagą galima daryti išvadą, kad maitinimo paslaugų įmonės, įdiegdamos savo veikloje naujoves, stengiasi įgyvendinti šiuolaikinių vartotojų poreikius. Pažangiausios Lietuvos įmonės neatsilieka nuo pasaulinių gastronominių tendencijų ir taiko inovacijas įvairiose veiklos srityse.

Literatūra

1. Inovacijų ir inovacinės veiklos sąvokos [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą http://www.inovacijos.lt/lt/ismanymo_straipsnis/id/inovaciju_apibrezimas/.
2. Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl Lietuvos inovacijų 2010-2020 metų strategijos“ [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 m. kovo 20 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.365849>.
3. LAURINAVIČIENĖ, Beatričė, KRISČIUKAITYTĖ, Agnė. Naujos mados restoranuose – technologijos ir vabalai. *Verslo žinios*, 2015-01-15.
4. MALAIŠKAITĖ, Ieva. Restoranų verslo tendencijos – ateities strategijoms. *Restoranų verslas*, 2016,1, p. 14 – 23. ISSN 1822-3168.
5. MALAIŠKAITĖ, Ieva. Pasaulinės restoranų verslo tendencijos, subalansuotos Lietuvai. *Restoranų verslas*, 2014,1, p. 12 – 17. ISSN 1822-3168.
6. MALAIŠKAITĖ, Ieva, LABUTĖ, Edita. Neurogastronomija. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą.
7. http://www.restoranuverslas.lt/uploads/block17/RV_46_internetui.comprese.pdf
8. Molekulinė gastronomija: ką valgysime rytoj?. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą <http://laikas.tv3.lt/lt/info/2191/molekuline-gastronomija-ka-valgysime-rytoj/>
9. Oficialiosios statistikos portalas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 m. kovo 03 d.]. Prieiga per internetą <http://osp.stat.gov.lt/web/guest/statistiniu-rodikliu-nalize?portletFormName=visualization&hash=01598101-69b8-4858-adc1-96b4bca72cc5>.
10. Restoranuose – naujausios gamtinimo technologijos. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą <http://www.veidas.lt/restoranuose---naujausios-gaminimo-technologijos>
11. STAPONKUS, Robertas. Ką apie žuvis turi žinoti atsakingas restoranas. *Restoranų verslas*, 2014, 2, p. 32-33. ISSN 1822-3168.

Summary. Each company's survival in a competitive market largely depends on how it is able to meet the users' needs. Only an innovative company, which is implementing modern technologies, can compete and be superior to the others. Implementation of innovations is crucial in economy and service sectors. Catering business innovations are also related to consumer needs, which are dictated by the changing times.

The article describes the concept of innovations, provides an overview of catering companies' development trends in Lithuania based on literature sources, analyses innovations, which are applicable in present day catering services companies.

CHLOROFILAS IR KAROTINOIDAI ARBATOJE

Milda Filmanavičiūtė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Arbata – tai vienas iš populiariausių gėrimų visame pasaulyje. Daugiausiai tyrimų yra atlikta su žaliaja arbata. Mokslininkų atlikti tyrimai parodė, kad žalioji arbata – tonizuoja, padeda skaidyti riebalus ir normalizuoja virškinimą, o juodoji – trumpina reabilitacijos laikotarpį po patirto streso. Žalioji ir juodoji arbata pasižymi skirtingu poveikiu žmogaus sveikatai, bet cheminė sudėtis yra vienoda, tik skiriasi, kai kurių sudedamųjų dalių kiekiai. Arbatoje aptinkama virš 300 skirtingų junginių ir iš jų svarbiausi yra taninai, vitaminai, kofeinas, mineralinės medžiagos ir pigmentai. Spektrofotometriškai buvo nustatytas pigmentų: chlorofilo (*a* ir *b*) ir karotinoidų kiekis skirtingų rūšių žaliojoje ir juodojoje arbatoje. Tyrimu nustatyta, kad chlorofilo *a* kiekis žaliojoje arbatoje yra vidutiniškai 1,5 karto didesnis nei juodojoje, o karotinoidų ir chlorofilo *b* daugiau rasta juodojoje arbatoje.

Pagrindiniai žodžiai: žalioji ir juodoji arbata, chlorofilas *a* ir *b*, karotinoidai, spektrofotometrija.

Įvadas. Žodis „arbata“ kilo iš lotynų kalbos *herba thea* (vaistažolių arbata). Dauguma istorikų tvirtina, kad Kinija – arbatos gimtinė. Apie arbatų atsiradimą yra nemažai legendų. Žinomiausia legenda pasakoja, kad arbatos istorija prasidėjo Kinijoje 2737 p. Kr., kai į imperatoriaus Shen'ou Nong'o puodelį su verdančiu vandeniu įkrito lapelis nuo netoliese esančio arbatmedžio. Imperatoriui patiko tokio vandens skonis ir kvapas, todėl jis ėmėsi tyrinėti arbatmedį ir arbatos savybes [2]. Šiuo metu pagal populiarumą arbata yra antrasis gėrimas po vandens pasaulyje. Dažniausiai arbatos klasifikuojamos pagal lapų fermentacijos (oksidacijos) laipsnį ir laiką: baltoji, juodoji, geltonoji, žalioji, raudonoji arbata bei Pu-erh ir Ulongas [10]. Saikingas arbatų vartojimas sustiprina organizmą, tačiau kiekvieną žmogų arbata veikia skirtingai, pavyzdžiui, žalioji arbata stiprina nervų ląsteles ir raumenis, gerina medžiagų apykaitą, o juodoji – mažina blogojo cholesterolio kiekį [4]. Į arbatos cheminę sudėtį įeina eteriniai aliejai, taninai, kofeinas, vitaminai, įvairūs pigmentai ir mineralinės medžiagos. Pagrindiniai augalų pigmentai yra chlorofilas ir karotinoidai. Chlorofilas yra žalios spalvos augalinis pigmentas, nes sugeria mėlynuosius ir raudonuosius spindulius, o atspindi žaliuosius. Jis augaluose kaupia saulės energiją ir paverčia ją chemine energija. Šis procesas vadinamas fotosintezė. Dažnai chlorofilo molekulės vadinamos fotoreceptoriais. Karotinoidai – geltonos, oranžinės ir raudonos spalvos pigmentai, sugeriantys mėlynuosius ir žaliuosius spindulius. Fotosintezėje tiesiogiai nedalyvauja, jie perduoda sugertą energiją chlorofilui. Chlorofilas yra arbatos kokybės ir šviežumo rodiklis, o karotinoidai – aromatingumo.

Darbo tikslas. Nustatyti chlorofilo ir karotinoidų kiekio priklausomybę nuo arbatos rūšies.

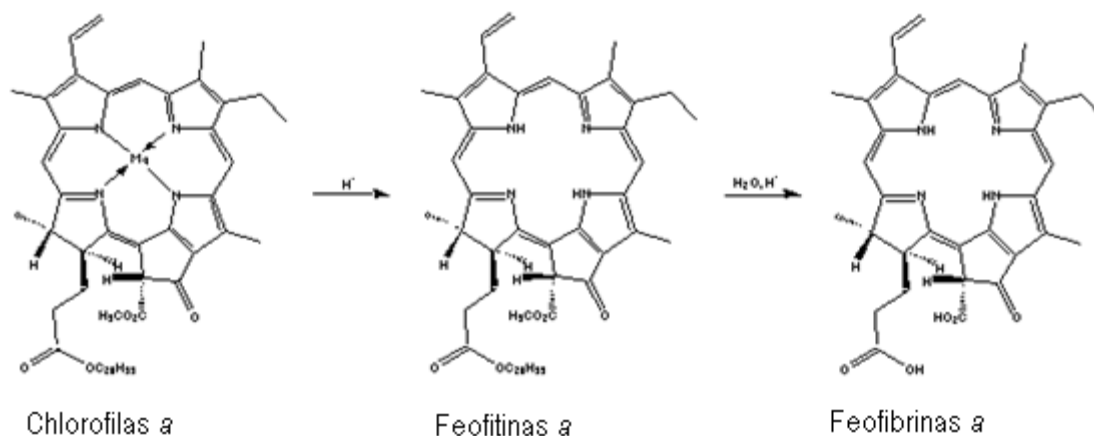
Uždaviniai:

1. Išnagrinėti arbatžolių cheminę sudėtį ir aptarti žaliosios ir juodosios arbatos savybes.
2. Nustatyti chlorofilo (*a*, *b*) bei karotinoidų kiekį žaliojoje ir juodojoje arbatoje.

Tyrimo objektas. Trijų rūšių žalioji (Nr. 1Ž, Nr. 2Ž, Nr. 3Ž) ir trijų rūšių juodoji arbata (Nr. 1Ž, Nr. 2Ž, Nr. 3Ž), kilmės šalis – Kinija.

Žalioji ir juodoji arbata yra to paties arbatmedžio *Camellia Sinensis* lapai, tik skiriasi perdirbimo būdas. Juodoji arbata dirbtinai fermentuojama, o žalioji – ne [5]. Svarbiausia juodosios arbatos gamybos technologijos dalis – arbatos lapų savaiminis kaitinimas krūvose. Arbata sudedama storu sluoksniu ir aplaistoma vandeniu. Taip arbata išlaikoma iki kelių savaičių, dėl ko įgauna gana specifinį skonį ir kvapą. Po to, lapai išdžiovinami ir sandariai uždarytuose induose iš molio laikoma ilgus metus. Kuo ilgiau laikoma, tuo arbata vertingesnė [3]. Ruošiant žaliąją arbatą, lapui yra suteikiama tam tikra forma, kad išsiskirtų sultys, kurios oksiduojasi dėl ore esančio deguonies poveikio. Šioje arbatoje yra išsaugomos visos vertingos medžiagos, kurios aptinkamos ką tik nuskintame arbatmedžio lapelyje. Fermentuotų arbatžolių kvapas sodresnis, todėl žalioji arbata natūralesnė, bet ne tokia kvapni kaip juodoji. Į žaliosios arbatos cheminę sudėtį įeina eteriniai aliejai, taninai, kofeinas, vitaminai (B1, B2, B3, B5, C) ir įvairūs pigmentai [8]. Juodosios arbatos

Karotinoidai vieni iš labiausiai paplitusių gyvuosiuose organizmuose pigmentų. Šios molekulės lemia raudoną, geltoną ir oranžinę rudeninių lapų, daržovių ir vasių spalvą. Be spalvinės reikšmės karotinoidai turi ir svarbių biologinių funkcijų, pirmiausia, jie padeda augalams sugerti fotosintezai naudojamą šviesą, kurios negali sugerti chlorofilas ir panaudoti jos kaip energijos. Be to, karotinoidai gali apsaugoti augalą nuo šviesos pertekliaus, kurį absorbuoja kaip šilumą. Jeigu nebūtų karotinoidų, tai šviesos perteklius sunaikintų baltymus, membranas ir kitus augalams svarbius junginius. Arbatos gero kvapo rodiklis – karotinoidai. Fermentuojant arbatas, daugelis junginių suteikiančių arbatai kvapą yra karotinoidų degradacijos produktai [11]. Chlorofilo yra daugiau žaliojoje arbatoje, o karotino ir ksantofilo – juodojoje [6].



Tyrimo metodas. Spektrofotometrinis analizės metodas pagrįstas medžiagų šviesos sugerties (absorbcijos) matavimu. Šviesos sugertis matuojama spektrofotometru. Tiriamo tirpalo spalvos intensyvumas išmatuojamas standartinio tirpalo atžvilgiu, kurio koncentracija žinoma.

26

nm). Palyginamasis tirpalas – 95 % etilo alkoholis. Naudojama 10 mm sugeriančio sluoksnio storio kiuvetė.

Apskaičiuojama chlorofilo *a* (1 formulė), chlorofilo *b* (2 formulė) ir bendra karotinoidų (3 formulė) koncentracija, µg/ml:

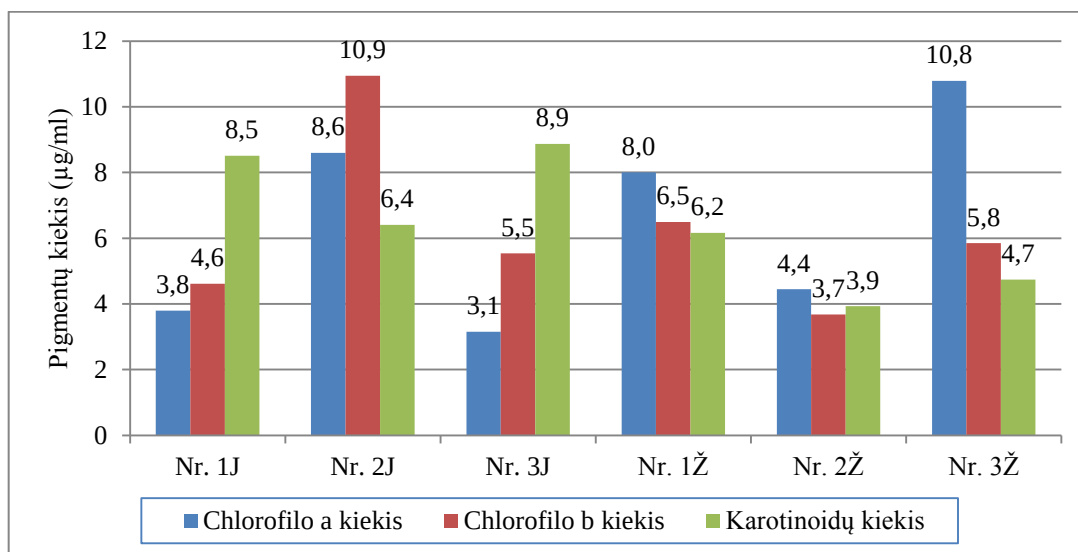
$$C_a = 13,36 \cdot A_{664} - 5,19 \cdot A_{649} \quad (1)$$

$$C_b = 27,43 \cdot A_{649} - 8,12 \cdot A_{664} \quad (2)$$

$$C_{karotinoidai} = \frac{1000 \cdot A_{470} - 2,13 \cdot C_a - 97,63 \cdot C_b}{209} \quad (3)$$

čia *A* – šviesos sugertis esant nurodytiems bangos ilgiams; *C* – pigmentų koncentracija (µg/ml).

Tyrimo rezultatai. Chlorofilo ir karotinoidų kiekis žaliojoje ir juodojoje arbatoje buvo nustatytas spektrofotometrijos metodu, matuojant šviesos sugertį. Ištyrus skirtingų rūšių juodąją arbatą nustatyta, kad daugiausia chlorofilo *a* buvo aptikta arbatoje Nr. 2J, o mažiausiai, net 2,7 karto mažiau – Nr. 3J. Didžiausia chlorofilo *b* koncentracija buvo nustatyta toje pačioje arbatoje Nr. 2J (10,944 µg/ml), o mažiausia – Nr.1J (3,798 µg/ml), tai yra 2,4 karto mažiau. Karotinoidų kiekis tirtoje juodojoje arbatoje Nr. 1J ir Nr. 3J yra labai panašus ir sudaro vidutiniškai 8,5 µg/ml, o arbatoje Nr. 2J karotinoidų kiekis 1,3 karto mažesnis.



2 pav. Pigmentų kiekis (µg/ml)

Iš atliktų tyrimų su žaliaja arbata rezultatų matoma, kad didžiausias chlorofilo *a* kiekis nustatytas arbatoje Nr. 3Ž (10,788 µg/ml), o mažiausias, net 2,4 karto mažesnis – Nr. 2Ž (4,447 µg/ml). Didžiausias chlorofilo *b* (6,496 µg/ml) ir karotinoidų (6,162 µg/ml) kiekis buvo rastas arbatoje Nr. 1Ž, o mažiausias – žaliojoje arbatoje Nr. 2Ž.

Vidutiniškai žaliojoje arbatoje yra 1,5 karto daugiau chlorofilo *a* nei juodojoje, o karotinoidų ir chlorofilo *b* daugiau juodojoje arbatoje – atitinkamai 1,3 ir 1,6 karto.

Išvados

1. Į arbatos cheminę sudėtį įeina eteriniai aliejai, taninai, kofeinai, vitaminai, įvairūs pigmentai ir mineralinės medžiagos. Juodojoje arbatoje, lyginant su žaliaja, daugiau kofeino ir kai kurių pigmentų. Aukštos kokybės arbatoje yra daugiau kalio ir fosforo, o žemesnės kokybės – natrio, kalcio ir magnio. Chlorofilas yra arbatos kokybės ir šviežumo rodiklis, o karotinoidai – aromatingumo.

- Didžiausias chlorofilo *a* kiekis nustatytas žaliojoje arbatoje Nr. 3Ž, didžiausias chlorofilo *b* kiekis juodojoje arbatoje Nr. 2J, didžiausias karotinodų kiekis juodojoje arbatoje Nr. 3J. Tyrimu nustatyta, kad chlorofilo *a* kiekis žaliojoje arbatoje yra vidutiniškai 1,5 karto didesnis nei juodojoje, karotinoidų – 1,3 karto, o ir chlorofilo *b* – 1,6 karto daugiau rasta juodojoje arbatoje.

Literatūros sąrašas

- SPEIČIENĖ, Danutė; MURALIS, Vytautas. *Arbata – sveikatos balzamas*. Kaunas, 1991. 64 p. ISBN 9986504643.
- SABERI, Helen. *Tea a global history*. London, 2010. 184 p.
- Apie arbatą. *Sveikas žmogus*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-20]. Prieiga per internetą: http://www.sveikaszmogus.lt/apie_arbata.
- Arbata – vienas iš seniausių gėrimų pasaulyje. *Žurnalas* 36,6 °C. [interaktyvus]. Vilnius, 2015. [žiūrėta 2017-02-20]. Prieiga per internetą: http://www.366.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=388:-arbata-viena-is-seniausiu-gerimu-pasaulyje&catid=1:gamta-gydo.
- KRUSZELNICKI, Karl S. *The truth about green tea*. [interaktyvus]. Australia, 2014. [žiūrėta 2017-02-19]. Prieiga per internetą: <http://www.abc.net.au/science/articles/2014/03/05/3957040.htm>
- KUSMITAA, Lia; PUSPITANINGRUMA, Ika; LIMANTARAB, Leenawaty. *Identification, isolation and antioxidant activity of pheophytin from green tea (Camellia sinensis (L.) Kuntze)*. [interaktyvus]. Humboldt, 2014. [žiūrėta 2017-02-13]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876619615000340>.
- MOREIRA, Leonardo M.; LIMA, Adriana; SOARES, Rafael R. S. *Metallochlophylls of magnesium, copper and zinc: evaluation of the influence of the first coordination sphere on their solvatochromism and aggregation properties*. [interaktyvus]. Sao Palo, 2009. [žiūrėta vasario 15 d.]. Prieiga per internetą: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532009000900013
- OŠŤÁDALOVÁ, Martina; TREMLOVÁ, Bohuslava; POKORNÁ, Jana; KRÁL, Martin. *Chlorophyll as an indicator of green tea quality*. [interaktyvus]. Brno, 2015 [žiūrėta 2017-02-16]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/276513292_Chlorophyll_as_an_indicator_of_green_tea_quality.
- STEER, James. *Structure and reactions of chlorophyll*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-21]. Prieiga per internetą: <http://www.ch.ic.ac.uk/local/projects/steer/chloro.htm>.
- Tea processing techniques and classification of tea*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-18]. Prieiga per internetą: <https://www.teabox.com/blog/tea101/tea-processing-techniques-classification-tea>.
- Zhejiang University Tea Research Institute. *Expression of phytoene synthase (psy) gene and its relation with accumulation of carotenoids in tea [Camellia sinensis (L.) O Kuntze]*. [interaktyvus]. Kinija, 2008. [žiūrėta 2017-03-01]. Prieiga per internetą: <http://www.academicjournals.org/journal/AJB/article-full-text-pdf/EA3DA198019>.

Summary. The study on “Chlorophyll and carotenoids in tea” was carried out in the chemistry laboratory of Vilniaus kolegija/University of Applied Sciences, Faculty of Agrotechnologies. It is stated that tea has properties beneficial to human health. Most research has been done with green tea. There are several types of tea and each type has different effect on human health. The chemical composition of various tea types is the same; the only difference is in the quantities of some ingredients. About 300 different chemical compounds are found in tea, and the most important of them are tannins, vitamins, caffeine, minerals and pigments. The study aims to determine the chlorophyll and carotenoid quantity dependency on the type of tea. Three types of green and three types of black tea (the country of origin – China) have been chosen as the object of the study. The spectrophotometric method, which involves the absorption of light, has been used to determine the quantity of chlorophyll and carotenoids in tea. Chlorophyll *a* absorbs light from the 425 nm to 475 nm, chlorophyll *b* – 625 nm to 675 nm, carotenoids – from 400 to 500 nm; therefore, the optimum variant has been chosen to measure the pigment absorption. The wavelength set for chlorophyll *a* is 664 nm, for chlorophyll *b* – 649 nm, for carotenoids – 470 nm. Having measured the absorption, the pigment concentration was calculated using the equations, and the conclusion was drawn. The amount of chlorophyll *a* in green tea is about 1.5 times higher than in black tea, while the amount of carotenoids and chlorophyll *b* is higher in black tea.

VILNIAUS MIESTO ŠALTINIŲ VANDENS KOKYBĖS STEBĖSENA

Eglė Penkaitytė, Jolanta Jurkevičiūtė, Dalė Židonytė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Gėlo vandens ištekliai Žemėje senka, todėl šio straipsnio esmė – atskleisti šaltinių vandens kokybės tikrinimo svarbą. Tyrimui atlikti pasirinkti trys populiariausi Vilniaus miesto šaltiniai (Žvėryno, Jeruzalės ir Antakalnio Spalvotieji). Pagrindinė užduotis – atlikti šaltinių vandens tyrimą, palyginti rezultatus. Atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad pH, SEL, nitratų, nitritų ir amonio jonų koncentracijos neviršijo ribinių ir specifikuotų rodiklio verčių Vilniaus miesto šaltinių geriamajame vandenyje.

Pagrindiniai žodžiai: šaltinio vanduo, spektrofotometrija, indikatoriniai ir toksiniai rodikliai.

Temos aktualumas. Žemės hidrosferoje, dėka Saulės energijos, nenutrūksta kinta hidrologinis ciklas. Vandens apytakos ratą sudaro atmosferos, paviršinio ir požeminio vandens judėjimas. Keliaudamas ciklu, vanduo keičia agregatines būsenas: nuo žemės paviršiaus vanduo garuoja, kondensuojasi į debesis, rūką ir kritulių pavidalą vėl grįžta atgal. Didžioji dalis kritulių sugerama augalijos arba išgaruoja, nespėjusi patekti į žemės paviršių, o kita dalis patenka į upes, ežerus ir kt. vandens telkinius, skverbiasi per dirvožemio, įvairių uolienuų sluoksnius ir taip pasiekia požemį ir tampa gruntinio vandens dalimi. Vanduo sudaro 71 % Žemės rutulio paviršiaus, tačiau mažiau nei 3 % visos Žemės vandens masės yra gėlas, iš jo kiek mažiau nei 70 % susikaupę ledynuose, 30 % sudaro gruntiniai (požeminiai) vandenys arba tik 0,3 % yra tinkamas gerti [4]. Didėjant gyventojų skaičiui pasaulyje, geriamo vandens išteklių panaudojimas auga, tačiau tai ne vienintelė problema, geriamojo vandens kiekio mažėjimas priklauso ir nuo žmonių veiklos. Daugiausia vandenį teršia pramonė, miestai, žemės ūkis, transportas ir pavienių žmonių neatsakinga veikla, dėl kurių teršiamas paviršinis, tuo pačiu ir gruntinis vanduo [1]. Vartojamojo vandens resursų išsaugojimas, jo kokybės stebėseną ir gerinimą yra aktuali šių laikų tema.

Problema. Vartodami šaltinių vandenį žmonės yra įsitikinę, kad jis negali pakenkti sveikatai, tačiau negalima akiai pasikliauti tik vandens skaidrumu. Vandens kokybę gali įrodyti tik tyrimai, atlikti vandens tyrimus. Šaltinių vanduo gali būti netinkamas vartojimui dėl įvairių taršos šaltinių, kurių šiais laikais dėl žmonių veiklos vis daugėja. Žmogus, atsigėręs užteršto vandens, dėl jame esančių teršalų gali pakenkti savo sveikatai: susirgti infekcinėmis ligomis, apnuodyti organizmą kenksmingais junginiais, todėl svarbu nuolat tirti vandenį, stebėti vandens kokybės pokyčius, aiškintis taršos priežastis.

Darbo tikslas. Įvertinti keturių Vilniaus miesto šaltinių vandens kokybę pagal biogenines medžiagas ir bendros mineralizacijos rodiklius.

Uždaviniai:

1. Atlikti vandens kokybę lemiančių veiksnių atsiradimo šaltinio vandenyje priežasčių ir duomenų analizę;
2. Atlikti bendros mineralizacijos, pH, nitrito, nitrato ir amonio jonų šaltinių vandenyje tyrimus, apibendrinti ir palyginti rezultatus.

Tyrimo objektas. Vilniaus miesto šaltinių (Žvėryno, Jeruzalės, Antakalnio Spalvotieji) vanduo.

Tyrimo metodai: literatūros ir informacijos šaltinių analizė. Šaltinių vandens indikatoriniai rodikliai nustatyti vadovaujantis standartais: „Savitojo elektrinio laidžio nustatymas. LST EN 27888:2002“; „Vandens kokybė. pH nustatymas. LST ISO 10523:2012“, „Amonio kiekio nustatymas. Spektrometrinis metodas. LST ISO 7150-1:1998“. Toksiniai (cheminiai) rodikliai nustatyti vadovaujantis standartais: „Nitratų kiekio nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį. LST ISO 7890-3:1998“; „Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas. LST EN 26777:1999“.

Teorinė dalis. Šaltinio vanduo – neužterštoje aplinkoje susidaręs originalios cheminės sudėties požeminis vanduo, kuris nėra oficialiai pripažintas natūraliu geriamuoju mineraliniu vandeniu. Šaltinis arba versmė – vieta, kur požeminis vanduo natūraliai trykšta iš po žemės paviršiaus. Dažnai susidaro ten, kur požeminio vandens horizontai kertami dabartinio reljefo formų (slėnių, raguvų, ežerų duburių). Taip pat gali susidaryti dėl geologinių – struktūrinių vietovės ypatybių, uolienų filtracijos.

Šaltiniai skirstomi į grupes pagal įvairius kriterijus. Pagal temperatūrą šaltiniai skirstomi į šaltuosius, šiltuosius, karštuosius ir verdančius. Pagal maitinančio vandens kilmę: paviršiniai, gruntiniai arba arteziniai. Paviršiniai ir gruntiniai gali būti tik sezoniniai, jų vandens temperatūra, cheminės savybės priklauso nuo aplinkos. Arteziniai šaltiniai yra pastovūs ir trykšta dėl tarpsluoksninio slėgio. Mokslininkai šaltinius skirsto į tris grupes: reokreninius, limnokreninius ir helokreninius. Pastarieji formuoja pelkėtą ir šaltiniuotą plotą, kuris susidaro nuo daugelio požeminių vandens tėkmių. Čia vanduo gali ilgai užsistovėti. Limnokreniniai šaltiniai yra tie, kurie vandenį tekina sudarydami nedidelį duburį. Duburyje vanduo užsilaiko, telkšo mažu ežerėliu – jis kartais pavadinamas akimi, o vandens perteklius nuteka mažu upeliu. Nuo kalvų šlaitų į vandens telkinius skubančios versmės priskiriamos prie reokreninių [10].

Dauguma šaltinių yra žmonių traukos centras, nes nuo seno žmonės laiko šaltinio vandenį stebuklingu, tyresniu už asarą, galinčiu išgydyti nepagydomas ligas. Žmonėms jis patinka dėl skonio, mažo geležies kiekio bei mineralų gausumo. Vanduo mineralizuojasi susidurdamas su tirpių uolienų, priklausančių įvairiems geologiniams laikotarpiams, klodais. Vandens skoniui didelę įtaką daro įvairių katijonų ir anijonų kiekis ir santykis bei kokiomis dujomis jis yra prisotintas. Pavyzdžiui, šaltinis prie Likėnų turi kvapą suteikiančių laisvų sieros vandenilio dujų, būtent dėl savo kvapo jis pavadintas Smardonės šaltiniu. Šaltiniai lankytini ne vien dėl žmonių noro paragauti stebuklingo gėlo vandens, jie taip pat vilioja savo išsidėstymu ir kraštovaizdžiu. Šaltinių vanduo „apgaulingas“ tuo, kad jų vandens kokybė nuolat kinta – ji gali pablogėti, kai tirpsta sniegas, yra lietingi metai. Tada pakyla gruntinio vandens lygis ir teršalai lengviau patenka į vandenį.

Žmonės mėgsta vartoti šaltinio vandenį, todėl aktualu žinoti ir jo galimą taršą bei jos pavojų sveikatai. Požeminio vandens kokybė priklauso nuo daugybės gamtos ir antropogeninės veiklos rezultatų. Vandens tarša pagal gamtinius parametrus skirstoma į fizikinę (temperatūra, spalva, suspenduotos dalelės), mikrobiologinę (mikroorganizmai, bakterijos, virusai, pirmuonys) ir cheminę (neorganiniai teršalai, organiniai teršalai – pesticidai, angliavandeniai, baltymai, ir kt.). Pavojingiausia yra mikrobiologinė tarša, žmonės gerdami vandenį, esant tokiai taršai, gali susirgti įvairiomis pavojingomis infekcijomis. Vandens tarša dar skirstoma pagal pasiskirstymą laike: nuolatinė (netinkamai sandėliuojamų ar palaidotų atliekų išplovimas ir teršalų skverbimasis į vandeningus grunto sluoksnius), atsitiktinė (kanalizacijos tinklų avarijos ir kt.) ir sezoninė (augalų apsaugos priemonės jų naudojimo laikotarpiu, medžiagos, apsaugančios autostradas nuo apledėjimo ir t.t.). Geriamojo vandens taršą lemia daug veiksnių, todėl svarbu prieš jį vartojant įsitikinti ar jis yra švarus. Deja, daugumos teršalų negalima įžvelgti plika akimi, todėl vandens kokybę įvertinti gali tik tyrėjas, atliekantis tyrimus laboratorijoje pagal standartizuotas metodikas, tam naudodamas specialią įrangą, priemones ir reagentus.

Gamtinio vandens pH lemia jame ištirpusios įvairios medžiagos ir šių medžiagų santykiai, pvz., rūgštiniai oksidai (CO_2 , NO_x , SO_2 , SO_3), H_2S , humusinės ir fulvo rūgštys pH reikšmę mažina, o OH^- , HCO_3^- ir CO_3^{2-} jonai – pH reikšmę didina [9]. Geriamojo vandens pH reikšmė turi būti 6,5–9,5 pH vienetų.

Chemiškai grynas vanduo elektros srovės nepraleidžia. Laidumą vandeniui suteikia ištirpusių druskų jonai. Vanduo, susigerdamas į žemę ir skverbdamasis gilyn, tirpina žemėje esančias magnio ir kalcio druskas, kurios lemia vandens kietumą ir elektros laidį. Kuo didesnis druskingumas, tuo geriau vanduo praleidžia elektros srovę ir tuo jis kietesnis.

Požeminio vandens SEL yra labai informatyvus fizikinis vandens kokybės rodiklis. Hidrokarbonatiniams gamtiniams vandenims galioja lygybė, pagal kurią galima įvertinti bendrą vandens kietumą (VK):

$$VK = \frac{SEL(\mu S/cm)}{100} (mekv/l) \quad (1)$$

Pagal vandens SEL rezultatus galima sužinoti ir geriamojo vandens sausąją liekaną, kuri leidžia spręsti apie vandens bendrąją mineralizaciją. Vandenims, kuriuose vyrauja Ca^{2+} ir Mg^{2+} kationai bei HCO_3^- anijonai, F (perskaičiavimo faktorius) reikšmė labai nežymiai svyruoja apie 0,57. Sausoji vandens liekana (mg/l) apskaičiuojama pagal formulę:

$$C = F \cdot SEL \quad (2)$$

Amoningumas nekelia tiesioginės grėsmės žmonių sveikatai, tačiau sveikatos apsaugos tarnyba, atsižvelgdama į rodiklinę amonio reikšmę paviršiniams bei gruntiniams vandenims ir galimybę iš jo susidaryti nitritams vandentiekio tinkle, riboja geriamojo vandens amoningumą [3].

Geriamajame vandenyje nitratai ir nitritai nepageidautini dėl kenksmingumo sveikatai. Itin nuodingi yra nitritai. Jiems ypač jautrūs naujagimiai. Vartojant didesnio nitritingumo vandenį, kraujyje atsiranda methemoglobino, pažeidžiančio kraujo oksidacinę funkciją, todėl organizme atsiranda vidinis deguonies stygius [1].

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas. Pasirinktų šaltinių vandens kokybė buvo vertinama pagal savitojo elektrinio laidžio (SEL, bendros mineralizacijos), pH, nitratų, nitritų ir amonio jonų rodiklius. Šaltinių vandens tyrimai atlikti 2017 sausio – kovo mėnesiais. Šaltinių vandens mėginiai buvo paimti vadovaujantis standartu „Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 11 dalis. Nurodymai, kaip imti požeminio vandens mėginius. LST ISO 5667-11:2009“.

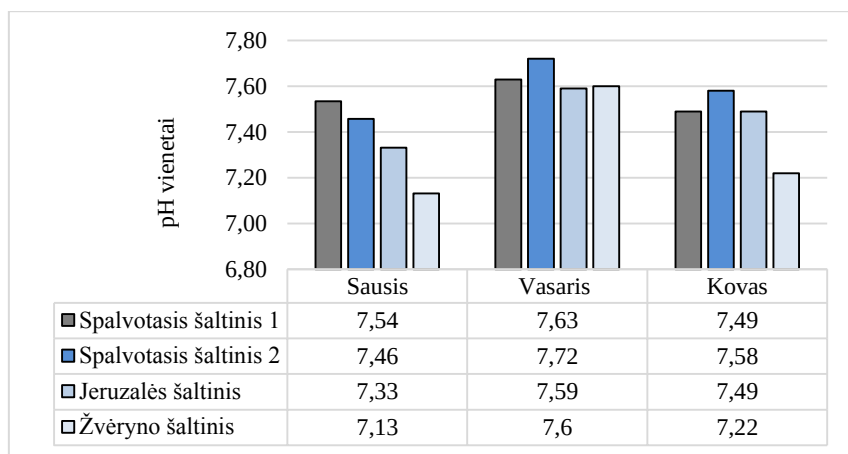
Kiekvienam tyrimui vandens mėginių sėmimo metu oro sąlygos buvo pakankamai skirtingos. Pirmojo mėginių ėmimo metu oras buvo drėgnas, žemę dengė sniego sluoksnis, o oro temperatūra buvo -3 °C. Antrą kartą, imant mėginius oras buvo sausas, žemę dengė storas šviežio sniego sluoksnis, oro temperatūra buvo – 12 °C. Trečiam tyrimui šaltinių vandens mėginiai paimti sniegui nutirpus, esant +3 °C oro temperatūrai.

Šaltinių vandens kokybė vertinama vadovaujantis Lietuvos higienos norma HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. 1 lentelėje pateikiamos darbe tirtų analizių normos.

1 lentelė. Ribinės toksinių ir specifikuotos indikatorinių analizių vertės geriamajame vandenyje. (Lietuvos higienos norma HN 24:2003. „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“)

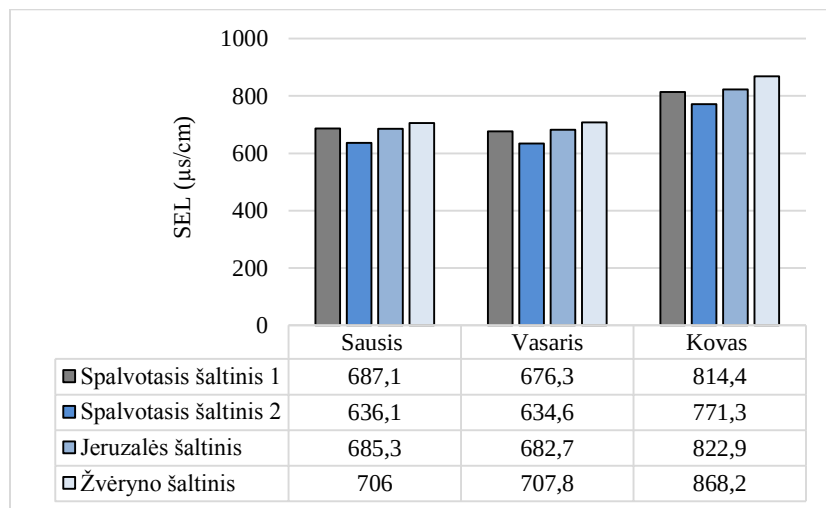
Indikatorinė analizė	Specifikuota rodiklio vertė
SEL, $\mu S/cm$ 20 °C temperatūroje.	2500
Vandenilio jonų koncentracija, pH vienetai	6,5 – 9,5
Amonis, mg/l	0,50
Toksinė (cheminė) analizė	Ribinė rodiklio vertė, ne daugiau kaip
Nitratas (NO_3^-), mg/l	50
Nitritas (NO_2^-), mg/l	0,50

Tyrimo metu nustatyta, kad trijų mėnesių laikotarpiu šaltinio vandens pH nežymiai kito. Mažiausiai šarminis Žvėryno šaltinio vanduo ($pH = 7,3$), o labiausiai – Antakalnio Spalvotųjų šaltinių ($pH = 7,6$). 1 paveiksle pavaizduota pH kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje. Iš diagramos matyti, kad vasario mėnesį, kai aplinkos oro temperatūra buvo -12 °C, visų keturių šaltinių vandens pH vidutiniškai padidėjo per 0,27 vieneto, lyginant su sausio ir kovo mėnesio rezultatais.



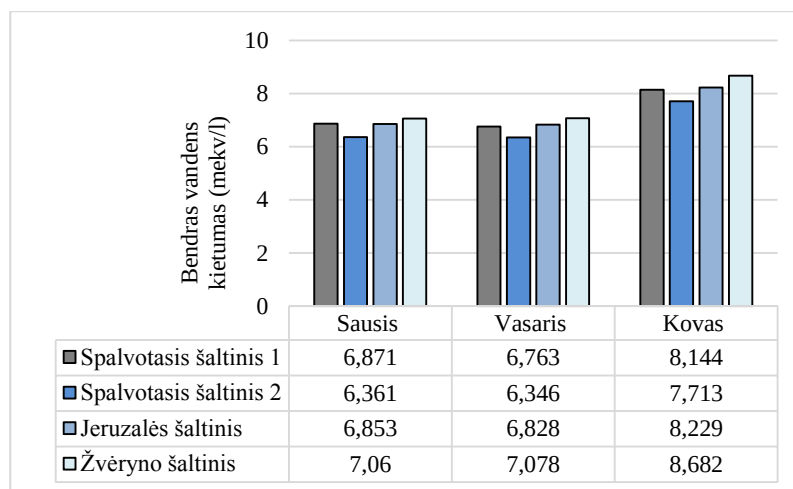
1 pav. pH kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje

Tyrimo metu nustatyta (2 pav.) didžiausia vidutinė SEL reikšmė Žvėryno šaltinio vandenyje – 760 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o mažiausia – Antakalnio Spalvotųjų šaltinių vandenyje – 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kovo mėnesį, kai oro temperatūra buvo +3 $^{\circ}\text{C}$, visų keturių šaltinių vandens SEL padidėjo vidutiniškai 145 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



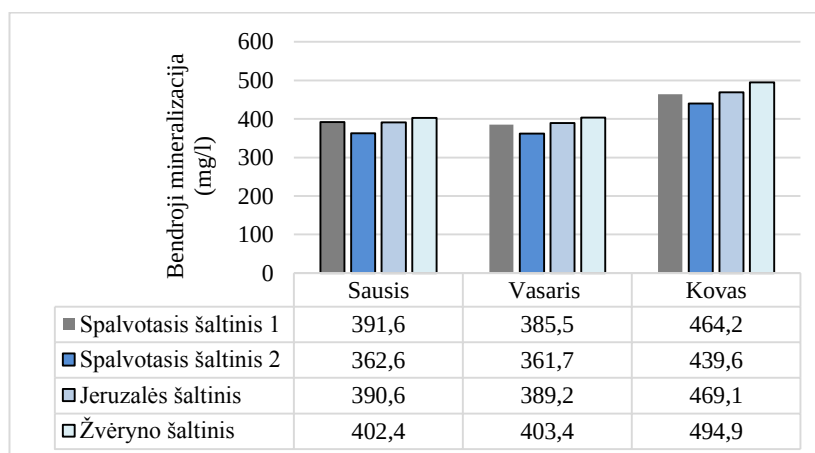
2 pav. Savitojo elektrinio laidžio (SEL) kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje

Iš SEL reikšmių pagal 1 formulę apskaičiuotas šaltinio vandens kietumas (3 pav.). Nustatytas didžiausias bendras vandens kietumas Jeruzalės šaltinio vandenyje – 7,6 mekv/l, mažiausias – 6,8 mekv/l Antakalnio (Spalvotasis 2) šaltinio vandenyje.

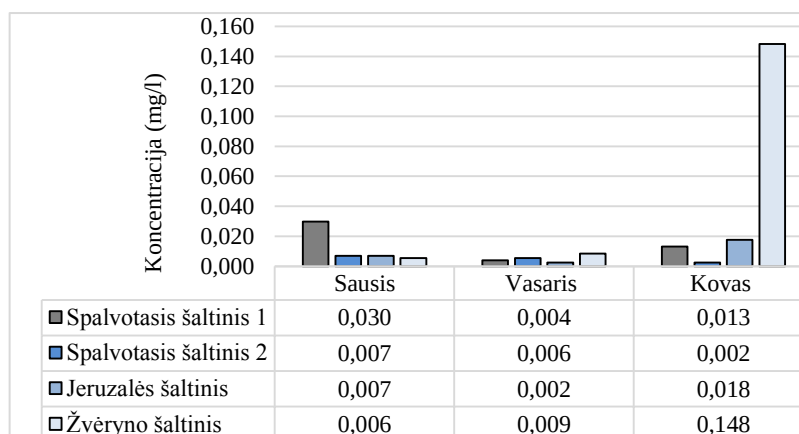


3 pav. Bendro vandens kietumo kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje

Pagal 2 formulę apskaičiuota vidutinė bendrosios mineralizacijos koncentracija (4 pav.) Antakalnio Spalvotųjų šaltinių vandenyje – 400,82 mg/l, Jeruzalės – 416,3 mg/l, Žvėryno šaltinio vandenyje – 433,57 mg/l.

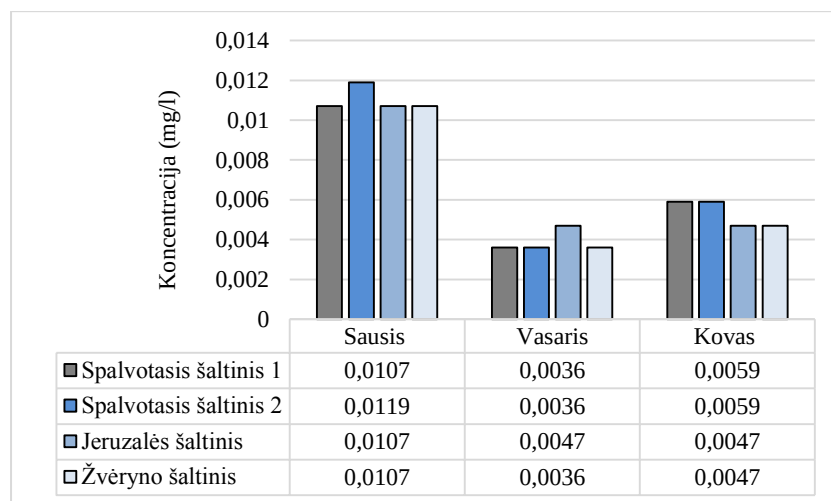


4 pav. Bendrosios mineralizacijos kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje



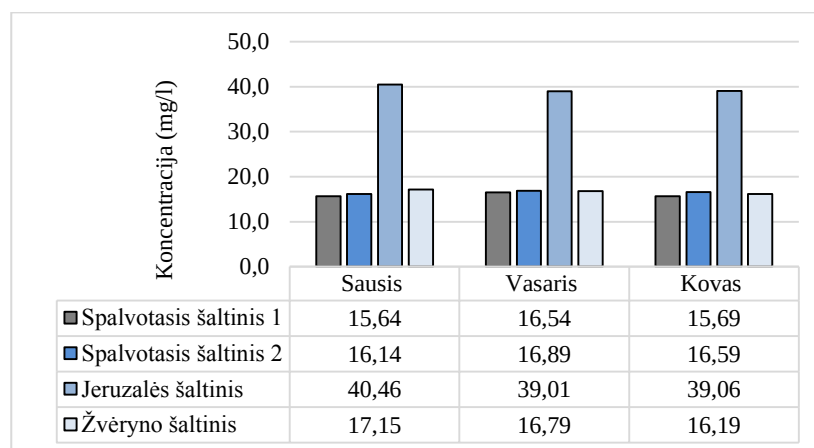
5 pav. Amonio jonų koncentracijos kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje

Amonio jonų koncentracija tiriamuoju laikotarpiu taip pat nežymiai kito. Sausio ir vasario mėnesiais visų šaltinių vandenyje nustatyta labai maža amonio jonų koncentracija, vidutiniškai – 0,009 mg/l, tačiau ištyrus paskutinius vandens ėminius, semtus, kai oro temperatūra buvo +3 °C, vidutinė amonio koncentracija padidėjo iki – 0,04 mg/l. Didžiausias analitės pokytis nustatytas Žvėryno šaltinio vandenyje – 0,148 mg/l.



6 pav. Nitritų koncentracijos kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje

Tyrimo metu nustatyta, kad nitrito jonų koncentracija visų šaltinių vandenyje yra labai maža. Sausio mėnesį vidutinė nitritų koncentracija visų šaltinių vandenyje buvo 0,01 mg/l, vasario ir kovo mėnesiais nustatyta dar mažiau (0,005 mg/l) nitritų. Palyginus gautus rezultatus su ribine rodiklio verte (HN 24:2003, 0,50 mg/l), nitritų kiekis yra labai nežymus.



7 pav. Nitratų koncentracijos kaita Antakalnio Spalvotųjų, Jeruzalės ir Žvėryno šaltinių vandenyje

Nitratų koncentracija tiriamuoju laikotarpiu beveik visiškai nekito. Žvėryno ir Antakalnio Spalvotuosiuose šaltiniuose jų koncentracija svyravo 15,5 – 17 mg/l intervale, o Jeruzalės šaltinio vandenyje nitratų koncentracija vidutiniškai siekė 40 mg/l, ši koncentracija artima ribinei rodiklio vertei (HN 24:2003, 50 mg/l).

Apibendrinimas. Atlikus keturių šaltinių (Antakalnio Spalvotųjų 1 ir 2, Jeruzalės ir Žvėryno) vandens tyrimus, nustatyta, kad pH, SEL, nitratų, nitritų ir amonio jonų koncentracijos neviršijo ribinių ir specifikuotų rodiklio verčių geriamajame vandenyje. Žvėryno šaltinio vandenyje nustatytas nežymus amonio jonų koncentracijos padidėjimas, kuriam įtakos galėjo turėti momentinė tarša iš

aplinkos. Jeruzalės šaltinio vandenyje nustatyta nitratų koncentracija artima ribinei rodiklio vertei, todėl autorė mano, kad šio šaltinio vandens tyrimai turėtų būti tęsiami ir stebima nitratų jonų dinamika.

Literatūros sąrašas

1. BALTRĖNAS P.; BUTKUS D.; OŠKINIS V.; VASAREVIČIUS S.; ZIGMONTIENĖ A. Aplinkos sauga Vilnius: Technika, 2008. 576 p. ISBN 978-9955-28-365-2.
2. JANKAUSKAS J. Vandens ruošimo chemija. Vilnius: Technika, 2012. 348 p. ISBN 978-609-457-288-3.
3. SAKALAUSKAS A.; ŠULGA V.; JANKAUSKAS J. Vandentieka. Vandens ruošimas Vilnius: Technika, 2008. ISBN 978-9955-28-112-2.
4. TUMAS R. Vandens ekologija. Kaunas, 2003. 352 p. ISBN 9955-03-202-2.
5. Vandens kokybė. pH nustatymas. LST EN ISO 10523:2012
6. Vandens kokybė. Savitojo elektrinio laidžio nustatymas. LST EN 27888:2002.
7. Vandens kokybė. Nitratų kiekio nustatymas. 3 dalis. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį. LST ISO 7890-3:1998.
8. Vandens kokybė. Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas. LST EN 26777:1999.
9. Vandens kokybė. Amonio kiekio nustatymas. 1 dalis. Rankinis spektrometrinis metodas. LST ISO 7150-1:1998.
10. MIKŠIENĖ L., ŠLEINIUS S. Vilniaus šaltiniai. 1997. [interaktyvus], [žiūrėta 2017-03-13]. Prieiga per internetą: <http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/98/1/01saltin.html>.
11. Geriamojo vandens kokybė. Šaltiniai: 2016 metų duomenys. Vilnius, 2016. [interaktyvus], [žiūrėta 2017-03-01]. Prieiga per internetą <<http://aplinka.vilnius.lt/lt/index.php/aplinkos-kokybe/geriamas-vanduo/saltiniai#8>

Summary. A research under the title “The monitoring of springs water quality in Vilnius city” was conducted in a chemistry laboratory of Vilniaus Kolegija/University of Applied Sciences, Faculty of Agrotechnologies. The article presents results of the water quality research of four water springs in Vilnius city. Water springs chosen for the research are among the most-visited and a lot of people drink water from them. *Drinking spring water* has a multitude of *health benefits*; however, there is a possibility that in a crowded urban area the water could be contaminated. The purpose of this research is to evaluate if the water is drinkable. The quality of water was measured by electrical conductivity (total mineralization), pH, nitrate, nitrite and ammonium ion indicators. The research findings show that toxic and physical parameters do not exceed the limit value of specified index of drinking water. In the water spring of Žvėrynas district a small ammonium ion increase was observed. In Jeruzalė district nitrate ion concentration was near to the *concentration threshold*.

TEMPERATŪROS ĮTAKA ŠARMINGUMO NUSTATYMO REZULTATUI

Rūta Balčiūnaitė, dr. Inga Stankevičienė

Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Šarmingumas – kiekybinis vandeninės terpės gebėjimas reaguoti su vandenilio jonais. Jis nustatomas pagal LST EN ISO 9963-2:1999 „Vandens kokybė. Šarmingumo nustatymas 2 dalis. Karbonatinio šarmingumo nustatymas“. Šio darbo metu buvo ištirta šarmingumo reikšmės priklausomybė nuo tirpalo temperatūros. Gauti rezultatai parodė, kad didėjant tirpalo temperatūrai, šarmingumo reikšmė mažėja. Todėl, prieita išvados, kad tyrimo metu svarbu palaikyti matuojamo tirpalo temperatūrą 20 ± 5 °C ir apsaugoti jį nuo kontakto su aplinkos oru.

Pagrindiniai žodžiai: šarmingumas, potenciometrinis titravimas.

Įvadas. Šarmingumas – kiekybinis vandeninės terpės gebėjimas reaguoti su vandenilio jonais. Vandens šarmingumą sudaro silpnų rūgščių anijonų koncentracijų suma. Skiriamas 3 rūšių šarmingumas: laisvasis (sudaro hidroksilo ir karbonato jonai), karbonatinis (sudaro hidrokarbonato ir karbonato jonų koncentracijų suma) ir bendrasis (sudaro silpnų organinių ir neorganinių rūgščių anijonų ir hidroksilo koncentracijų suma). Daugumoje paviršinių vandenų vyrauja hidrokarbonato jonai. Juose pagrindinės hidrokarbonatų ir karbonatų atsiradimo priežastys yra karbonatinių uolienuų tirpimas ir chemijos pramonė [1]. Paviršinių vandenų šarmingumas nustatomas pagal LST EN ISO 9963-2:1999 „Vandens kokybė. Šarmingumo nustatymas 2 dalis. Karbonatinio šarmingumo nustatymas.“ Tyrimo kokybės užtikrinimui, kartu su mėginiais tiriama pagamintas žinomos koncentracijos tirpalas [2]. Tačiau, šio tirpalo nustatyta ir teorinė vertės ne visada sutampa. Manoma, kad rezultatui gali turėti įtakos tiriamojo tirpalo temperatūra.

Darbo tikslas. Ištirti temperatūros įtaką šarmingumo rezultatui.

Uždaviniai:

1. Atlikti skirtingos temperatūros žinomos koncentracijos standartinio tirpalo matavimus;
2. Įvertinti temperatūros įtaką matavimo rezultatui.

Darbo eiga. Šarmingumas buvo nustatytas potenciometriškai titruojant darbinį standartinį natrio hidrokarbonato tirpalą druskos rūgštimi iki ekvivalentinio taško, kaip aprašyta standarte LST EN ISO 9963-2:1999. Titravimas atliktas automatinio titratoriaus *Titroline Easy* su pH matuokliu ir magnetine maišykle (1 pav.).



1 pav. Automatinis titratorius *Titroline Easy*

Tyrimui buvo pagamintas darbinis standartinis NaHCO_3 tirpalas, kurio šarmingumas yra 2,3 mmol/l. Po 50 ml šio tirpalo buvo įpilta į chemines stiklinėles ir pašildyta iki 10, 15, 20, 25 ir 30 °C temperatūros. NaHCO_3 tirpalai buvo titruojami 0,02 M HCl tirpalu, kol pasiekiamas ekvivalentinis taškas pH = 5,4. Ekvivalentinis taškas pasiekiamas pilnai neutralizavus karbonatus:

$$A = c_{\text{HCO}_3^-} + 2c_{\text{CO}_3^{2-}} + c_{\text{OH}^-} + c_X - c_{\text{H}^+} \quad (1)$$

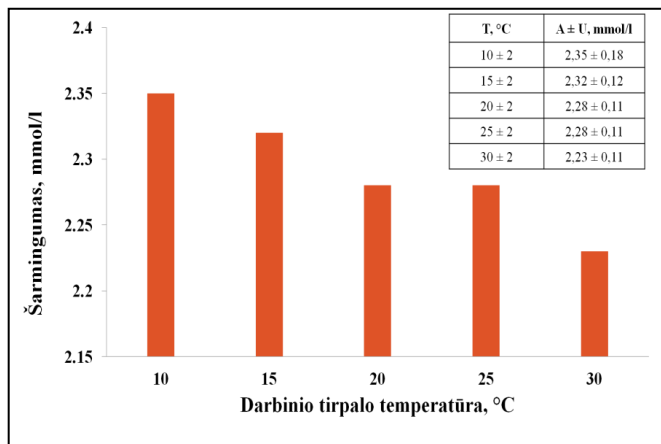
čia A – karbonatinis šarmingumas; c – koncentracija; x – nekarbonatinės sistemos protonų akceptoriai.

Atsiradusi sisteminė paklaida ištaisoma titruojant tuščią mėginį – dist. H₂O. Šarmingumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A = \frac{c_{HCl} \cdot (V_5 - V_6) \cdot 1000}{V_4} \quad (1)$$

čia A – karbonatinis šarmingumas, mmol/l; c_{HCl} – HCl tirpalo koncentracija, 0,02 mol/l; V_4 – NaHCO₃ tirpalo tūris, ml; V_5 – HCl tirpalo tūris, sunaudotas NaHCO₃ tirpalui nutitruoti, ml; V_6 – HCl tirpalo tūris, sunaudotas tuščiam mėginiui nutitruoti, ml.

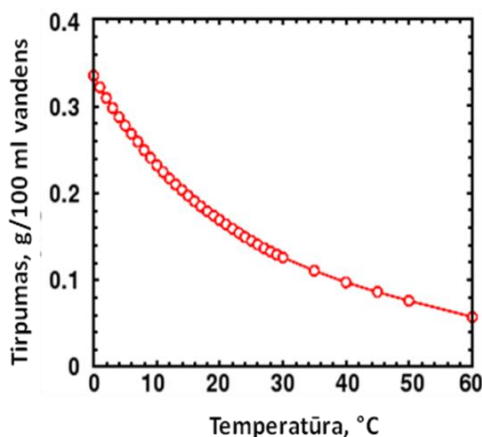
Rezultatai buvo gauti esant išorinėms sąlygoms: 735 mm Hg slėgiui ir 23 °C aplinkos temperatūrai. Jie pateikti 2 paveiksle.



2 pav. Šarmingumo rezultato priklausomybė nuo tirpalo temperatūros

Rezultatų aptarimas. Apžvelgus 2 paveiksle pateiktus tyrimo rezultatus matome, kad šarmingumo vertė mažėja, didėjant tiriamojo tirpalo temperatūrai. Nustatyta didžiausia koncentracija (2,35 mmol/l) darbinio tirpalo, kurio temperatūra buvo 10 °C. Mažiausia koncentracija (2,23 mmol/l) – tirpalo, kuris buvo pašildytas iki 30 °C temperatūros. Tirpalo, kurio temperatūra buvo 20 ± 5 °C, nustatyta šarmingumo vertė apie 2,3 mmol/l. Ji atitinka pagaminto darbinio standartinio tirpalo priskirtąją vertę.

Manoma, kad rezultatams įtakos turėjo tirpale ištirpęs CO₂. Šios dujos yra gerai tirpios vandenyje ir į tiriamąjį tirpalą patenka iš aplinkos per oro kontaktą su skysčio paviršiumi.



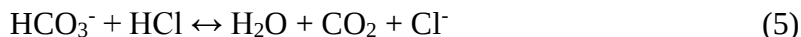
3 pav. Anglies dioksido tirpumo priklausomybė nuo temperatūros

Jų tirpumas priklauso nuo temperatūros ir slėgio [3, 4]. Kadangi, tyrimas buvo atliktas pastoviam slėgyje ($P = 735 \text{ mm Hg}$), todėl stebima tik temperatūros įtaka rezultatams. 3 pav. pavaizduota CO_2 tirpumo priklausomybė nuo temperatūros. Matome, kad didėjant temperatūrai, dujų tirpumas mažėja [5].

CO_2 ištirpęs vandenyje yra hidrokarbonatų pavidale [3,4]:



Titravimo metu hidrokarbonatai reaguoja su druskos rūgštimi, padidindami šarmingumo rezultata:



Apibendrinimas ir rekomendacijos. Atlikus žinomos koncentracijos skirtingos temperatūros (nuo 10 iki 30 °C) darbinio tirpalo matavimus buvo nustatyta, kad temperatūra daro įtaką šarmingumo matavimo rezultatui. Pastebėta, kad kylant tirpalo temperatūrai mažėja šarmingumo reikšmė (nuo 2,35 iki 2,23 mmol/l). Tai galima susieti su aplinkoje esančio anglies dioksido ištirpimu tiriamajame tirpale. Apžvelgus gautus rezultatus galima prieiti išvados, kad tyrimo metu svarbu palaikyti matuojamo tirpalo temperatūrą $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ir apsaugoti jį nuo kontakto su aplinkos oru.

Literatūros sąrašas

1. Lietuvos aplinkos apsaugos ministerija. Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimų metodai. I dalis. Cheminiai analizės metodai. Vilnius, 1994. 52 p. ISBN 9986-566-07-x.
2. Hovind H., Magnusson B., Krysell M., Lund U., Mäkinen I. Internal Quality Control – Handbook for Chemical laboratories. NT TECHN REPORT 569 ed 4th. Norway, 2012. 46 p.
3. Charles M. Hansen. Hansen Solubility Parameters – A User's Handbook, Second Edition. CRC Press, 2007. 544 p. ISBN 9781420006834.
4. The Experimental Determination of Solubilities. Wiley Series in Solutions Chemistry. John Wiley & Sons, 2003. 658 p. ISBN 9780470864272.
5. T. J. Nelson. Science notes. [interaktyvus]. 2011. [žiūrėta 2017-03-16]. Prieiga per internetą: <http://www.randombio.com/co2.html>.

Summary. Alkalinity is the quantitative capacity of aqueous media to react with hydrogen ions. The aim of the research was to investigate the influence of temperature on the result of alkalinity. Carbonate alkalinity in water was determined by potentiometric method ISO 9963-2:1999 „Water quality – Determination of alkalinity – Part 2: Determination of carbonate alkalinity“. The results showed that alkalinity decreases with increasing temperature of NaHCO_3 solution. In conclusion, it is important to maintain the solution temperature $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ and protect it from contact with ambient air.

KOFEINO IR POLIFENOLINIŲ JUNGINIŲ KIEKIO NUSTATYMAS ŽALIOJOJE ARBATOJE

Gabrielė Šimonytė, Sima Banelytė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Bendras polifenolinių junginių kiekis žaliojoje arbatoje nustatomas UV/RŠ spektrofotometrinio metodu naudojant Folin-Ciocalteu reagentą, išreiškiamas galo rūgšties ekvivalentu. Metodas pagrįstas fenolinių grupių reakcija su fosfomolibdato ir fosfovolframo rūgščių kompleksų spalvos pasikeitimu, kuri po reakcijos pereina iš gelsvos spalvos į mėlyną, tirpalo šviesos sugertis išmatuojama esant 760 nm bangos ilgiui. Kofeinas – purino darinys (alkaloidas), randamas kavos pupelėse ir lapuose, arbatos lapuose, kakavos pupelėse ir kolas riešutuose. Dažniausiai išgaunamas iš arbatos lapų (1,3–3,5 proc. kofeino) ir kaip šalutinis kavos be kofeino gamybos produktas. Alkaloidai – tai azotą turinčios natūralios kilmės organinės medžiagos, pasižyminčios daugiau ar mažiau išreikštomis bazinėmis savybėmis. Tyrimo metu nustatyta polifenolinių junginių ir kofeino kiekio žaliojoje arbatoje priklausomybė nuo vandens temperatūros plikymo metu.

Pagrindiniai žodžiai: polifenoliniai junginiai, alkaloidai, kofeinas, žalioji arbata, spektrofotometrija.

Įvadas. Žalioji arbata pradėta vartoti Kinijoje daugiau kaip prieš 4000 metų. Tuo metu arbata buvo vartojama ne tik kaip gėrimas, bet ir kaip tradicinės medicinos priemonė, gelbstinti nuo daugybės negalavimų. Žaliojoje arbatoje randamos tokios naudingos medžiagos, kaip katechinai – jie normalizuoja cholesterolio kiekį kraujyje, mažina vėžinių ligų tikimybę, reguliuoja kraujospūdį bei cukraus kiekį kraujyje, naikina bakterijas, žudo gripo virusus, šalina nemalonų burnos kvapą, vitaminai C, E, kurie mažina stresą, saugo nuo peršalimo ir stabdo senėjimo procesus, flavonoidai – stiprina kraujagyslių sienelės, naikina burnos ertmėje susidariusias bakterijas, kofeinas – stimuliuoja centrinę nervų sistemą, polisacharidai – mažina cukraus kiekį kraujyje, polifenoliai – pasižymi antioksidaciniu poveikiu [2].

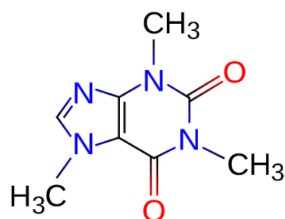
Tyrimai atlikti 2017 m. Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto chemijos laboratorijoje UV/RŠ spektrofotometrinio analizės metodu.

Darbo tikslas. Nustatyti kofeino ir polifenolinių junginių kiekį skirtingų rūšių žaliojoje arbatoje.

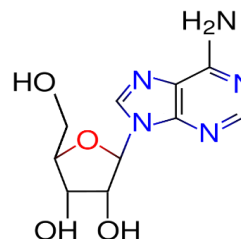
Uždaviniai:

1. Aptarti žaliosios arbatos poveikį žmogaus organizmui.
2. Nustatyti kofeino ir polifenolinių junginių kiekį žaliojoje arbatoje.
3. Ištirti kofeino ir polifenolinių junginių kiekio priklausomybę nuo vandens temperatūros plikymo metu.

Kofeinas, stimuliuodamas centrinę nervų sistemą, padidina budrumą, pagerina nuotaiką, virškinimo veiklą, padeda susikonscentruoti ir ilgiau išlaikyti dėmesį [3]. Kofeino molekulinė formulė (1 pav.) struktūriškai yra labai panaši į organinio junginio adenosino cheminę formulę (2 pav.). Adenosinas įeina į daugelio fermentų sudėtį, jį dažnai galima aptikti smegenyse, kadangi adenosinas atlieka svarbų vaidmenį signalo perdavimo reakcijose, biocheminiuose procesuose [4].

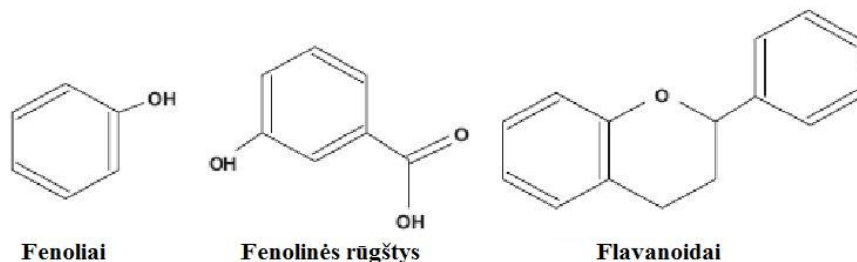


1 pav. Kofeino ($C_8H_{10}N_4O_2$) molekulė



2 pav. Adenosino ($C_{10}H_{13}N_5O_4$) molekulė

Polifenoliniai junginiai – viena didžiausių antrinių metabolitų grupių, kurią sintetina bei kaupia augalai. Fenolinių junginių pagrindą sudaro fenolis – C₆H₅OH. Šiuo metu žinoma daugiau nei 8000 fenolinės struktūros junginių. Augaluose esantys polifenoliniai junginiai skirstomi į paprastesius fenolius, fenolines rūgštis, flavonoidus (3 pav.), taninus, ligninus, kumarinus ir stilbenus [1, 5, 6]. Fenoliniai junginiai – yra natūralūs antioksidantai ir naudingi augalams kaip pigmentai, svarbūs augimui ir dauginimuisi, apsaugai nuo žalingos aplinkos [7]. Polifenoliniai junginiai svarbūs ir žmonių sveikatai – jie užkerta kelią degeneracinių ligų plitimui, nes sumažina laisvųjų radikalų ir reaktyvaus deguonies poveikį oksidacinio streso metu. Oksidacinis stresas gali sukelti DNR ir baltymų pažeidimą, lipidų peroksidaciją, pagreitinti organizmo senėjimo, uždegiminius procesus, skatinti vėžio išsivystymą [1, 6, 7].



3 pav. Fenolinių junginių struktūra

Tyrimo objektas. Žalioji arbata: „J1“, „D3“, „G2“ ir „Ž4“, kilmės šalis – Kinija.

Tyrimo metodas. Polifenolinių junginių ir kofeino kiekio nustatymui taikytas molekulinės sugerties spektrinės analizės metodas. Metodo esmė – elektromagnetinio srauto sugertis analizuojamos medžiagos molekulėmis UV, RŠ ar IR spektro srityse. Šviesos sugertis išmatuota UV/RŠ spektrofotometru „Ultrospec 1100 pro“.

Tyrimo metodika. Kofeino kiekio nustatymas. Pasverama 1 g ± 0,001 g kiekvienos rūšies arbatžolių, išdžiovintų iki pastovios masės, suberiama į cheminę stiklinę, užpilama 200 ml verdančio (100 °C) temperatūros dejonizuoto vandens. Arbata plikoma 3-4 min., po to nufiltruojama per popierinį filtrą. Į 100 ml matavimo kolbą įpilama 50 ml paruošto arbatos ekstrakto, įpilama 7 ml 1 mol/l cinko acetato tirpalo ir 6 ml 0,25 mol/l kalio heksacianoferato Fe (II) tirpalo, praskiedžiama iki žymės, išmaišoma. Paruoštas tirpalas nufiltruojamas per popierinį filtrą (raudona juosta). Spektrofotometru išmatuojama filtrato šviesos sugertis, esant 273 nm bangos ilgiui, palyginamasis tirpalas – dejonizuotas vanduo. Naudojamos 10 mm sugeriančio sluoksnio storio vienkartinės PMMA plastikinės kiuvetės [4]. Kofeino kiekis žaliojoje arbatoje, arbatos plikymui naudojant 80 °C laipsnių dejonizuotą vandenį, nustatyta analogiškai.

Kofeino kiekis (mg/200 ml) apskaičiuotas pagal 1 ir 2 formules:

$$C \text{ (mg/ml)} = \frac{c_1 \cdot 100}{50} \quad (1)$$

$$C \text{ (mg/200ml)} = C \text{ (mg/ml)} \cdot 200 \quad (2)$$

čia c_1 – kofeino koncentracija pagal kalibravimo kreivę (mg/ml); 100 – bendras mėginio tūris (ml); 50 – mėginio tūris, paimtas tyrimui (ml).

Polifenolinių junginių kiekio nustatymas. Pasverama po 1 g ± 0,001 g kiekvienos rūšies sausų arbatžolių, išdžiovintų iki pastovios masės, suberiama į cheminę stiklinę, užpilama 200 ml verdančio (100 °C) temperatūros dejonizuoto vandens, arbata plikoma 3-4 min., nufiltruojama per popierinį filtrą. Į 50 ml matavimo kolbą įpilama 1 ml arbatos ekstrakto, 2,5 ml Folin–Ciocalteu reagento (praskiesto su dejonizuotu H₂O 1:10), įpilama 2 ml 7,5 proc. natrio karbonato tirpalo ir

praskiedžiama dejonizuotu vandeniu iki žymės. Tirpalų šviesos sugertis išmatuojama spektrofotometru, esant 760 nm bangos ilgiui. Naudojamos 10 mm sugeriančio sluoksnio optinio stiklo kiuvetės. Palyginamasis tirpalas – analogiškai paruoštas tirpalas be analitės. Polifenolinių junginių kiekis žaliojoje arbatoje, arbatos plikymui naudojant 80 °C laipsnių dejonizuotą vandenį, nustatyta analogiškai.

Polifenolinių junginių kiekis (mg/ml) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$C(\text{mg} / \text{ml}) = \frac{c_1 \cdot 100}{50} \quad (3)$$

čia c_1 – polifenolinių junginių koncentracija pagal kalibravimo kreivę (mg/ml); 100 – bendras mėginio tūris (ml); 50 – mėginio tūris, paimtas tyrimui (ml).

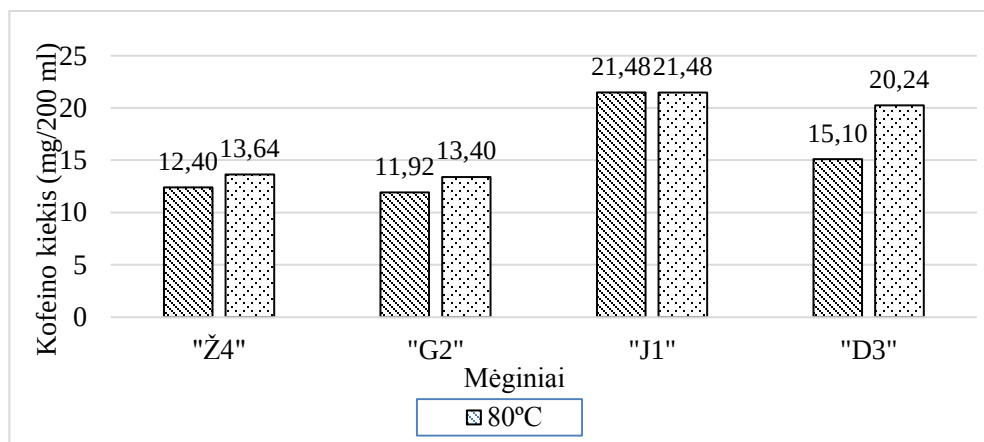
Bendras polifenolinių junginių kiekis (mg/200 ml) apskaičiuojamas pagal 2 formulę.

Tyrimo rezultatai. Tyrimams buvo naudojama 4 rūšių biri žalioji arbata. Didžiausias kofeino kiekis buvo nustatytas žaliojoje arbatoje „J1“, be to, ši arbata buvo vienintelė iš tirtų, kurią užplikius 100 °C ir 80 °C temperatūros vandeniu, kofeino kiekis išliko nepakitęs – 21,48 mg (4 pav.).

Tyrimais nustatyta, kad užplikius arbatžolės verdančiu (100 °C temperatūros) vandeniu, kofeino kiekis žaliojoje arbatoje „J1“ bei „D3“ sudaro vidutiniškai 20,86 mg, o arbatoje „Ž4“ bei „G2“ kofeino kiekis sudaro vidutiniškai 13,52 mg.

Tiriant 80 °C temperatūros vandeniu užplikytas arbatžolės nustatyta, kad didžiausias kofeino kiekis yra žaliojoje „J1“ 21,48 mg, o mažiausias – „G2“ 11,92 mg arbatoje.

Lyginant kofeino kiekis arbatose, užplikytas skirtingos temperatūros vandeniu, galima daryti išvadą, kad arbatžolės užplikius 100 °C temperatūros vandeniu kofeino kiekis 1,1 karto didesnis nei arbatžolės užplikius 80 °C temperatūros vandeniu. Iš gautų tyrimo rezultatų galima teigti, kad didesnis kofeino kiekis išsiskiria esant aukštesnei vandens temperatūrai.

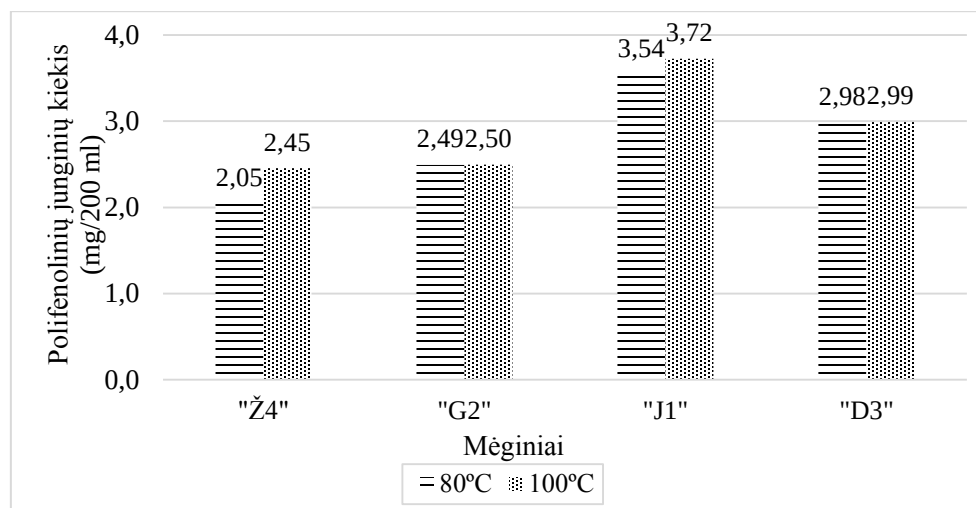


4 pav. Kofeino kiekis (mg/200 ml) žaliojoje arbatoje

Polifenolinių junginių kiekis žaliojoje arbatoje svyravo nuo 2,04 mg iki 3,72 mg/200 ml ekstrakto (5 pav.). Didžiausias polifenolinių junginių kiekis, užplikius žaliąją arbatą 100 °C ir 80 °C temperatūros vandeniu, nustatyta „J1“, o mažiausia – arbatoje „Ž4“.

Tiriant polifenolinių junginių kiekio arbatžolių ekstraktuose priklausomybę nuo vandens temperatūros arbatos užplikimo metu nustatyta, kad 20 °C vandens temperatūros pokytis didžiausią įtaką polifenolinių junginių kiekiui turėjo arbatai „Ž4“, o mažiausią – „G2“ rūšies arbatai.

Iš 5 paveiksle pateiktų duomenų matoma, kad žaliąją arbatą užplikius 100 °C temperatūros vandeniu, polifenolinių junginių kiekis yra 1,06 karto didesnis nei užplikius arbatžolės 80 °C temperatūros vandeniu.



5 pav. Polifenolinių junginių kiekis (mg/200 ml) žaliojoje arbatoje

Remiantis gautais tyrimų rezultatais, galima teigti, kad naudingiausia rinktisi „J1“ rūšies žaliąją arbatą, nes kofeino ir polifenolinių junginių kiekis šioje arbatoje yra didžiausias ir ji mažiausiai priklauso nuo vandens temperatūros užplikymo metu.

Išvados

1. Žalioji arbata pasižymi antioksidacinėmis savybėmis ir gelbsti nuo daugybės negalavimų. Žaliojoje arbatoje esantys įvairūs junginiai padeda normalizuoti cholesterolio ir cukraus kiekį kraujyje, mažina vėžinių ligų tikimybę, reguliuoja kraujospūdį bei cukraus kiekį kraujyje, naikina bakterijas, žudo gripo virusus, šalina nemalonų burnos kvapą, mažina stresą, saugo nuo peršalimo ir stabdo senėjimo procesus, stiprina kraujagyslių sienelės, naikina burnos ertmėje susidariusias bakterijas, stimuliuoja centrinę nervų sistemą.
2. Kofeino ir polifenolinių junginių koncentracija nustatyta spektrofotometrinio metodu keturių rūšių žaliojoje arbatoje. Didžiausias kofeino ir polifenolinių junginių kiekis buvo aptiktas žaliojoje arbatoje „J1“. Mažiausias kofeino kiekis nustatyta „G2“ arbatoje, o mažiausias polifenolinių junginių kiekis – „Ž4“ arbatoje.
3. Ištyrus kofeino ir polifenolinių koncentracijos priklausomybę nuo vandens temperatūros arbatos užplikimo metu nustatyta, kad 1,1 karto didesnė kofeino ir 1,06 karto didesnė polifenolinių junginių koncentracija išsiskiria plikant žaliąją arbatą verdančiu vandeniu nei 80 °C temperatūros vandeniu.

Literatūros sąrašas

1. RAUDONIS R. Skysčių chromatografijos pokolonėlinių metodų optimizavimas augalinių antioksidantų tyrimams. Daktaro disertacija. 2012.
2. Colon M., Nerin C., Department of Analytical Chemistry, Molecular interactions between caffeine and catechins in green tea. [interaktyvus], [žiūrėta 2017-02-26]. Prieiga per internetą: <<http://www.caffeineinformer.com/caffeine-content/green-tea>>
3. Dai J, Mumper RJ. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules* 2010; 15: 7313-7352.
4. Dobrinas, S., Soceanu, A., Popescu, V., Stanciu, G., Smalberger, S. *Optimization of a UV-VIS spectrometric method for caffeine analysis in tea, coffee and other beverages*. Romania, 2013.
5. Lattanzio V., Lattanzio V.M.T., Cardinali A. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Phytochemistry: Advances in Research*, 2006. P. 23-67
6. Pereira JA, Oliveira I, Sousa A, Valentão P, Andrade PB, Ferreira I, Ferreres F, Bento A, Seabra RM, Estevinho L, Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: phenolic compounds, antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 2007;45: 2287-2295.

7. Tamilselvi N., Krishnamoorthy P., Dhamotharan R., Arumugam P., Sagadevan E. Analysis of total phenols, total tannins and screening of phytocomponents in *Indigofera aspalathoides* (Shivanar Vembu) Vahl EX DC. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 2012; 4(6), 3259-3262.

Summary. The research „Determination of caffeine and polyphenol compounds in green tea“ was carried out in Vilnius kolegija/University of Applied Sciences Faculty of Agrotechnologies.

Both caffeine and polyphenol compounds are bioactive substances which have an impact on humans health such as reducing stress levels and risks of getting cancer and, regulating blood pressure and levels of sugar in blood, killing bacteria and flu viruses and protecting against cold, stimulating the central nervous system, etc.

The aim of this work was to determine and compare the amount of caffeine and polyphenol compounds in different types of green tea whilst changing the temperature of water for tea brewing, using spectrometric methods.

The obtained results showed that all the green tea samples contain more both caffeine and polyphenolic compounds if the temperature of water for tea brewing is chosen at boiling point rather than 80 degrees.

CHLOROFILO DINAMIKA SKIRTINGŲ VEISLIŲ TUJOSE

Milda Filmanavičiūtė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Fotosintezėje dalyvaujantys pigmentai chlorofilas (*a* ir *b*) sugeria raudonuosius ir mėlynuosius šviesos spindulius, gautą energiją panaudoja angliavandenių sintezei iš CO₂. Karotinoidai sugeria violetinius ir mėlynuosius spindulius, teikia jų energiją fotosintetinėms sistemoms ir apsaugo chlorofilą nuo oksidavimo. Spektrofotometrinio analizės metodu buvo nustatyta chlorofilo (*a* ir *b*) bei karotinoidų koncentracija skirtingų veislių tujose. Per tam tikrą laiką tiriamuose mėginiuose stebimas chlorofilo (*a* ir *b*) ir karotinoidų koncentracijos mažėjimas.

Pagrindiniai žodžiai: tujos, fotosintezė, chlorofilas *a* ir *b*, karotinoidai, spektrofotometrija.

Įvadas. Augalų lapuose vyksta fotosintezė. Šio proceso metu yra sintetinami angliavandeniai iš CO₂ ir vandens. Gliukozė yra pagrindinis fotosintezės produktas, maisto medžiaga, kuri yra reikalinga augalų gyvybinėms funkcijoms palaikyti. Fotosintezės metu išsiskiria deguonis, kuris yra reikalingas visiems gyviems organizmams. Fotosintezė vyksta chloroplastuose, kuriuose išsidėstę pigmentai chlorofilas ir karotinoidai, sugeria saulės šviesos energiją. [5]

Chlorofilas sugeria raudonuosius ir mėlynuosius šviesos spindulius, bet menkai sugeria žaliuosius, todėl augalo audiniai (lapai ir stiebas) atrodo žali. Chlorofilas yra pirminis pigmentas augaluose, tačiau jame yra ir kitų papildomų pigmentų tokių kaip karotinoidai, ksantofilai, kurie taip pat suteikia augalui spalvą. Vasarą chlorofilas maskuoja kitus pigmentus, o rudenį, nukritus oro temperatūrai, chlorofilo mažėja. Chlorofilo sumažėjimas leidžia atsiskleisti kitų pigmentų spalvoms, todėl rudenį lapai tampa rudi. [8] Chlorofilas ir karotinoidai yra neatsiejama fotosintezės proceso dalis, jo metu yra mažinamas CO₂ kiekis aplinkoje ir išskiriamas deguonis, kuriuo kvėpuoja visi aerobai. Tyrimai atlikti 2016 m. vasario mėnesį Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto chemijos laboratorijoje spektrofotometrinio analizės metodu.

Darbo tikslas. Nustatyti chlorofilo kiekio kitimą skirtingų veislių tujose.

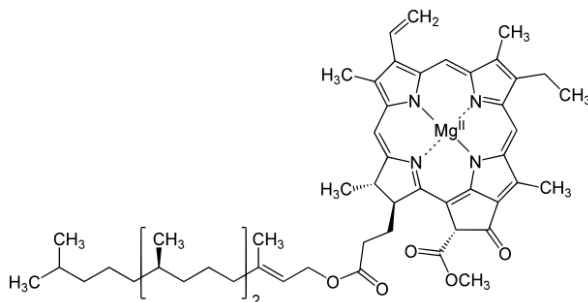
Uždaviniai:

Išnagrinėti pagrindinių fotosintezėje dalyvaujančių pigmentų ypatybes.

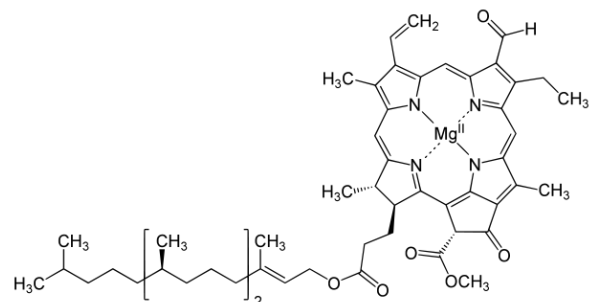
Nustatyti chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* santykį tujose.

Nustatyti chlorofilo (*a* ir *b*) ir karotinoidų koncentracijų kitimą tujose.

Fotosintezėje dalyvauja chlorofilas (*a* ir *b*), karotinoidai (α ir β karotinai, liuteinas, neoksantinas ir violoksantinas). Pagrindinė chlorofilo funkcija sugerti šviesos spindulius bei paversti jų energiją makroenergetiniais junginiais. Chlorofilas chemine sudėtimi labai panašus į hemoglobina, tik chlorofilo struktūros centre yra ne geležies, o magnio atomas, sąveikaujantis su azoto atomais. [3]



1 pav. Chlorofilas *a*



2 pav. Chlorofilas *b*

Chlorofilas *a* (C₅₅H₇₂O₅N₄Mg) – melsvai žalias, chlorofilas *b* (C₅₅H₇₀O₆N₄Mg) – gelsvai žalias sugeria raudonuosius ir mėlynuosius spindulius, kurių energiją panaudoja angliavandenių

gamybai. Du pagrindiniai šviesos sugerties smailių maksimumai yra raudonos ir mėlynos šviesos dalyse, atitinkamai nuo 625 nm iki 675 nm ir nuo 425 nm iki 475 nm. Augalų žalios spalvos intensyvumas priklauso nuo sugertų mėlynųjų ir raudonųjų spindulių santykio. Mūsų akys mato tik šių spindulių sumą – žalią spalvą, kurios bangos ilgis apie 550 nm. [1]

Karotinoidų pigmentų randama beveik visuose augaluose, gamtoje jie pastebimi ne žaliuose augalų dalyse, o tik rudenėjančių augalų pageltusiuose lapuose. Karotinoidai sugeria violetinius ir mėlynuosius spindulius nuo 400 nm iki 500 nm ir teikia šių spindulių energiją chlorofilui. Jie apsaugo chlorofilą nuo fotooksidacijos, o šviesos gaudymo sistemas nuo perkaitimo. [7]

Chlorofilas ir karotinoidai ekstrahuojami neutraliais organiniais tirpikliais (pvz., etanolu), nes šarmuose ir rūgštyse greitai pakinta. Chlorofilas yra atsparus daugeliui aplinkos veiksnių, tačiau pradeda irti stiprioje šviesoje ir dėl vandens stygiaus. Ekstrahuotas augalų chlorofilas tampa ypač jautrus šviesai ir deguoniui, jų poveikyje išblunka, įvyksta fotooksidacija. [2] Geriausias chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* santykis lapuose yra 3:1, tuomet geriausiai vyksta fotosintezė ir didėja augalo produktyvumas, o karotinoidų dažniausiai būna 1,5–2 kartus mažesnis. [4]

Tyrimo objektas. Skirtingų veislių tujos (*lot. Thuja occidentalis*).



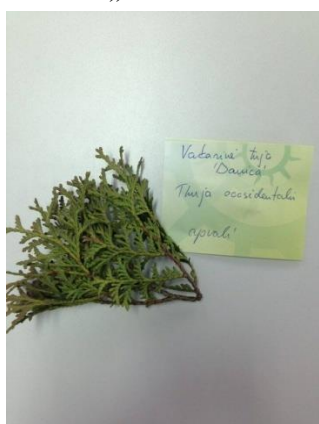
„Brabant“



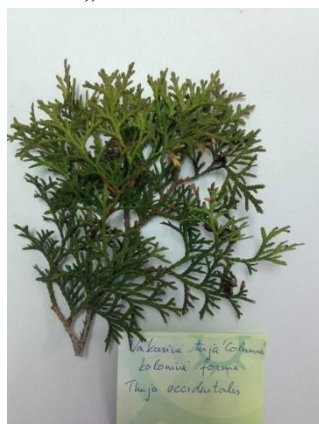
„Aurasceus“



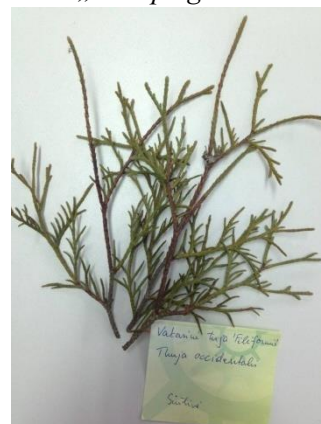
„Europe gold“



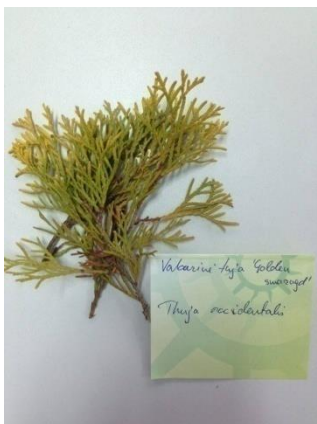
„Danica“



„Columna“



„Filiformis“



„Golden smaragd“



„Ericoides“



„Smaragd“

Tyrimo metodas. Spektrofotometrinis analizės metodas pagrįstas medžiagų šviesos sugerties (absorbcijos) matavimu. Šviesos sugertis išmatuojama spektrofotometru.

Tyrimo metodika. Pasveriami $0,1 \pm 0,001$ g susmulkintų tujų, suberiama į grūstuvę, užpilama 10 ml 95 % etilo alkoholio ir gerai sutrinama. Sutrinta masė 5 min. centrifuguojama, centrifugavimo greitis 3000 aps/min. Pipete atmatuojama 1,0 ml centrifugato, supilama į mėgintuvėlį ir įpilama 4 ml 95 % etilo alkoholio, išmaišoma. Spektrofotometru išmatuojama šviesos sugertis esant bangos ilgiams: chlorofilui *a* – 664 nm, chlorofilui *b* – 649 nm, karotinoidams – 470 nm. Palyginamasis tirpalas – 95 % etilo alkoholis. Naudojama 10 mm sugeriančio sluoksnio storio kiuvetė.

Apskaičiuojama chlorofilo *a* (1 formulė), chlorofilo *b* (2 formulė) ir bendra karotinoidų (3 formulė) koncentracija, $\mu\text{g/ml}$:

$$C_a = 13,36 \cdot A_{664} - 5,19 \cdot A_{649} \quad (1)$$

$$C_b = 27,43 \cdot A_{649} - 8,12 \cdot A_{664} \quad (2)$$

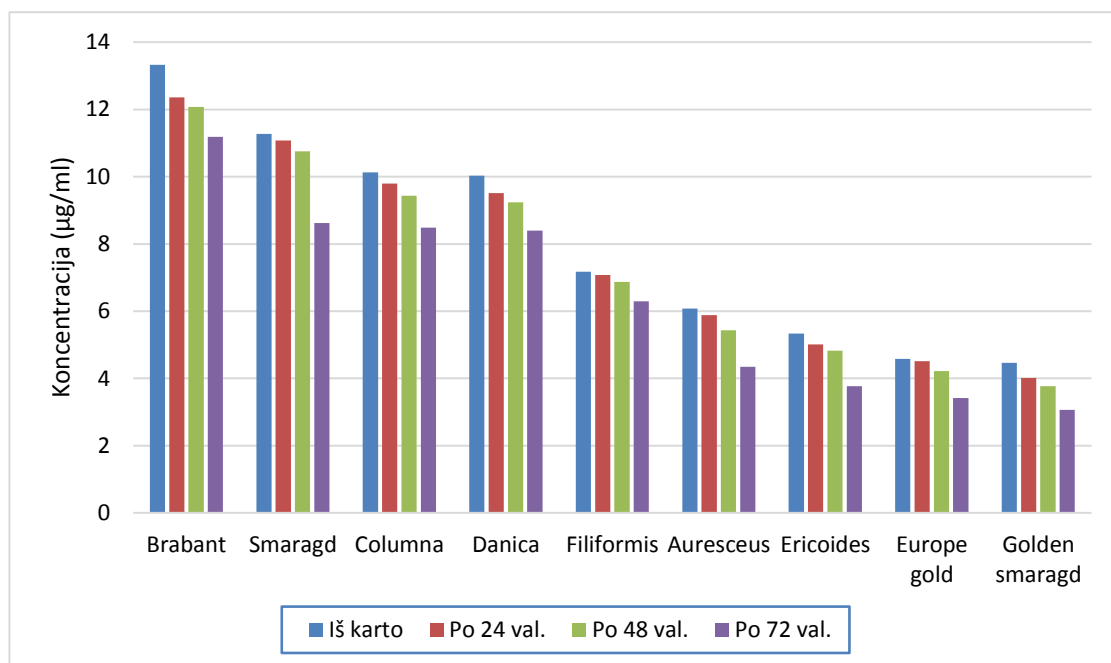
$$C_{\text{karotinoidai}} = \frac{1000 \cdot A_{470} - 2,13 \cdot C_a - 97,63 \cdot C_b}{209} \quad (3)$$

čia *A* – šviesos sugertis esant nurodytiems bangos ilgiams; *C* – pigmentų koncentracija, $\mu\text{g/ml}$.

Tyrimo rezultatai. Tyrimams buvo naudojamos skirtingų 9 veislių tujos. Chlorofilo *a*, *b* ir karotinoidų koncentracijos mėginiuose buvo nustatytos spektrofotometru GENESYS 20 (Thermo Scientific) esant atitinkamiems bangų ilgiams. Kiekviename mėginyje chlorofilo *a* ir *b* bei karotinoidų koncentracija buvo nustatyta keturis kartus: iš karto (tik nukirpus tujos šakelę), po 24 val., 48 val. ir 72 val. Spektrofotometru išmatavus mėginio sugertį buvo apskaičiuota chlorofilo *a*, chlorofilo *b* ir karotinoidų koncentracija.

Didžiausia chlorofilo *a* koncentracija buvo nustatyta „Brabant“ veislės tujose, ji sudaro $13,3 \mu\text{g/ml}$, mažiausia – „Golden smaragd“ – $4,5 \mu\text{g/ml}$ (3 pav.), šios veislės tujose chlorofilo *a* koncentracija net 3 kartus mažesnė už nustatytą „Brabant“ veislės tujose.

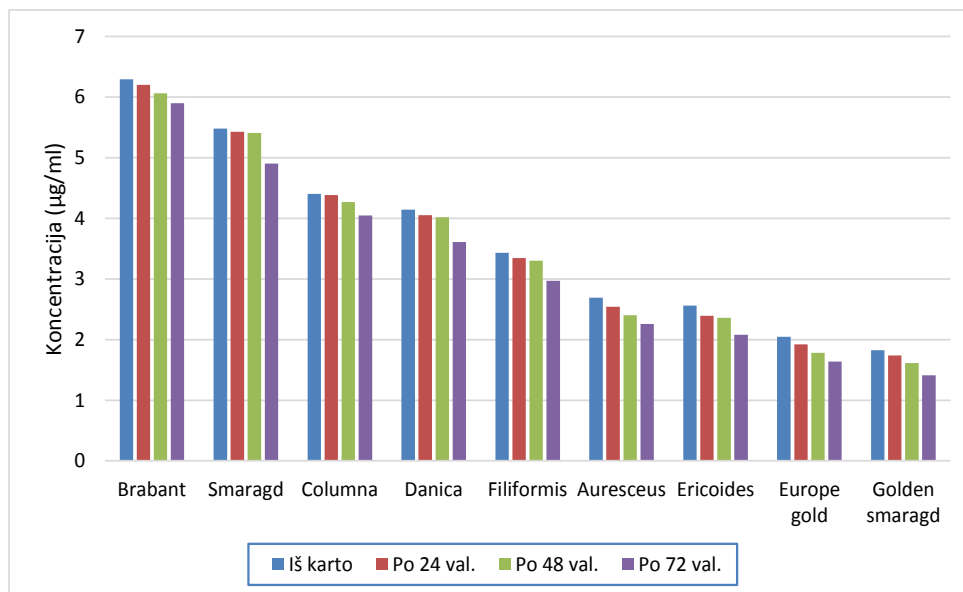
Chlorofilo *a* koncentracija skirtingų veislių tujų mėginiuose po 24 val. sumažėjo vidutiniškai 1,05 karto, po 48 val. – 1,09 karto, po 72 val. – 1,26 karto, galima teigti, kad chlorofilo *a* koncentracija tujose sumažėjo nežymiai. Lyginant chlorofilo *a* koncentraciją tujų mėginiuose tiriant iš karto ir po 72 val., nustatyta, kad chlorofilo *a* ženkliausiai sumažėjo „Golden smaragd“ veislės tujose – 1,46 karto, o mažiausiai – „Brabant“ – 1,14 karto.



3 pav. Chlorofilo *a* koncentracija (µg/ml) tujose

Analogiškai chlorofilo *a* tyrimų rezultatams, didžiausia chlorofilo *b* koncentracija buvo nustatyta „Brabant“ veislės tujose, ji sudaro 6,3 µg/ml, mažiausia – „Golden smaragd“ – 1,8 µg/ml (4 pav.), šios veislės tujose chlorofilo *b* koncentracija net 3,4 karto mažesnė už nustatytą „Brabant“ veislės tujų mėginyje.

Tyrimai parodė, kad chlorofilo *b* koncentracija skirtingų veislių tujų mėginiuose po 24 val. sumažėjo vidutiniškai 1,03 karto, lyginant su pirminiais, po 48 val. – 1,05 karto, po 72 val. – 1,14 karto. Galima teigti, kad chlorofilo *b* koncentracija tujose sumažėjo nežymiai. Lyginant chlorofilo *b* koncentraciją tujų mėginiuose tiriant iš karto ir po 72 val., nustatyta, kad žymiausiai ji sumažėjo „Golden smaragd“ veislės tujose – 1,29 karto, o mažiausiai – „Brabant“ – 1,07 karto. Chlorofilo *b* koncentracija tirtuose tujų mėginiuose vidutiniškai 2,2 karto mažesnė už chlorofilo *a* koncentraciją.

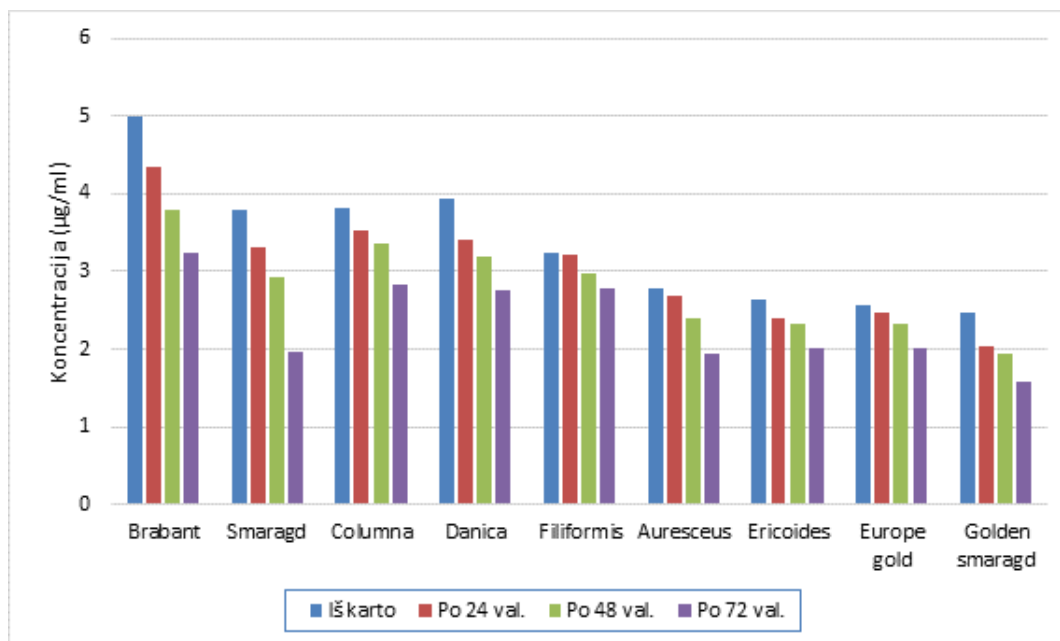


4 pav. Chlorofilo *b* koncentracija (µg/ml) tujose

Produktyviausiai fotosintezė vyksta, esant chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* santykiui lapuose 3 : 1. Tyrimo rezultatai parodė, kad tujose vidutiniškai chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* santykis yra 2,2 : 1. Didžiausias chlorofilų santykis „*Golden smaragd*“ veislės tujose 2,4 : 1, o mažiausias – „*Smaragd*“ 2,1 : 1. Galima manyti, kad tyrimų rezultatams įtakos turėjo metų laikas.

Karotinoidų tyrimo rezultatai analogiški chlorofilo (*a* ir *b*) rezultatams: didžiausia karotinoidų koncentracija nustatyta „*Brabant*“ veislės tujoje – 5,0 µg/ml, mažiausia „*Golden smaragd*“ – 2,5 µg/ml.

Karotinoidų koncentracija tirtuose tujų mėginiuose po 24 val., lyginant su pirminiais, sumažėjo vidutiniškai 1,10 karto, po 48 val. – 1,20 karto, po 72 val. – 1,43 karto. Galima teigti, kad karotinoidų koncentracija tujų mėginiuose sumažėjo nežymiai. Lyginant karotinoidų koncentraciją tujų mėginiuose tiriant iš karto ir po 72 val., nustatyta, kad ženkliausiai ji sumažėjo „*Smaragd*“ veislės tujose – 1,93 karto, o mažiausiai – „*Filiformis*“ – 1,17 karto (5 pav.).



5 pav. Karotinoidų koncentracija (µg/ml) tujose

Karotinoidų koncentracija tujų veislių „*Filiformis*“, „*Auresceus*“, „*Ericoides*“, „*Europegold*“ ir „*Golden smaragd*“ mėginiuose yra vidutiniškai 2,7 karto mažesnė už suminę chlorofilo *a* ir *b* koncentraciją. „*Columna*“ ir „*Danica*“ mėginiuose – 3,15 karto mažesnė, o „*Brabant*“ ir „*Smaragd*“ – 3,4 kartus mažesnė lyginant su pradine koncentracija.

Išvados

1. Chlorofilas (*a* ir *b*) ir karotinoidai yra svarbiausi fotosintezėje dalyvaujantys pigmentai. Jų pagrindinė funkcija – saulės šviesos energiją paversti chemine energija, kuri yra reikalinga fotosintezėi.
2. Tyrimais nustatyta, kad chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* santykis tujose vidutiniškai yra 2,2 : 1.
3. Didžiausia chlorofilo (*a* ir *b*) bei karotinoidų koncentracija buvo nustatyta „*Brabant*“ veislės tujų mėginiuose, o mažiausia – „*Golden smaragd*“. Chlorofilo (*a* ir *b*) ženkliausiai sumažėjo „*Golden smaragd*“ veislės tujų mėginyje, mažiausiai – „*Brabant*“, karotinoidų koncentracija ženkliausiai sumažėjo „*Smaragd*“ veislės tujų mėginyje, o mažiausiai – „*Filiformis*“.

Literatūros sąrašas

1. BAGDONAVIČIENĖ, Aistė. *Kodėl augalai žali?*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-23]. Prieiga per internetą: <http://manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/augalininkyste/3352-kodel-augalai-zali->.
2. BLUZMANAS P., BORUSAS S., DAGYS J., GRUZDIENĖ J., STAŠAUSKAITĖ S., ŠLAPAUŠKAS V., VONSAVIČIENĖ V. *Augalų fiziologija: mokslas*. Vilnius, 1991. 275 p.
3. *Chlorofilas – žaliasis kraujas*. [interaktyvus]. Kaunas. [žiūrėta 2016-03-23]. Prieiga per internetą: <http://www.bionaturoaze.lt/lt/chlorofilas-zaliasis-kraujas.htm>.
4. ŠLAPAUŠKAS, Vytautas Antanas. *Augalų ekofiziologija: vadovėlis*. Kaunas, 2006. 413 p. ISBN 9955-692-15-4.
5. *A Dictionary of Biology. Third edition*. [interaktyvus]. Oxford, New York, 1996. [žiūrėta 2016-03-25]. Prieiga per internetą: https://books.google.lt/books?id=oX2ECgAAQBAJ&pg=PA457&dq=A+Dictionary+of+Biology+chlorophyll&hl=lt&sa=X&ved=0ahUKEwiK6u_q6jLAhXiApoKHQxQBiyQ6AEIJDA#v=onepage&q=A%20Dictionary%20of%20Biology%20chlorophyll&f=false.
6. DUDEK, Gabriela, KRASOWSKA, Monika, RYBAK, Aleksandra, STRZELEWICZ, Anna, TURCZYN, Roman. *A spectrophotometric method for plant pigments determination and herbs classification*. Department of Physical Chemistry and Technology of Polymers, Faculty of Chemistry, Silesian University of Technology, Lenkija, 2013.
7. EDWARDS, Abe. *Abe's guide to botany* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 kovo 25d.] Prieiga per internetą: <https://books.google.lt/books?id=c3OeAwAAQBAJ&pg=PT115&dq=chlorophyll+benefits+for+animals&hl=lt&sa=X&ved=0ahUKEwib5pno29TLAhWybZoKHb8bBnEQ6AEIYDAJ#v=onepage&q=chlorophyll%20benefits%20for%20animals&f=false>.
8. MYERS, L. Richard. *The 100 most important chemical compounds: a reference guide* [interaktyvus]. Greenwood press: Westport, CT, 2007. 352 p. ISBN 978-0313337581 [žiūrėta 2016-03-23]. Prieiga per internetą: https://books.google.lt/books?id=MwpQWcIKMzAC&printsec=frontcover&dq=he+100+Most+Important+Chemical+Compounds:+A+Reference+Guide&hl=lt&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=he%20100%20Most%20Important%20Chemical%20Compounds%3A%20A%20Reference%20Guide&f=false

Summary, The article presents findings of the research performed to examine the amount of chlorophyll (*a* and *b*) and carotenoid in different types of Thuja. *This research aimed to determine* chlorophyll *a* and chlorophyll *b* ratio in different types of Thuja and identify the chlorophyll (*a* and *b*) and carotenoid concentration dynamics in Thuja. The article describes the main pigments involved in photosynthesis: chlorophyll (*a* and *b*) and properties of carotenoids. The subject of the research were 9 varieties of Thuja. The research was carried out in February, and it is planned to repeat the study in other seasons. The research was conducted at Vilniaus kolegija/University of Applied Sciences Faculty of Agrotechnologies chemistry laboratory applying the spectrophotometric analysis method which is based on material light absorption measurement: chlorophyll *a* absorbs light at wavelength of 664 nm, chlorophyll *b* - 649 nm, carotenoids – 470 nm. The decline of chlorophyll *a* and *b* and carotenoid concentrations was observed within a four-day period: immediately (after clipping Thuja twigs), after 24, 48 and 72 hours. The most efficient photosynthesis takes place when the ration of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* in leaves was 3 : 1. The research has shown that in the tested Thuja the ratio of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* was 2,2 : 1. The best ratio of chlorophyll was in Thuja *Golden Smaragd*, and the worst in Thuja *Smaragd*. The highest chlorophyll *a* and *b* and carotenoid concentrations were found in Thuja *Brabant* samples, while the lowest in Thuja *Golden Smaragd*. Chlorophyll *a* and *b* concentration most significantly fell in Thuja *Golden Smaragd*, while the least – in Thuja *Brabant*. The most marked decrease of carotenoid concentration was observed in Thuja *Emerald*, and the least – in Thuja *Filiformis*.

BENDRO ANTOCIANINŲ KIEKIO NUSTATYMAS UOGOSE

Kristina Žalandauskaitė, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Antocianinai – tai natūralūs antioksidantai, augalinių raudonai mėlynų pigmentų grupė, kuri priklauso flavonoidams [5]. Šie pigmentai pasižymi biocheminiu, farmakologiniu aktyvumu ir mažu toksiškumu. Antioksidantai sulaiko arba pristabdo oksidacijos reakcijų plitimą ląstelėje. Oksidacinis stresas, aktyvių deguonies formų bei laisvųjų radikalų poveikis sukelia ląstelės metabolizmo pokyčius [6]. Tai skatina uždegiminius procesus ir ligų, tokių kaip vėžys, susirgimus. Vienas iš pagrindinių antocianinų šaltinis – augalai. Jų gausu uogose, kartu su kitomis naudingomis organizmui medžiagomis. Tyrimu buvo nustatytas bendras antocianinų kiekis šaldytose avietėse, vyšniose, spanguolėse, gervuogėse ir juoduosiuose serbentuose bei putinuose pH diferenciniu metodu spektrofotometriškai. Didžiausias antocianinų kiekis nustatytas juoduosiuose serbentuose, o mažiausias – putinuose.

Pagrindiniai žodžiai: antocianinai, flavonoidai, antioksidantai, spektrofotometrija.

Įvadas. Antioksidantai – tai junginiai, sulaikantys arba pristabdantys oksidacijos reakcijų plitimą ląstelėse. Jeigu organizmo apsauginės antioksidacinės sistemos nepakankamai efektyvios arba yra tam tikras antioksidantų trūkumas, laisvieji radikalai ląstelėse gali sukelti oksidacinį stresą [10]. Tai skatina uždegiminius procesus ir mažina susirgimo atsparumą tam tikromis ligomis. Antocianinai pasižymi dideliu biocheminiu ir farmakologiniu aktyvumu, o dauguma jų farmakologinių savybių yra susiję su antioksidaciniu poveikiu [2]. Jie apsaugo ląsteles nuo įvairių vėžio susirgimo formų, vaisingumo sutrikimų, diabeto ir kt. Vienintelis antocianinų šaltinis – augalai.

Darbo tikslas. Nustatyti bendrą antocianinų kiekį uogose.

Uždaviniai:

1. Išnagrinėti antocianinų savybes ir uogų cheminę sudėtį.
2. Nustatyti antocianinų kiekį uogose.

Tyrimo objektas. Šaldytos avietės, vyšnios, spanguolės, gervuogės ir juodieji serbentai, putinai.

Antioksidacinis aktyvumas – tai medžiagos gebančios sustabdyti kitų junginių oksidacinės degradacijos procesus [9]. Antocianinai yra stipriai veikiantys antioksidantai. Jie efektyviai neutralizuoja laisvuosius radikalus ir nutraukia grandininę reakciją, kuri atsakinga už oksidacinę pažeidimą. Kadangi pH žmogaus kūne yra neutralus, išskyrus skrandyje, antocianinų antioksidacinis aktyvumas neutraliame pH yra ypač svarbus. Antocianinai – tai vandenyje tirpūs pigmentai, randami daugelyje augalų audinių [1]. Šie pigmentai suteikia raudoną, mėlyną, violetinę spalvą uogoms. Uogos labai vertinamos dėl didelio antioksidantų ir natūralių konservuojančių medžiagų kiekio. Jose daug biologiškai vertingų medžiagų: antocianinų, proantocianinų, polifenolių, flavonoidų, flavonolių ir t.t. [8]. Šie junginiai pasižymi antikancerogeninėmis, antiradiacinėmis bei priešuždegiminėmis savybėmis. Saugo ląsteles nuo laisvųjų radikalų poveikio, lėtina senėjimo procesus, stiprina kraujagyslių kapiliarus, gydo žaizdas. Fenoliniai junginiai sudaro vieną iš didžiausių fitocheminių junginių grupių ir labiausiai paplitę tarp augalų karalystės atstovų. Yra identifikuota virš 4000 skirtingų flavonoidų. Šie junginiai turi bendrą struktūrą, kurią sudaro du aromatiniai žiedai, juos jungia trys anglies atomai, kurie sudaro deguonies heterociklą [7]. Flavonoidų išskyrimui dažniausiai naudojami ekstrahentai yra acetonas, etanolis, metanolis ir šių tirpiklių mišiniai su vandeniu.

Uogos yra labai svarbios žmogaus mitybai, jos yra angliavandenių, vitaminų, organinių rūgščių, mineralinių druskų, rauginių ir kitų vertingų maistinių ir biologiškai aktyvių medžiagų šaltinis. Uogų sudėtyje yra 80-95 % vandens. Šis vanduo ypatingas tuo, kad yra prisodrintas įvairiausių vitaminų. Angliavandeniai (gliukozė, fruktozė, sacharozė, sorbozė) yra kita svarbiausia uogų sudedamoji dalis. Juodieji serbentai savo sudėtyje turi pektinų, kurie iš organizmo padeda pašalinti sunkiuosius metalus [3]. Uogų sudėtyje ypatingai svarbios yra rūgštys. Nuo jų ir eterinių

aliejų buvimo priklauso uogų skonis. Organinės rūgštys žadina apetitą, gerina virškinimo sulčių išsiskyrimą. Juoduosiuose serbentuose gausu citrinos rūgšties, avietėse – obuolių, šiek tiek citrinos, salicilo, oksalo, skruzdžių, rūgščių, gervuogėse – obuolių, vyno, citrinos ir nedaug salicilo rūgšties, vyšnios – gintaro bei salicilo, spanguolėse vyrauja citrinos rūgštis, rasta benzolinės, chinino ir kt. Putinai, dėl jų sudėtyje esančių fenolinių rūgščių, antocianinų, organinių rūgščių, glikozidų yra naudojami kaip gydomoji priemonė. Putinų uogų savotišką aromatą nulemia valerijono rūgštis, eteriniai aliejai ir kiti junginiai [4]. Jų žievė pasižymi sutraukiančiomis, atpalaiduojančiomis savybėmis. Labiausiai uogos yra vertingos dėl jose esančių vitaminų gausos. Vitamino C daugiausia turi juodieji serbentai, net 200 mg/100 g, juose palyginti daug P, E, K ir B grupės vitaminų. Avietėse vyrauja vitaminas C, folio rūgštis (B9) ir bioflavonoidai, uogų minkštyme gausu geležies. Gervuogėse randama vitamino A ir B grupės vitaminų, ypač daug vitamino C. Vitamino B1 daugiausia turi vyšnios (0,03 mg /100 g). Spanguolėse gausu vitamino C, A ir B grupės vitaminų. Putinai sukaupia daug provitamino A (karotino), kuris yra svarbus regėjimui, augimui, didina atsparumą ligoms. Juose taip pat gausu ir kitų vitaminų, tokių kaip B9, B2, B6, PP (nikotino rūgštis), A, E, K. Uogos prisotintos mineralinių medžiagų: kalcio, kalio, magnio, natrio, sieros, fosforo, chloro, geležies, boro [3, 4].

Tyrimo metodika. Bendras antocianinų kiekis šaldytose uogose nustatytas pH diferenciniu metodu. Šviesos sugertis išmatuota UV/RŠ spektrofotometru Genesys 20, kiuvetės storis 1 cm. Mėginio paruošimas: pasveriami 1 g ± 0,01 g tiriamų uogų, užpilama 10 ml 70 % etilo alkoholiu ir grūstuvėje trinama kol uogų odelės lieka bespalvės, jeigu reikia etilo alkoholio tūris didinamas. Uogų ekstraktai centrifuguojami 10 min. (3000 aps./ min.). Po 1 ml tiriamo ekstrakto įpilama į dvi 25 ml matavimo kolbas ir praskiedžiama buferiniais tirpalais pH=1,0, ir pH=4,5. Išmatuojama šviesos sugertis esant 520 nm ir 700 nm bangos ilgiams. Palyginamasis tirpalas yra atitinkamai pH=1 ir pH=4,5 buferiniai tirpalai. Diferencinė šviesos sugertis apskaičiuojama pagal formulę (1):

$$A = (A_{520nm\ pH1,0} - A_{700nm\ pH1,0}) - (A_{520nm\ pH4,5} - A_{700nm\ pH4,5}) \quad (1)$$

čia $A_{520\ nm\ pH\ 1,0}$ – sugerties maksimumas esant 520 nm bangos ilgiui, kai tirpalo pH = 1,0;

$A_{700\ nm\ pH\ 1,0}$ – sugerties maksimumas esant 700 nm bangos ilgiui, kai tirpalo pH = 1,0;

$A_{520\ nm\ pH\ 4,5}$ – sugerties maksimumas esant 520 nm bangos ilgiui, kai tirpalo pH = 4,5;

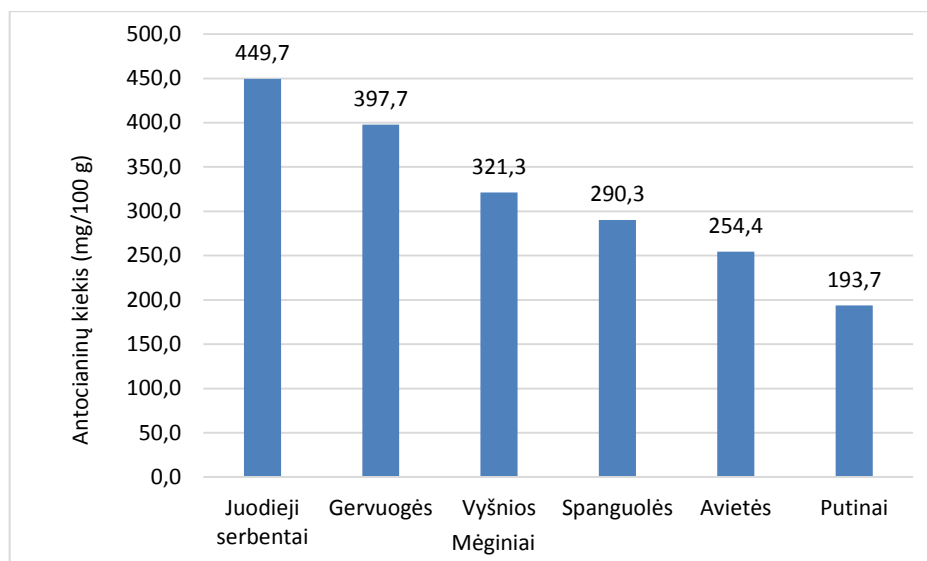
$A_{700\ nm\ pH\ 4,5}$ – sugerties maksimumas esant 700 nm bangos ilgiui, kai tirpalo pH = 4,5.

Bendra antocianinų koncentracija (mg/l) apskaičiuojama pagal formulę (2):

$$C(mg/l) = \frac{A \cdot Mr \cdot 10^3 \cdot F}{\varepsilon \cdot L} \quad (2)$$

čia A – diferencinė sugertis; Mr – molekulinė masė; ε – molinė sugertis; L – kiuvetės storis (cm).

Skaičiavimams naudota antocianino malvidin-3-gliukozido molinės sugerties koeficientas 28 800, malvidin-3-gliukozido molekulinė masė – 493,5. Tyrimo rezultatai pateikiami bendrą antocianinų koncentraciją perskaičiavus į jų kiekį (mg/100 g) šaldytose uogose.



1 pav. Bendras antocianinų kiekis (mg/100 g) šaldytose uogose

Antocianinų kiekis juoduosiuose serbentuose, gervuogėse, vyšniose, spanguolėse, avietėse ir putinuose buvo nustatytas pH diferenciniu metodu, spektrofotometru išmatavus šiesos sugertį ir apskaičiavus antocianinų kiekį mg 100 g uogų (1 pav.). Didžiausias antocianinų kiekis nustatytas juoduosiuose serbentuose, jis sudaro 449,7 mg 100 g uogų, o mažiausias, net 2,32 karto mažesnis, nustatytas putinuose – 193,7 mg. Putinai buvo vienintelės uogos, kurios buvo tirtos šviežios.

Didelis antocianinų kiekis nustatytas gervuogėse (397,7 mg) ir vyšniose (321,3 mg), kiek mažesnis spanguolėse (290,3 mg). Tirtose šaldytose uogose mažiausias bendras antocianinų kiekis nustatytas avietėse, jis yra 1,76 karto mažesnis negu juoduosiuose serbentuose. Bendras antocianinų kiekis tirtose šaldytose uogose sudaro vidutiniškai 343 mg 100 g uogų.

Išvados

1. Antocianinai yra tirpūs vandenyje augaliniai pigmentai, natūralūs antioksidantai priskiriami flavonoidams, jų randama augaluose, gausu uogose. Uogos yra angliavandenių, vitaminų, organinių rūgščių, mineralinių druskų, rauginių ir kitų vertingų maistinių ir biologiškai aktyvių medžiagų šaltinis. Antocianinai slopina uždegimą, saugo nuo virusų ir mikrobus.
2. Bendras antocianinų kiekis nustatytas uogose pH diferenciniu metodu spektrofotometriškai. Didžiausias antocianinų kiekis nustatytas juoduosiuose serbentuose, o mažiausias, net 2,32 karto mažesnis – putinuose. Tirtose šaldytose uogose bendras antocianinų kiekis sudaro vidutiniškai 343 mg 100 g uogų.

Literatūros sąrašas

1. DAUBARAS R.; ČESONIENĖ L. Stambiauogių spanguolių pramoninių plantacijų įrengimas. Vytauto didžiojo universitetas. Versus aureus leidykla, 2015. [Žiūrėta 2017-03-15] Internetinė prieiga: file:///C:/Users/Kristina/Desktop/2015_Spanguoles_irengimas_17p.pdf.
2. BRIEDIS V.; POVILAITYTĖ V.; KAZLAUSKAS S. ir kt. Polifenolių ir antocianinų kiekis vynuogėse, vynuogių sultyse ir raudonuosiuose vynuose bei jų antioksidacinio aktyvumo įvertinimas //Medica, 2013. t. 39, 2 priedas, P. 104-112.
3. OBELEVIČIUS S. Uogos. Kaunas: Lututė, 2000. ISBN 9986-756-90-1.
4. RADIUKAS A. Vaisiai ir uogos jūsų stalui. Vilnius: Avicena, 1993.
5. ABUJA PM.; ALBERTINI R. Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. Clin Chim Acta, 2001. 306:1-17.

6. Antidiarrhoeal activity of alcoholic and aqueous extracts of roots of tylophora indica (wight & arn.)/ N.J. Patel; V.B.Gujarati; T.S.Gouda1; N.Rao.Venkat; K.Nandakumar; S.M.Shantakumar. In: Pharmacology online, 2006. P. 19-29.
7. Manach C.; Williamson G.; Morand C.; Scalbertm A.; Remesy C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. American Society for Clinical Nutrition. 2005; 81:230S-42S.
8. Nutraceutical properties and polyphenolic profile of berry skin and wine of Vitis vinifera L. Food Chemistry M. De Nisco; M. Manfra M; A. Bolognese; A. Sofo A; A. Scopa A; GC. Tenore; F. Pagano; C. Milite; MT. Russo. 2013; 140:623-629.
9. Pisoshchi AM.; Negulescu GP.; Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. Biochemistry and Analytical Biochemistry. 2011; 1:106 [Žiūrėta 2017-03-15]. Prieiga per internetą: <http://dx.doi.org/10.4172/2161-1009.1000106>.
10. Stabilisation of natural anthocyanins by micellar systems/ N. Mulinacci; A.Romani; P.Pinelli; C.Giaccherini; F. F.Vincieri. Int. J. Pharmaceutics. 2001; 216:23-31.

Summary. A research under the title “Determination of the total anthocyanin *content* in berries” was conducted in a chemistry laboratory of Vilniaus Kolegija/University of Applied Sciences, Faculty of Agrotechnologies. Anthocyanins are natural antioxidants found in berries which contain blue and red pigments. These pigments are characterized by biochemical, pharmacological activity and low toxicity. Antioxidants suppress or slow down the spread of oxidation reactions in the cell. Oxidative stress, reactive oxygen and free radicals cause changes in cell metabolism. This encourages inflammatory conditions and increases risk of diseases such as cancer. The main source of anthocyanins are plants. Large concentrations of anthocyanins along with other useful nutrients are found in berries. Research results show general anthocyanin levels in frozen raspberries, cherries, cranberries, blackberries, black currants and guelder rose using the pH differential spectroscopic method. The highest amount of anthocyanins was found in black currants, and the lowest, 2.32 times lower, in the guelder rose. The average anthocianins level in the frozen berry types that were researched was 343 mg in 100 g.

LIESEGANG'O ŽIEDŲ SUSIDARYMAS

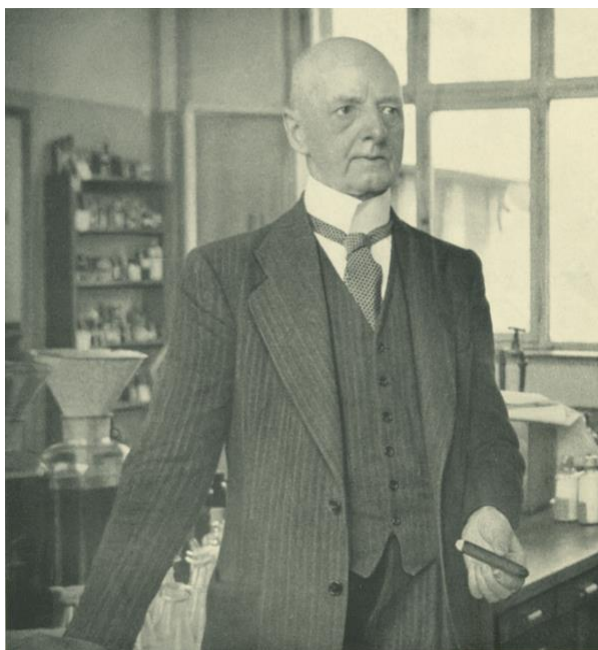
Edgaras Vasiljevas, Dalia Ivanova, Regina Ivaško, dr. Inga Stankevičienė

Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Liesegang'o žiedai – fenomenas pavadintas žymaus vokiečių chemiko Raphael Eduard Liesegang vardu. Tai periodinių žiedų pavidalu gelyje išsiskyrusios nuosėdos. Liesegang'o žiedų susiformavimui turi įtakos tokios sąlygos, kaip klampios terpės (gelio) parinkimas, elektrolitų tirpalų koncentracija, temperatūra, reakcijos laikas, indo aukštis ir skersmuo bei kt. Darbas, kurio tikslas parinkti optimalias Liesegang'o žiedų susidarymo sąlygas, buvo atliktas Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto laboratorijoje. Gauti rezultatai buvo vertinami praėjus parai. Nustatyta, kad didžiausią įtaką žiedų susiformavimui mėgintuvėliuose turi gelio (kuriame vyksta nusodinimo reakcija) bei elektrolitų tirpalų koncentracijos.

Pagrindiniai žodžiai: Liesegang'o žiedai, nusodinimo reakcijos.

Įvadas. Liesegang'o žiedai – tai periodinių žiedų pavidalu gelyje išsiskyrusios nuosėdos [1]. Šis reiškinys pirmą kartą buvo stebėtas dar 1855 metais ir pavadintas žymaus vokiečių chemiko Raphael Eduard Liesegang vardu – Liesegang'o žiedai. Mokslininkas pirmasis pastebėjo, kad užlašinus kelis lašus sidabro nitrato tirpalo ant gelio, turinčio kalio bichromato, po kelių valandų susidaro aiškūs koncentriniai netirpaus sidabro bichromato žiedai. Jų susiformavimo fenomenas nusodinimo reakcijose sudomino daugelį mokslininkų. Intensyvių tyrimų metu buvo iškelta keletas žiedų susidarymo teorijų: persotinimo, adsorbcijos, koaguliacijos, autokatalizės ir kt. Buvo pastebėta, kad Liesegang'o žiedų susiformavimui nusodinimo reakcijose turi įtakos tokios sąlygos, kaip klampios terpės (gelio) parinkimas, elektrolitų tirpalų koncentracija, temperatūra, reakcijos laikas, indo aukštis ir skersmuo [2-4].



1 pav. Raphael Eduard Liesegang

Darbo tikslas. Parinkti optimalias Liesegang'o žiedų susidarymo sąlygas.

Uždaviniai:

1. Suplanuoti Liesegang'o žiedų susidarymo eksperimentą.
2. Atlikti eksperimentą skirtingomis sąlygomis.

Darbo eiga. Liesengango'o struktūrų susidarymui būtinos gelį ir nuosėdas sudarančios medžiagos. Gelis užtikrina kad sistemoje nevyktų konvekciija. Vienas iš reagentų paskirstomas

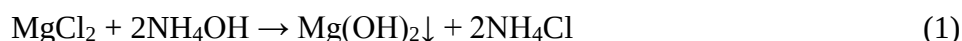
gelyje, kitas – difunduoja per sistemą. Vyksta nusodinimo reakcijos, kurių metu stebimas žiedų susidarymas.

Eksperimento atlikimui buvo pasirinkta sudaranti gelį medžiaga – želatina ir reagentai – elektrolitai, kurie reaguodami sudaro vandenyje netirpius junginius. Reakcijos buvo vykdomos 250 ml tūrio matavimo cilindruose bei mėgintuvėliuose. Liesegang'o žiedų susidarymas buvo vertinamas po paros. Matavimo cilindruose Liesegang'o žiedams nesusiformavus, toliau bus apžvelgiamos sąlygos reakcijų, vykusių mėgintuvėliuose. Jos pateiktos 1 lentelėje. Gauti rezultatai pateikti 2 paveiksle.

1 lentelė. Liesegang'o žiedų susidarymo sąlygos

Eil. Nr.	Nuosėdos	Želatinos kiekis 15 ml vandens, g	Elektrolito tirpalo gelyje masė, g		Difunduojančio komponento konc. ir tūris, ml		Žiedų susidarymas (taip/ne)
1	Mg(OH) ₂	0,600	MgCl ₂ · 6H ₂ O	0,700	konc. NH ₄ OH	3,0	Taip
2	Co(OH) ₂	0,500	CoCl ₂ · 6H ₂ O	0,800	konc. NH ₄ OH	3,0	Taip
3	Fe(OH) ₂	0,600	FeSO ₄ · 7H ₂ O	0,400	konc. NH ₄ OH	3,0	Taip
4	Ag ₂ Cr ₂ O ₇	0,500	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,012	0,08 g/ml AgNO ₃	5,0	Taip
5	Cr(OH) ₃	0,380	CrCl ₃ · 6H ₂ O	0,400	konc. NH ₄ OH	3,0	Ne
6	Mn(OH) ₂	0,380	MnSO ₄ · 4H ₂ O	0,400	konc. NH ₄ OH	3,0	Ne

1. Mg(OH)₂ žiedų susidarymas. 0,6 g želatinos buvo ištirpinta 15 ml karšto dist. vandens ir įberta 0,7 g MgCl₂·6H₂O. Gerai išmaišius, perpilta į mėgintuvėlį ir palikta parai. Praėjus nurodytam laikui tarpui želatina sustingo. Į mėgintuvėlį (ant želatinos paviršiaus) buvo įpilta 3 ml konc. NH₄OH tirpalo. Po valandos buvo stebimas pirmųjų žiedų susidarymas. Mg(OH)₂ žiedai susiformuoja vykstant reakcijai:



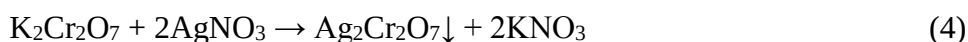
2. Co(OH)₂ žiedų susidarymas. 0,5 g želatinos buvo ištirpinta 15 ml karšto dist. vandens ir įdėta 0,8 g CoCl₂·6H₂O. Gerai išmaišius tirpalas buvo perpiltas į mėgintuvėlį ir paliktas parai. Praėjus nurodytam laikui ir sustingus želatinai, į mėgintuvėlį buvo įpilta 3 ml konc. NH₄OH tirpalo. Po valandos susidarė pirmieji Co(OH)₂ žiedai:



3. Fe(OH)₂ žiedų susidarymas. 0,6 g želatinos ir 0,4 g FeSO₄·7H₂O buvo ištirpinta 15 ml karšto dist. vandens. Mišinys buvo paliktas mėgintuvėlyje parai. Želatinai sustingus, ant jos paviršiaus buvo įpilta 3 ml konc. NH₄OH tirpalo. Fe(OH)₂ žiedai susiformavo vykstant reakcijai:



4. Ag₂Cr₂O₇ žiedų susidarymas. 0,5 g želatinos ir 0,012 g K₂Cr₂O₇ buvo ištirpinta 15 ml karšto dist. vandens. Gerai išmaišius, perpilta į mėgintuvėlį ir palikta parai sustingti. Taip pat, buvo pagamintas kitas tirpalas - 0,4 g AgNO₃ ištirpinta 5 ml dist. vandens. AgNO₃ tirpalas buvo supiltas ant želatinos paviršiaus. Pirmieji Ag₂Cr₂O₇ nuosėdų žiedai pasirodė po valandos:

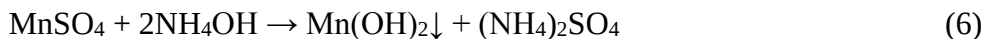


5. Cr(OH)₃ žiedų susidarymas. 0,38 g želatinos ir 0,4 g CrCl₃·6H₂O buvo ištirpinta 15 ml karšto dist. vandens. Gerai išmaišius perpilta į mėgintuvėlį ir palikta parai. Praėjus nurodytam laikui

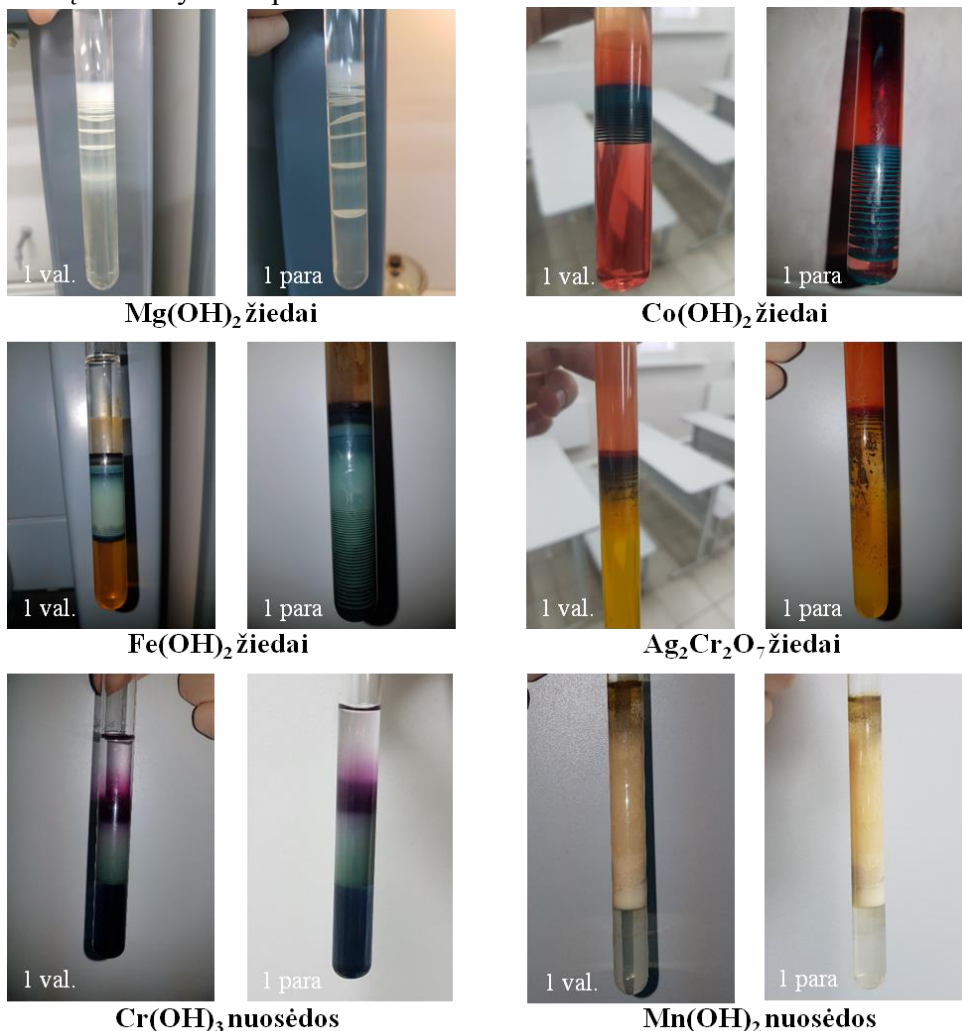
ir sustingus želatinai į mėgintuvėlį buvo įpilta 3 ml konc. NH_4OH tirpalo. Po paros vertinant eksperimentą, pastebėtos $\text{Cr}(\text{OH})_3$ nuosėdos, bet Liesegang'o žiedai nesusidarė:



6. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ žiedų susidarymas. 0,38 g želatinos ir 0,4 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ buvo ištirpinta 15 ml karšto dist. vandens ir palikta parai. Po paros į mėgintuvėlį buvo įpilta 3 ml konc. NH_4OH tirpalo. Sistemoje įvyko reakcija, kurios metu susidarė $\text{Mn}(\text{OH})_2$ nuosėdos:



Reakcijų metu, kuriose buvo naudojami mažesnės nei 100 g/l koncentracijos druskų tirpalai, Liesegang'o žiedų susidarymo nepastebta.



2 pav. Liesegang'o žiedų susidarymo reakcijų vaizdas skaitmeninėse nuotraukose

Apibendrinimas. Visos nusodinimo reakcijos buvo atliktos mėgintuvėliuose, o gauti rezultatai buvo vertinami praėjus parai. Parenkant optimaliausias sąlygas Liesegang'o žiedų susidarymui buvo nustatyta, kad didžiausią įtaką turi terpės, kurioje vyksta nusodinimo reakcija, klampumas (pagaminto gelio koncentracija). Nuosėdų žiedai susiformavo sistemose, kuriose želatinos koncentracija buvo 30-40 g/l. Pastebėta, kad druskų tirpalų koncentracija taip pat įtakoja žiedų susidarymą. Pavyko eksperimentai, kuriuose buvo naudojami druskų tirpalai didesnės už 100 g/l koncentracijos.

Literatūros sąrašas

1. Daukšas K. ir kt. Chemijos terminų aiškinamasis žodynas. 2-as pataisytas ir papildytas leidimas. Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, Vilnius, 2003, ISBN 5-420-01510-2.
2. Heinz K. Henisch. Crystals in Gels and Liesegang Rings. Cambridge University Press, 2005, ISBN 0521018188, 9780521018180, 212 p.
3. Rabih F. Sultan, Abdel-Fattah and M. Abdel-Rahman. On Dynamic Self-Organization: Examples from Magmatic and Other Geochemical Systems. Latin American Journal of Solids and Structures 10(2013) 59–73
4. The Liesegang phenomenon. Prieiga per internetą <http://www.insilico.hu/liesegang> [žiūrėta 2017-04-03].

Summary. Liesegang rings first were discovered by German chemists R. E. Liesegang in 1855. These structures form spontaneously as a result of diffusion-reaction processes in various systems involving two electrolytes and gel. The Liesegang rings formation is dependent on many factors: concentrations of electrolytes, density of gel, time of reaction, temperature and etc. The results of our experiment show, that Liesegang rings formation mostly dependent on concentration of gel and electrolyte.

SULFATŲ NUSTATYMO VANDENYJE SKIRTINGAIS SPEKTROFOTOMETRAIS REZULTATŲ PALYGINIMAS

Gintarė Montvilaitė, dr. Inga Stankevičienė

Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas

Anotacija. Sulfatai yra vieni svarbiausių anijonų, aptinkamų visuose gamtiniuose vandenyse. Jų kiekio nustatymui paviršiniuose vandenyse taikomas turbidimetrinis metodas. Šio darbo tikslas buvo atlikti žinomos koncentracijos natrio sulfato standartinio tirpalo matavimus skirtingais prietaisais ir statistiniais metodais palyginti gautus rezultatus. Atlikus tyrimus buvo nustatyta, kad skirtumas tarp skirtingais prietaisais gautų vidurkių bei rezultatų sklaidos yra nereikšmingas. Kiekvienu prietaisu gautos vertės reikšmingai nesiskiria nuo priskirtosios tirpalo vertės.

Pagrindiniai žodžiai: sulfatai, spektrofotometrinis metodas, gamtinis vanduo.

Įvadas. Sulfatai yra vieni svarbiausių anijonų, aptinkamų visuose gamtiniuose vandenyse. Jų atsiradimo šaltiniai – sieringų mineralų dūlėjimas ir tirpimas, sulfidų ir sieros oksidacija, vandens augalijos ir gyvūnijos irimo procesai. Nemažai sulfatų į paviršinius vandenis patenka su stiklo, popieriaus, tekstilės pramonės ir buitinėmis nuotekomis. Mažai mineralizuotame vandenyje sulfatai yra jonų SO_4^{2-} pavidalo. Didėjant vandens mineralizacijai, sulfatai yra linkę sudaryti patvarias asocijuotas jonų poras. Sulfatų koncentracija paviršiniuose vandenyse yra nestabili, jos kaita priklauso nuo sezono, vandens objekto maitinimo šaltinių, biologinės būklės, antropogeninio poveikio [1]. Sulfatų kiekiui paviršiniuose vandenyse nustatyti taikomas turbidimetrinis metodas [1]. Šio metodo esmė – mėginio veikimas bario chlorido tirpalu ir susidariusios bario sulfato suspensijos šviesos adsorbcijos intensyvumo matavimas spektrofotometru.

Darbo tikslas. Atlikti žinomos koncentracijos natrio sulfato standartinio tirpalo matavimus skirtingais prietaisais ir statistiniais metodais palyginti gautus rezultatus.

Uždaviniai:

1. Nubrėžti ir įvertinti kalibravimo kreives, atlikus matavimus spektrofotometrais T60 ir Genesys 20;
2. Atlikti 5 mg/l SO_4^{2-} koncentracijos standartinio tirpalo matavimus spektrofotometrais T60 ir Genesys 20 bei gautus rezultatus įvertinti statistiniais metodais;
3. Apskaičiuoti ir įvertinti metodo charakteristikas – teisingumą ir glaudumą.

Šis darbas buvo atliktas 2015 m. lapkričio mėnesį Vilniaus regiono aplinkos apsaugos departamento Valstybinės analitinės kontrolės skyriuje bei Vilniaus kolegijos ATF laboratorijoje.

Tyrimo eiga. 1. Kalibravimo kreivės. Kalibravimo kreivei sudaryti buvo pagaminti skirtingų koncentracijų Na_2SO_4 tirpalai. Į penkis mėgintuvėlius buvo įpilta po 5 ml kiekvieno tiriamojo tirpalo, įlašinta po 2 lašus HCl tirpalo (turių santykis 1:1), po 5 ml sudėtinio reagento (5 % BaCl_2) ir išmaišyta. Po 40 min. buvo išmatuotas šviesos absorbcijos intensyvumas ($\lambda = 400 \text{ nm}$, kiuvetė 20 mm) skirtingais spektrofotometrais. Kaip palyginamasis tirpalas buvo naudojamas dist. vanduo. Tirpalų koncentracijos ir gauti rezultatai pateikti 1 lentelėje. Kalibravimo kreivės pateiktos 1 pav.

1 lentelė. Duomenys kalibravimo kreivės sudarymui

C, mg/l	Spektrofotometras			
	T60		Genesys20	
	A_{20}	K_i	A_{20}	K_i
0	0,003	0	0,003	0
2	0,021	0,0105	0,016	0,0080
5	0,052	0,0104	0,043	0,0086
10	0,090	0,0090	0,059	0,0059
15	0,138	0,0092	0,097	0,0065
K_{vid}	0,0098		0,0072	
R^2	0,9981		0,9802	
r	0,9990		0,9901	

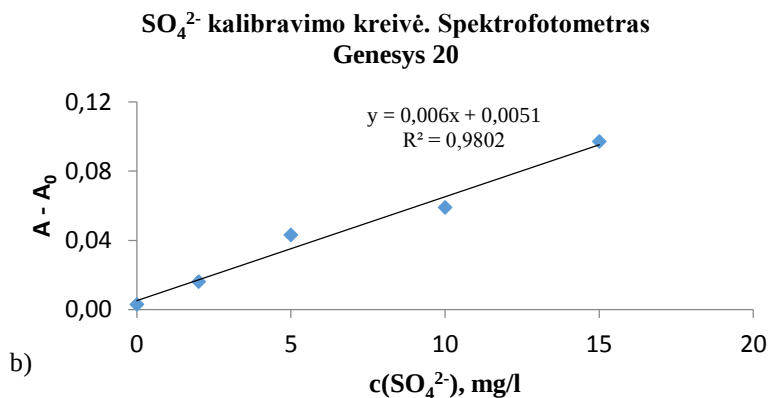
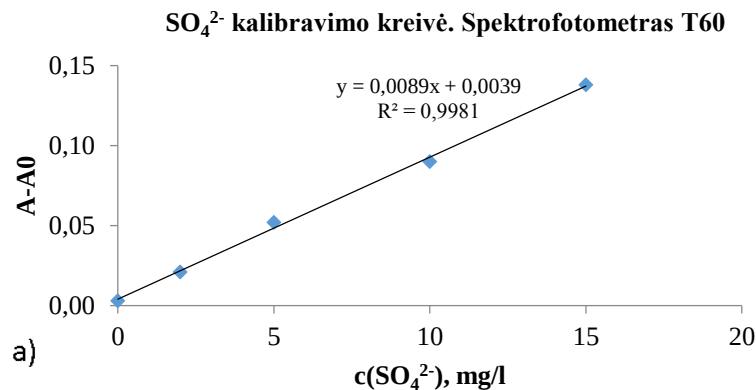
R^2 – determinacijos koeficientas, r – koreliacijos koeficientas.

Kiekvienos kalibravimo kreivės, gautos skirtingais spektrofotometrais, polinkio koeficientas (K) buvo apskaičiuotas:

$$K = A/C \quad (1)$$

čia A – absorbcija; C – koncentracija.

Kiekvienos kalibravimo kreivės tinkamumas buvo įvertintas Microsoft Excel programa paskaičiavus determinacijos (R^2) ir koreliacijos (r) koeficientų reikšmes [2, 3].



1 pav. SO₄²⁻ kalibravimo kreivės

2. Kontrolinio mėginio matavimai. Pagaminto 5 mg/l SO₄²⁻ koncentracijos standartinio tirpalo matavimai buvo atlikti skirtingais spektrofotometrais, atkuriamumo sąlygomis. Tyrimo metodika aprašyta aukščiau. Tirpalo koncentracija (C) apskaičiuota pagal 2 formulę ir gauti rezultatai pateikti 2 lentelėje.

$$C = \frac{(A - A_0)}{K} \cdot \frac{5}{V} \quad (2)$$

čia K – kalibravimo kreivės polinkis; $(A - A_0)$ – absorbcija; V – mėginio tūris; 5 – maksimalus mėginio tūris.

3. Rezultatų statistinis įvertinimas. Spektrofotometrais T60 ir Genesys 20 gauti rezultatai buvo įvertinti statistiniais metodais. Kiekvienu prietaisu gautų rezultatų vidurkis ($\bar{x}$) buvo apskaičiuotas [4]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

čia x_i – atskiro matavimo rezultatas; n – matavimų skaičius.

Atkuriamumo standartinis nuokrypis (S) buvo apskaičiuotas [4]:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

čia x_i – atskiro matavimo rezultatas; $\bar{x}$ – rezultatų vidurkis; n – matavimų skaičius.

Rezultato vidurkio atitikimas priskirtajai tirpalo vertei buvo įvertintas taikant Stjudento t-testą. Tam buvo apskaičiuota eksperimentinė t kriterijaus reikšmė (t_{eksp}):

$$t_{\text{eksp}} = \frac{\bar{x} - \mu}{S} \sqrt{n} \quad (5)$$

čia $\bar{x}$ – rezultatų vidurkis; μ – priskirtoji tirpalo vertė; S – standartinis nuokrypis; n – matavimų skaičius.

Iš statistinės lentelės buvo paimta kritinė t kriterijaus (t_{krit}) reikšmė (esant pasiklivimo lygmeniui $P = 95 \%$ ir atitinkamam laisvės laipsnių skaičiui f). Laisvės laipsnių skaičius apskaičiuotas pagal formulę:

$$f = n - 1 \quad (6)$$

čia n – matavimų skaičius.

Palyginus t_{krit} ir t_{eksp} kriterijų reikšmes buvo padaryta išvada apie kiekvienu prietaisu gautosios vidurkio vertės atitikimą priskirtajai tirpalo vertei [5].

Spektrofotometru T60 gautų rezultatų vidurkis buvo pažymėtas $\bar{x}_1$, standartinis nuokrypis S_1 , matavimų skaičius n_1 ir spektrofotometru Genesys 20 gautų rezultatų vidurkis buvo pažymėtas $\bar{x}_2$, standartinis nuokrypis S_2 , matavimų skaičius n_2 . Skirtingais prietaisais gautų rezultatų vidurkiai ($\bar{x}_1$ ir $\bar{x}_2$) buvo palyginti taikant Stjudento t-testą. Tam buvo suformuluotos nulinė (H_0) ir alternatyvi hipotezės (H_1):

$$H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2$$

$$H_1: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$$

Nulinės hipotezės tikrinimui buvo apskaičiuota eksperimentinė t kriterijaus reikšmė:

$$t_{\text{eksp}} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_{\text{diff}}} \quad (7)$$

čia

$$S_{\text{diff}} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \quad (8)$$

čia $\bar{x}_1$ ir $\bar{x}_2$ – skirtingais spektrofotometrais rezultatų vidurkiai;

n_1 ir n_2 – skirtingais spektrofotometrais atliktų matavimų skaičius;

S_1 ir S_2 – skirtingais spektrofotometrais gautų rezultatų standartiniai nuokrypiai;

S_{diff} – apjungtas standartinis nuokrypis.

Kritinė t kriterijaus (t_{krit}) reikšmė (esant pasiklivimo lygmeniui $P = 95 \%$ ir atitinkamam laisvės laipsnių skaičiui f) paimta iš statistinės lentelės. Laisvės laipsnių skaičius buvo apskaičiuotas pagal formulę [5]:

$$f = n_1 + n_2 - 2 \quad (9)$$

Palyginus t_{krit} ir t_{eksp} kriterijų reikšmes buvo padaryta išvada apie skirtingais prietaisais gautų rezultatų vidurkių tarpusavio atitikimą [5].

Fišerio F -testu buvo lyginama skirtingais prietaisais gautų rezultatų sklaida. Tam buvo tikrinama nulinė hipotezė:

$$H_0: S_1 = S_2$$

$$H_1: S_1 \neq S_2$$

H_0 buvo tikrinama lyginant eksperimentinę F kriterijaus reikšmę (F_{eksp}) su kritine (F_{krit}), kuri paimta iš statistinės lentelės (esant $P = 95 \%$ ir $f = n - 1$). Eksperimentinė F kriterijaus reikšmė apskaičiuota:

$$F_{eksp} = \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad (10)$$

Atlikus standartinio tirpalo matavimus spektrofotometrais T60 ir Genesys 20, iš gautų rezultatų buvo paskaičiuotas metodo teisingumas (didelio matavimų skaičiaus vidutinės vertės atitikimas priimtai pamatinei vertei) ir glaudumas (nepriklausomų tyrimų rezultatų, atliktų nustatytomis sąlygomis, tarpusavio atitikimas) [4].

Teisingumas (T) apskaičiuotas:

$$T = \frac{\left| \bar{x} - \mu \right|}{\mu} \times 100 \quad (11)$$

čia $\bar{x}$ – rezultatų vidurkis; μ – priskirtoji vertė.

Teisingumo vertė atitinka tyrimo metodui keliamus reikalavimus kai $T \leq 15 \%$.

Glaudumas (SSN) apskaičiuotas:

$$SSN = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \quad (12)$$

čia $\bar{x}$ – rezultatų vidurkis; S – standartinis nuokrypis.

Gauta glaudumo vertė tenkina metodo aprašyme pateiktus reikalavimus ($SSN \leq SSN_m$) [1].

Skirtingais prietaisais gauti standartinio tirpalo matavimų rezultatai pateikti 2 lentelėje.

4. Rezultatų aptarimas. Nubrėžus kalibravimo kreives kiekvienam spektrofotometrui (1 pav.), jų tinkamumas buvo įvertintas apskaičiavus determinacijos (R^2) ir koreliacijos (r) koeficientus (reikšmės pateiktos 1 lentelėje). Determinacijos koeficientas – atsitiktinių dydžių tiesinio ryšio matas. Kiekviena gautoji R^2 vertė yra artima vienetui, vadinasi parinkta regresijos kreivė gerai atitinka eksperimentinius duomenis. Koreliacijos tarp kintamųjų stiprumo matas yra koreliacijos koeficientas. Jo reikšmės taip pat artimos vienetui, vadinasi labai stipri teigiama koreliacija sieja nagrinėjamus kintamuosius [2].

2 lentelė. Skirtingais spektrofotometrais gauti rezultatai

Matavimo Nr.	C, mg/l SO ₄ ²⁻ gauta spektrofotometrais	
	T60	Genesys 20
1	4,70	4,75
2	4,80	5,00
3	4,90	4,75
4	5,10	4,85
5	4,70	5,05
6	4,80	5,15
7	4,90	4,95
8	5,15	4,90
9	5,30	4,80
10	5,20	5,20
11	5,15	5,10
12	4,80	4,80
13	4,85	4,85
14	5,20	5,00
15	5,20	4,85
16	5,10	5,15
17	5,00	4,95
18	4,90	4,90
19	4,95	4,90
20	5,10	5,25
n	20	20
$\bar{x}$ (mg/l)	4,99	4,96
S (mg/l)	0,18	0,15
T (%)	0,20	0,85
SSN (%)	3,67	3,04

Atlikus 5 mg/l SO₄²⁻ koncentracijos standartinio tirpalo matavimus skirtingais spektrofotometrais atkuriamumo sąlygomis, buvo paskaičiuotas rezultatų vidurkis (3), standartinis nuokrypis (4), teisingumas (11) ir glaudumas (12). Rezultatai pateikti 2 lentelėje. Kiekvienu prietaisu gautos rezultatų vidutinės vertės atitikimas priskirtajai tirpalo vertei buvo įvertintas taikant Stjudento t-testą. Spektrofotometrais T60 ir Genesys 20 gautų rezultatų vidurkiai reikšmingai nesiskiria nuo priskirtosios tirpalo vertės esant $P = 95\%$ ir $f = 19$. Tai parodė t_{eksp} ir t_{krit} kriterijų palyginimas ($t_{eksp} \leq t_{krit}$). Spektrofotometrui T60 apskaičiuotas $t_{eksp} = 0,2441$ ir $t_{krit} = 2,093$, Genesys 20 $t_{eksp} = 1,261$ ir $t_{krit} = 2,093$ atitinkamai.

Skirtingais prietaisais gautų rezultatų vidurkiai buvo palyginti taikant Stjudento t-testą. Palyginus nustatytas t_{eksp} ir t_{krit} buvo prieita išvados, kad skirtumas tarp vidurkių yra nereikšmingas esant $P = 95\%$ ir $f = 37$ ($t_{eksp} = 0,493$ ir $t_{krit} = 2,026$).

Skirtingais prietaisais gautų rezultatų sklaida buvo įvertinta Fišerio F-testu. Buvo palygintos eksperimentinė ($F_{eksp} = 1,479$) ir kritinė ($F_{krit} = 2,168$) F kriterijaus reikšmės. Kadangi $F_{eksp} \leq F_{krit}$ prieita išvados, jog skirtumas tarp skirtingais prietaisais gautos rezultatų sklaidos yra nereikšmingas.

Išnagrinėjus 2 lentelėje pateiktus rezultatus matome, kad teisingumo vertė paskaičiuota kiekvienu prietaisu gautiems rezultatams yra $\leq 15\%$. Tai rodo, kad teisingumas atitinka nustatytą kriterijų. Glaudumo vertė (SSN) yra mažesnė už metodo aprašyme pateiktą glaudumo vertę (SSN_m = 8 %) [1], vadinasi glaudumas atitinka glaudumui nurodytam metode.

Apibendrinant galima teigti, kad sulfatų nustatymui vandenyje turbidimetriniu metodu skirtingi prietaisai rezultatams įtakos neturi.

Išvados

1. Kalibravimo kreivės, nubrėžtos spektrofotometrams T60 ir Genesys 20, tinkamumas įvertintas pagal koreliacijos ir determinacijos koeficientų reikšmes. Spektrofotometrui Genesys 20 $R^2 = 0,9802$ ir $r = 0,9901$, spektrofotometrui T60 $R^2 = 0,9981$ ir $r = 0,9990$.
2. Rezultatus įvertinus statistiniais metodais nustatyta, kad skirtumas tarp skirtingais prietaisais gautų vidurkių bei rezultatų sklaidos yra nereikšmingas. Kiekvienu prietaisu gautos vertės reikšmingai nesiskiria nuo priskirtosios tirpalo vertės.
3. Spektrofotometrams T60 ir Genesys 20 apskaičiuotos teisingumo ir glaudumo vertės atitinka nustatytus kriterijus.

Literatūros sąrašas

1. Aplinkos apsaugos ministerija. (1994). *Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimo metodai*. I dalis. Cheminiai analizės metodai. Vilnius: AAM, ISBN 9986-566-08-8.
2. Barwick, V. (2003). *Preparation of Calibration Curves A Guide to Best Practice*. LGC Limited.
3. Excel Easy #1 *Excel tutorial on the net*. Žiūrėta 2015-11-29 per internetą: <http://www.excel-easy.com/examples/correlation.html>.
4. Hovind, H. et al. (2012). *Internal Quality Control - Handbook for Chemical laboratories*. NT TECHN REPORT 569 ed 4th., p. 46.
5. Stephen L. R. et al. (2009). *Practical Statistics for the Analytical Scientist*. A Banch Guide. 2nd Edition. UK, p. 268. ISBN 978-0-85404-131-2.

Summary. Determination of sulphates in water using different spectrophotometers. Comparison of Results.

Sulphate ions (SO_4^{2-}) are widely distributed in natural waters. Sources of these ions are dissolution of minerals, oxidation of hydrogen sulphide and sulphur, household and industrial wastewaters or some other source. The turbidimetric titration method is applied for determination of its quantity in surface water. The turbidimetric method depends on the fact that barium sulphate suspension forms after adding barium chloride to a sample. The light absorbance of suspension is measured at 400 nm wavelength by spectrophotometer providing a light path 20 mm. The concentration (mg/l) of SO_4^{2-} in the solution is determined from a calibration curve.

The aim of this research was to investigate sulphates in Na_2SO_4 standard solution (the concentration 5 mg/l SO_4^{2-}) using different spectrophotometers and evaluate obtained results by statistical methods. This work was carried out in Vilniaus kolegija/University of Applied Sciences and in laboratory of Vilnius Regional Environmental Protection Department.

The results, obtained with Genesys 20 and T60 spectrophotometers, were evaluated by statistical tests: Student's (t-test) and Fisher's tests (F-test). The t-test was used to compare the mean with stated value and the means of two data sets. The F-test was used to evaluate two experimentally observed variances.

The obtained results show that means, obtained using different equipment, are no significantly different from the true value (confidence level $P = 95\%$ and degrees of freedom $f = n - 1$). Also comparison of two means and two standard deviations, obtained using Genesys 20 and T60 spectrophotometers, show that there is no significant difference between means (confidence level $P = 95\%$ and degrees of freedom $f = n_1 + n_2 - 2$) and variances of the data sets (confidence level $P = 95\%$ and degrees of freedom $f = n - 1$).

In summary, there is no difference between the results produced by turbidimetric method using different spectrophotometers.