

VILNIAUS UNIVERSITETAS
CHEMIJOS FAKULTETAS
ANALIZINĖS IR APLINKOS CHEMIJOS KATEDRA

Aistė Bartuškevičiūtė

Pagrindinių studijų programa Chemija – 4 kursas

**SOČIOSIOS RIEBALŲ RŪGŠTYS IR JŲ NUSTATYMAS
„RAKTO SKYLUTĖS” SIMBOLIU PAŽENKLINTUOSE
MAISTO PRODUKTUOSE**

Baigiamasis darbas bakalauro laipsniui įgyti

Darbo vadovai: Vilniaus universitetas, Chemijos fakultetas, prof. S. Tautkus

Nacionalinė visuomenės sveikatos priežiūros laboratorija, mgr. G. Švilpa

Įvertinimas: _____

Vilnius, 2016

TURINYS

SANTRUMPOS	3
ĮVADAS.....	4
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	6
1.1. Maisto produktų žymėjimo simbolis „Rakto skylutė”	6
1.2. Maisto produktų žymėjimo simbolis „Rakto skylutė” Lietuvoje	8
1.3. Sočiosios riebalų rūgštys	8
1.4. Natrio fizinės ir cheminės savybės	11
1.5. Natrio paplitimas ir jo gamyba	12
1.6. Natrio junginiai ir jų panaudojimas	12
1.7. Natrio biologinė reikšmė	13
2. EKSPERIMENTINĖ DALIS	14
2.1. Darbo metodika.....	14
2.1.1. Reagentai, tirpalai, aparatūra.....	14
2.1.1.1. Reagentai	14
2.1.1.2. Tirpalai	15
2.1.1.3. Aparatūra	16
2.1.2. Mėginių paruošimas	16
2.1.3. Duomenų apdorojimas ir įvertinimo būdai	18
2.1.3.1. Tyrimų rezultatų apskaičiavimas.....	18
2.1.3.2. Tyrimų rezultatų statistinis įvertinimas	19
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	21
3.1. Riebalų kiekio nustatymas	21
3.2. SRR nustatymas DC analizės metodu	22
3.2.1. Standartinės chromatogramos gavimas.....	22
3.2.2. SRR nustatymas mėginiuose DC analizės metodu	23
3.3. Natrio nustatymas LAAS analizės metodu	26
3.3.1. Kalibracinės kreivės gavimas.....	26
3.3.2. Natrio nustatymas mėginiuose LAAS metodu.....	27
IŠVADOS	29
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	30
SUMMARY.....	33

SANTRUMPOS

AAS - atominės absorbcijos spektrofotometras;

DC - dujų chromatografija (angl. GC - gas chromatography);

SRR - sočiosios riebalų rūgštys (angl. SFA - saturated fatty acids);

LAAS - liepsnos atominės absorbcijos spektrofotometrija (angl. FAA - flame atomic absorption);

RS - „Rakto skylutė“;

RR - riebalų rūgštys;

NRR - nesočiosios riebalų rūgštys;

IVADAS

XX a. pabaigoje Skandinavijoje buvo pastebėtas didelis sergamumas koronarinėmis (vainikininėmis) širdies ir kraujagyslių ligomis, įvairių tipų cukriniu diabetu, didelis insultų kiekis, aukštas gyventojų cholersterolio kiekis kraujyje. Sergamumas šiomis ligomis buvo susietas su netinkama mityba. Atlikti tyrimai parodė, kad vartotojai gausiai naudoja riebų, sūrų ir saldų maistą, todėl norėdama keisti esamą situaciją Švedijos Nacionalinė Maisto Agentūra 1989 metais sukūrė maisto žymėjimo simbolį – „Rakto skylutę“ (RS) (angliškai „Green Keyhole“). Šis simbolis buvo sukurtas siekiant, kad vartotojai iš labai didelio prekių asortimento galėtų kuo lengviau atpažinti tos pačios grupės maisto produktus, kuriuose yra mažiau sočiųjų riebalų, cukraus, druskos ir daugiau skaidulinių medžiagų. 2014 metais atlikti duomenys parodė, jog sergamumas koronarinėmis (vainikininėmis) širdies ir kraujagyslių ligomis Lietuvoje, lyginant su kitomis Europos valstybėmis, yra ypač aukštas ir nuolat auga, todėl tais pačiais metais RS maisto žymėjimo simbolis buvo pradėtas naudoti ir čia.

Šiame darbe buvo tiriami maisto produktai, ženklinami RS simboliu. Dėl mažo produktų pasirinkimo buvo nutarta tirti miltus ir grūdų sėlenas. Norint išsamiai ištirti šiuos produktus, buvo atliekami tyrimai riebalų, sočiųjų riebalų rūgščių (SRR) ir natrio vertėms mėginyje nustatyti. Riebalai buvo išskirti rūgštinės hidrolizės metodu. Gauti riebalai buvo ekstrahuojami į eterį ir metilinami iki sočiųjų riebalų rūgščių metil esterių, kurie buvo tiriami dujų chromatografijos (DC) analizės metodu naudojant. Produktai taip pat buvo tiriami liepsnos atominės absorbcijos spektrofotometrinės (LAAS) analizės metodu nustatant natrio vertę mėginyje. Nustatytos vertės buvo analizuojamos ir palyginamos su deklaruotosiomis vertėmis, pateiktomis ant gaminių įpakavimo.

Šio darbo tikslas:

Susipažinti su dujų chromatografijos analizės metodu naudojant liepsnos jonizacinį detektorių ir liepsnos atominės absorbcinės spektrometrinės analizės metodu. Ištirti „Rakto skylutės“ simboliu pažymėtus produktus (miltus ir grūdų sėlenas) ir įvertinti gautų verčių atitikimą deklaruojamoms vertėms.

Darbo uždaviniai:

- Nustatyti riebalų kiekį, esantį „Rakto skylutės” simboliu pažymėtuose produktuose;
- Nustatyti sočiąsias riebalų rūgštis ir jų kiekį, esantį „Rakto skylutės” simboliu pažymėtuose produktuose, naudojant dujų chromatografijos analizę su liepsnos jonizaciniu detektoriumi;
- Nustatyti natrio kiekį, esantį „Rakto skylutės” simboliu pažymėtuose produktuose, naudojant liepsnos atominės absorbcinės spektrometrijos analizę;

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Maisto produktų žymėjimo simbolis „Rakto skylutė“

Jau XX a. pabaigoje Skandinavijoje buvo pastebėtas didelis sergamumas koronarinėmis (vainikininėmis) širdies ir kraujagyslių ligomis, įvairių tipų cukriniu diabetu, didelis insultų kiekis, aukštas gyventojų cholersterolio kiekis kraujyje. Tai lėmė valstybinių institucijų susidomėjimą, kurios iškėlė tikslą sumažinti sergamumą šiomis ligomis. Visų šių ligų atsiradimui didelę įtaką turi vartojami maisto produktai ir jų sudėtis. Atlikti tyrimai parodė, kad vartotojai gausiai naudoja riebų, sūrų maistą, todėl norint pagerinti situaciją reikėjo sukurti mitybos patobulinimus: sumažinti sočiųjų riebalų, druskos, cukraus vartojimą ir padidinti nesočiųjų riebalų bei skaidulinių medžiagų vartojimą. Šią idėją realizuoti ėmėsi Švedijos Nacionalinė Maisto Agentūra, kuri 1989 metais sukūrė ir visuomenę supažindino su maisto žymėjimo simboliu, pavadintu „Rakto skylutė“. Šis simbolis buvo sukurtas siekiant, kad vartotojai iš labai didelio prekių asortimento galėtų kuo lengviau atpažinti tos pačios grupės maisto produktus, kuriuose yra mažiau sočiųjų riebalų, cukraus, druskos ir daugiau skaidulinių medžiagų. Todėl ir buvo pasirinktas žymėjimas simboliu, kad sveikesnį produktą būtų galima išsirinkti neskaitant etikečių, kurios detalai aprašo sudėtį [1].

RS simbolis buvo pasirinktas neatsitiktinai. VI-VII dvidešimtojo amžiaus dešimtmečiais buvo paplitęs „Maisto ratas“, sudarytas iš 7 maisto grupių, į kurias įėjo: žalių ir geltonų daržovių grupė, apelsinų, pomidorų, greipfrutų ir salotinių lapų grupė, bulvių ir kitų daržovių bei vaisių grupė, pieno ir pieno produktų grupė, mėsos, paukštienos, žuvies ir kiaušinių grupė, duonos, miltų ir įvairių miltinių produktų grupė bei sviesto ir margarino grupė [1 pav]. Maisto ratą vaizduojančiu piešinėliu siekta skatinti visuomenę valgyti kuo įvairesnį maistą. Tačiau to neužteko, reikėjo visuomenę supažindinti su faktu, jog vienus produktus reikia vartoti dažniau nei kitus. Todėl 1974 metais švedai sukūrė pirmąją maisto piramidę, kuri teikė informaciją, jog skirtingus produktus reikia vartoti skirtingais kiekiais. Pradžioje ji buvo primityvi, vos iš 3-4 maisto grupių, vėliau ji buvo tobulinama ir išskiriama vis daugiau grupių [2 pav]. Todėl kuriant naująjį maisto žymėjimo simbolį buvo sugalvota, kad reikia sujungti šiuos du valgymo įpročius koreguojančius simbolius, juos sujungus buvo gauta rakto skylutė, pasirinkta žalia spalva simbolizuojanti sveiką gyvensenos būdą [3 pav].



1 pav. Maisto ratas,
susidedantis iš 7 maisto
grupių



2 pav. Maisto piramidė



3 pav. Rakto skylutė

Tačiau iki 2005 metų RS simboliu nebuvo galima žymėti daržovių, vaisių ir žuvies. 2005 metais reikalavimai ir maisto produktų sąrašas buvo dar kartą peržiūrėti ir nuspręsta leisti žymėti ir daržoves, vaisius bei žuvį atitinkančius reikalavimus. Šiuo simboliu žymimi produktai turi atitikti tam tikrus reikalavimus, nustatytus konkrečioms maisto grupėms, neviršyti riebalų, SRR, cukraus ir natrio kiekio 100 g produkto bei atitikti bent minimalų maistinių skaidulinių medžiagų kiekį 100 g produkto. Įvedus maisto produktų žymėjimą RS ir su juo supažindinus visuomenę, pastebėtas sumažėjęs sergamumas širdies ir kraujagyslių ligomis, įvairių tipų cukriniu diabetu, insultų kiekis ir sumažėjęs cholesterolio kiekis kraujyje. Nuo 2009 metų šis simbolis pradėtas naudoti taip pat ir Danijoje bei Norvegijoje, vėliau prisijungė ir Islandija.

Šis maisto produktų žymėjimas yra vienas populiariausių Europos Sąjungoje, ypač paplitęs Skandinavijos šalyse, pažymėtina, kad jis yra savanoriškas ir nemokamas. Šiuo metu Skandinavijos šalių rinkoje yra dešimtys tūkstančių produktų pavadinimų, pažymėtų šiuo simboliu: pieno produktai, mėsa, žuvis, vegetariški produktai, duona, makaronai, dribsniai, miltai, jų ruošiniai, daržovės, vaisiai, uogos.

1.2. Maisto produktų žymėjimo simbolis „Rakto skylutė“ Lietuvoje

Europoje paplitus maisto produktų žymėjimui RS simboliu, juo susidomėjo ir Lietuva. Iš 2014 metais atliktų tyrimų duomenų matyti, jog sergamumas koronarinėmis (vainikininėmis) širdies ir kraujagyslių ligomis Lietuvoje, lyginant su kitomis Europos valstybėmis, yra ypač aukštas ir nuolat auga [2]. Taip pat Lietuvoje atliktų faktinės mitybos tyrimų duomenys rodo, jog Lietuvos gyventojų mityba yra nesubalansuota, suvartojama per daug sočiųjų riebalų, paprastųjų angliavandenių, druskos, per mažai maistinių skaidulų [3]. Būtent nesubalansuota mityba šiomis medžiagomis skatina sergamumą širdies ir kraujagyslių ligomis, cukriniu diabetu bei nutukimu. Šie rodikliai lėmė, kad 2014 metais Europos Sąjungoje registruotas prekių ženklas buvo pradėtas naudoti ir Lietuvoje. Kol kas produktų, kurie atitinktų RS simbolio reikalavimus, yra nedaug, daugiausiai tai iš grūdinių augalų pagaminti miltai, visagrūdžiai produktai ir sėlenos.

1.3. Sočiosios riebalų rūgštys

SRR, tai tokios rūgštys, kuriose visi anglies atomai yra susijungę viengubuoju ryšiu. Jos dažnai dar skirstomos į trumpos grandinės (2 - 6 anglies atomai), vidutinio ilgio grandinės (6 - 12 anglies atomų) ir ilgos grandinės (12 - 18 anglies atomų) SRR. Trumpos grandinės SRR kambario temperatūroje yra palyginti tirpios vandenyje, jos atsiranda iš bakterijų karbohidratų fermentacijos ir randamos karvės piene, svieste ir kituose pieno produktuose. Vidutinio ilgio grandinės rūgštys kambario temperatūroje yra skystos ir dalinai tirpios vandenyje, jos randamos tropiniuose aliejuose, o ilgos grandinės kambario temperatūroje yra kietos, netirpios vandenyje, dažniausiai randamos mėsoje ir pieno produktuose [4]. Bendrai šių rūgščių daugiausia gyvulinės kilmės produktuose: mėsoje, grietinėje, sūryje, svieste, kituose nenugriebto pieno produktuose, dėl to jų gausu ir iš šių produktų pagamintuose gaminiuose: įvairiuose konditeriniuose kepinuose, picose, pieno pagrindu gamintuose saldėsiuose ir daugybėje mėsos gaminių. Nemažai šių rūgščių aptinkama ir augalinės kilmės produktuose: kokosų ar palmių aliejuje, šokolade.

Organizme šios rūgštys yra svarbios vitaminų ir maisto medžiagų absorbcijai, tačiau šią funkciją gali atlikti ir nesočiosios riebalų rūgštys (NRR), kurios priešingai nei sočiosios - neturi įtakos cholesterolio kiekiui. Atlikta daugybė tyrimų, kurių rezultatai teigia, kad SRR turi didžiulę įtaką

kylančiam cholesterolio lygiui, kuris yra pagrindinis faktorius, lemiantis vainikines širdies ligas. Jos taip pat buvo susietos ir su demencija, protinės veiklos bei centrinės nervų sistemos sutrikimais, insultu ir net vėžiniais susirgimais [4], [5]. Didelis šių rūgščių vartojimas gali sukelti dislipidemiją, kuri pasireiškia ypač dideliu lipidų kiekiu kraujyje, tokių kaip trigliceridai, bendras cholesterolio kiekis ir sotieji fosfolipidai, kurie sukelia širdies ir kraujagyslių ligas [6]. O sumažinus SRR vartojimą ir pakeitus jas polinesočiosiomis riebalų rūgštimis sumažėja ir cholesterolio kiekis, dėl to mažėja rizika susirgti aukščiau išvardintomis ligomis [7], [8]. Daugiausiai su maistu suvartojamos lauro (C12), myristino (C14), palmitino (C16) ir stearino (C18) rūgštys.

Dodekano rūgštis, savo sudėtyje turinti 12 anglies atomų (4 pav.), dar vadinama lauro rūgštimi, yra balta, kieta ir biri, lauro aliejaus kvapo. Lauro rūgštis yra triglicerido komponentas, kuris užima apie pusę riebiųjų rūgščių kokoso aliejuje, piene, lauro aliejuje, taip pat randamas žmogaus, karvės ir ožkos piene, nepaisant to, ši rūgštis randama retai. Kaip ir kitos riebalų rūgštys (RR), ši yra nebrangi, netoksiška ir naudojama muilui ir kosmetikai gaminti. Nors ir yra netoksiška, žmogaus organizme cholesterolio kiekį didina labiau nei kitos rūgštys.



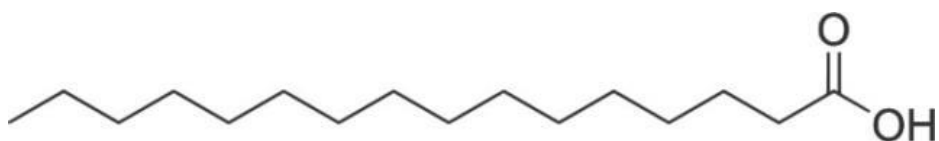
4 pav. Dodekano rūgštis

Tetradekano rūgštis, savo sudėtyje turinti 14 anglies atomų (5 pav.), dar vadinama miristo rūgštimi, šis pavadinimas kilo iš riešuto, vadinamo „*Myristica fragrans*”. Miristo rūgšties trigliceridas sudaro 75 % šio riešuto sviesto. Ši rūgštis taip pat randama palmių riešutų aliejuje, kokosų aliejuje ir svieste. Izopropilo miristo eteris naudojamas kosmetikoje ir medicininiuose tepaluose, kuriems būtina gera absorbcija į odą.



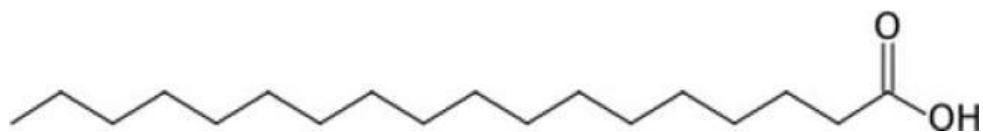
5 pav. Tetradekano rūgštis

Heksadekano rūgštis, savo sudėtyje turinti 16 anglies atomų (6 pav.), dar vadinama palmitino rūgštimi, dažniausiai yra randama sočioji riebalų rūgštis gyvūnuose, augaluose ir mikroorganizmuose. Ši rūgštis taip pat sudaro didžiąją dalį palmės aliejaus, tačiau randama ir mėsoje, svieste, sūryje ir kituose pieno produktuose. Antrojo pasaulinio karo metais šios rūgšties aliuminio druska buvo naudojama kaip viena iš sudedamųjų dalių labai degiam skysčiui gaminti, kuris vadinamas napalmu. Palmitino rūgštis taip pat naudojama muilų ir kosmetikos pramonėje, ji ir jos natrio druska naudojama ir maisto pramonėje.



6 pav. Heksadekano rūgštis

Oktadekano rūgštis, savo sudėtyje turinti 18 anglies atomų (7 pav.), dar vadinama stearino rūgštimi, yra vaško konsistencijos. Šis pavadinimas kilęs iš graikiško žodžio reiškiančio taukus – lajus. Šios rūgšties esteris yra vienas plačiausiai randamų esterių žemėje. Ši rūgštis naudojama kosmetikos, valymo priemonių ir muilo gamyboje, taip pat gaminant šampūną, skutimosi kremą (jie gaminami iš trigliceridų, kurių sudėtyje yra oktadekano rūgštis), žvakių gamyboje, kaip kietiklis.



7 pav. Oktadekano rūgštis

1.4. Natrio fizinės ir cheminės savybės

Natris – tai ypač gamtoje paplitęs šarminių žemių metalas, periodinėje elementų lentelėje priklausantis IA grupei. Šis elementas žymimas simboliu Na, jo atominis numeris – 11, atominė masė – 22,98977 a.m.v. (g/mol). Kambario temperatūroje natris yra minkštas, sidabriškai baltos spalvos metalas, lengvai pjaustomas peiliu, yra geras elektros ir šilumos laidininkas. Jo lydymosi bei virimo temperatūros: $t_{\text{lyd}} = 97,794\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir $t_{\text{vir}} = 882,940\text{ }^{\circ}\text{C}$, jo tankis - $\rho = 0,968\text{ g/cm}^3$. Natris, kaip ir kiti IA grupės elementai, dėl silpno valentinio elektrono ryšio su branduoliu, lengvai sudaro katijonus M^+ [9]. Nors jam būdingas oksidacinis laipsnis +1, neseniai atrasti junginiai, kuriuose natrio oksidacinis laipsnis lygus -1 [10]. Šarminiai metalai nudažo liepsną jiems būdinga spalva, natris ne išimtis - dažo geltona spalva, dėl to ji galima analitiškai aptikti atominė absorbcine spektroskopija ar liepsnos fotometrija [11]. Šis metalas yra linkęs lengvai oksiduotis, todėl norint apsaugoti nuo deguonies ir vandens poveikio, jis turi būti laikomas mineralinėje alyvoje ar inertinėse dujose.

Natris pasižymi įvairiomis cheminėmis savybėmis:

- Kaip ir visi šarminiai metalai, natris stipriai/aktyviai reaguoja su vandeniu, išsiskiriant vandeniliui;
- Reaguoja su halogenais, sudarydamas įvairius halidus, iš kurių vienas svarbiausių – NaCl, dar vadinamas valgomąja druska;
- Reaguoja su vandeniliu, sudarydamas natrio hidridą;
- Reaguoja su deguonimi, sudarydamas natrio oksidą, o aukštesnėje temperatūroje sudaro natrio peroksidą, diamagnetinę medžiagą. Natrio oksidas gali reaguoti ir su vandeniu, sudarydamas natrio hidroksidą - stiprų šarmą;
- Reaguoja su rūgštimis, sudarydamas įvairias druskas;
- Natris gerai tirpsta amoniake, sudarydamas natrio amidą, kuris pasižymi elektros laidumu ir yra plačiai naudojamas kaip stipri bazė organinėse sintezėse;
- Įvairių reakcijų metu natris gali sudaryti natrio sulfidą Na_2S , selenidą Na_2Se ir telūridą Na_2Te ;
- Reaguoja su įvairiais organiniais junginiais, tokiais kaip alkinai, trifenilmetilas ir kiti [10][12][13];

1.5. Natrio paplitimas ir jo gamyba

Natris yra šeštas, labiausiai paplitęs elementas, žemės plutoje įvairių mineralų pavidalu. Jis sudaro 2,6 % žemės plutos svorio [14]. Dėl savo didelio reaktingumo – aktyvumo, niekuomet nerandamas grynas – tik junginių pavidalu. Dėl gero tirpumo ar lengvai susidarančių druskų kompleksų, natrio junginių galima rasti jūrų, ežerų, upių vandenyse, uolienose [14]. Randami labai tirpūs natrio junginiai, tokie kaip halitas, silvinitas, natronas (kuris natūraliai susidaro maišantis natrio karbonatams su šiek tiek natrio chlorido ir natrio sulfato druskomis), mažiau tirpūs: amfibolas ir ceolitas ar visai netirpūs: kriolitas ir lauko špatas - silikatinis mineralas. Yra žinoma dvidešimt įvairių natrio izotopų, tarp kurių keli yra radioaktyvūs, tačiau dažniausiai sutinkamas ir stabiliausias iš jų yra ^{23}Na izotopas. ^{22}Na izotopas gyvuoja du su puse metų, ^{24}Na gyvuoja vos 15 valandų, o likusieji - mažiau nei minutę.

Technologiniu požiūriu natris yra svarbiausias šarminis metalas, per metus jo išgaunama apie 100000 tonų. Pramonėje metalinis natris dažniausiai išgaunamas elektrolizės būdu iš natrio chlorido lydalo, norint pažeminti lydymosi temperatūrą, į mišinį dedama kalcio chlorido, elektrolizuojamas NaCl ir CaCl_2 mišinys 600 °C [15]. Maži kiekiai gali būti išgaunami vakuume termiškai skaidant natrio azidus.

1.6. Natrio junginiai ir jų panaudojimas

Natris sudaro junginius su didžiąja dalimi anijonų. Natrio junginiai yra plačiai naudojami stiklo, popieriaus, muilo, tekstilės ir cheminėje pramonėje, taip pat medicinoje, gaminant vaistus. Patys svarbiausi natrio junginiai: natrio chloridas – NaCl, dar vadinamas valgomąja druska, kuri plačiai naudojama maisto pramonėje valgams pagardinti, taip pat palaikyti Na kiekį organizme; natrio hidrokarbonatas – NaHCO_3 , dar vadinamas valgomąja soda, taip pat naudojamas maisto pramonėje; natrio karbonatas – Na_2CO_3 naudojamas kaip vandens minkštiklis. Ypač plačiai naudojamas natrio hidroksidas – NaOH, dar vadinamas natrio šarmu ar kaustine soda, naudojamas kaip stipri bazė chemijoje bei popieriaus ir muilo gamyboje [15]. Natrio nitratas – NaNO_3 naudojamas chemijos pramonėje azoto rūgščiai gauti, anksčiau naudotas kaip trąša, o maisto pramonėje kaip maistinis priedas mėsai, gerinantis jos spalvą. Plačiai naudojamas ir natrio hidridas – NaH, kaip stipri bazė organinėse sintezėse, kartais – kaip organinių tirpiklių džioviklis, dėl negrįžtamos reakcijos su vandeniu [14]. Vertėtų nepamiršti ir

Na_2O_2 , kuriuo baltinamas popierius, audiniai, medienos masė ir kitos medžiagos. Jis taip pat vartojamas kaip stiprus oksidatorius, liesdamasis su susmulkintu Al arba medžio anglimi sprogsta. Gali būti naudojamas dujų kaukėse, povandeniniuose laivuose, nes reaguodamas su CO_2 išskiria deguonį [11].

1.7. Natrio biologinė reikšmė

Natris yra ypač svarbus ir būtinas normaliam organizmo funkcionavimui. Į organizmą natris dažniausiai patenka natrio chlorido – valgomosios druskos pavidalu. Minimalus natrio kiekis, būtinas organizmui, yra 500 miligramų per parą. Natris reguliuoja kraujo spaudimą, osmosinį slėgį tarp ląstelių ir tarpląstelinio skysčio, pH. Jis padeda vykdyti nervinės sistemos impulsus bei raumenų susitraukimą. Natris taip pat būtinas Na^+/K^+ -ATPazei, kitaip žinomai kaip natrio – kalio siurbliui, kuris vykdo natrio jonų pernašą iš ląstelės ir kalio jonų pernašą į ląstelę [15][13]. Kalio – natrio siurblys padeda išlaikyti ramybės potencialą ląstelėje, palaikyti pastovų ląstelės tūrį ir išlaikyti nepertraukiamą gliukozės, amino rūgščių bei kitų maisto medžiagų transportavimą į ląstelę [14]. Per didelis ar per mažas natrio vartojimas gali sukelti hipertenziją – padidėjusį kraujospūdį, hipernatremiją, dehidrataciją, sutrikusį ląstelių potencialą, per didelis natrio vartojimas gali sukelti kalcio netekimą. Netinkamas elemento kiekis organizme, taip pat gali sukelti galvos skausmus, pykinimą ar net širdies sutrikimus. Natris svarbus ir augalų augimui bei jų gyvavimui, dėl per mažo natrio kiekio augale, gali sutrikti chlorofilo sintezė, tarpląstelinis slėgis, o per didelis kiekis gali nulemti vandens netekimą ir augalo nuvytimą.

2. EKSPERIMENTINĖ DALIS

2.1. Darbo metodika

2.1.1. Reagentai, tirpalai, aparatūra

2.1.1.1. Reagentai

2 kokybės lygio analizės vanduo (LST EN ISO 3696:1996), H_2O , $M=18,0153$ g/mol, $\rho=1$ g/ml, $T_{lyd}=0$ °C, $T_{vir}=99,97$ °C;

Azoto rūgštis 65%, HNO_3 , CAS: 7697-37-2, grynumas 64,3 - 64,4 %, $M=63,01$ g/mol, $\rho=1,413$ g/mL, $T_{lyd}=-42$ °C, $T_{vir}=120,5$ °C;

Bortrifluorid - metanolio kompleksas 14 %, $BF_3(CH_4O)_2$, CAS: 67-56-1,2802-68-8, grynumas 55%, $M=131,89$ g/mol, $\rho=0,880 - 0,895$ g/mL, $T_{lyd}=-20$ °C, $T_{vir}=68$ °C;

Cezio chloridas, CsCl, CAS: 7647-17-8, grynas, $M=168,36$ g/mol, $\rho=3,983$ g/mL, $T_{lyd}=645$ °C, $T_{vir}=1290$ °C;

Dietileteris, $C_4H_{10}O$, CAS: 60-29-7, grynumas min 99,5 %, $M=74,12$ g/mol, $\rho=0,706$ g/mL (25 °C), $T_{lyd}=-116$ °C, $T_{vir}=34,6$ °C;

Druskos rūgštis 35 - 38 %, HCl, CAS: 7647-01-0, gryna, $M=36,46$ g/mol, $\rho=1,2$ g/mL (25 °C), $T_{lyd}=-35$ °C, $T_{vir}=57$ °C;

Metanolis, CAS: 67-56-1, grynumas min 99,8 %, CH_3OH , $M=32,04$ g/mol, $\rho=0,791$ g/mL (25 °C), $T_{lyd}=-98$ °C, $T_{vir}=65,4$ °C;

Monoelementinis standartinis Na tirpalas AAS nustatymui, $c=1$ g/L, $M=22,98977$ g/mol;

Natrio sulfatas bevandenis, Na_2SO_4 , CAS: 7757-82-6, grynumas min 99,5 %, $M=142,04$ g/mol, $\rho=2,664$ g/mL, $T_{lyd} = 884$ °C, $T_{vir} = 1429$ °C;

Natrio šarmas, NaOH, CAS: 1310-73-2, grynumas min 95 %, $M=40$ g/mol, $\rho=1,515$ g/mL (20 °C), $T_{lyd} = 318$ °C, $T_{vir} = 1388$ °C;

Pentanas, C_5H_{12} , CAS: 109-66-0, grynumas min 99,0 %, $M = 72,15$ g/mol, $\rho=0,628 - 0,632$ g/mL (20 °C), $T_{lyd} = -130$ °C, $T_{vir} = 36$ °C;

Vandenilio peroksidas 30%, H_2O_2 , CAS: 7722-84-1, grynumas 30-31 %, $M=34,01$ g/mol, $\rho=1,13$ g/mL (20 °C), $T_{lyd} = -33$ °C, $T_{vir} = 108$ °C.

2.1.1.2. Tirpalai

Vandenilio chlorido tirpalo ruošimas: 1000 mL kolboje paruošiamas HCl ir vandens mišinys santykiu 1:2.

Natrio šarmo metanolyje tirpalo ruošimas: 1,11 g NaOH beriama į 100 mL matavimo kolbą, kurioje medžiaga ištirpinama ir skiedžiama metanoliu iki žymės. Šio tirpalo koncentracija yra 11 g/L.

Sotaus natrio sulfato tirpalo ruošimas: 13,9 g Na_2SO_4 beriama į 100 mL matavimo kolbą, kurioje medžiaga ištirpinama ir skiedžiama 2 lygio analizės vandeniu iki žymės. Šio tirpalo koncentracija yra ~139 g/L.

Cezio chlorido tirpalo ruošimas: 2,5 g CsCl beriama į 100 mL matavimo kolbą, kurioje medžiaga ištirpinama 5 mL HNO_3 ir skiedžiama 2 lygio analizės vandeniu iki žymės. Šiame tirpale Cs koncentracija yra 0,2 g/L.

LAAS darbinio etaloninio natrio tirpalo ruošimas: 0,1 mL etaloninio Na tirpalo pilama į 100 mL matavimo kolbą, kurioje tirpalas skiedžiamas 2 lygio analizės vandeniu iki žymės. Šio tirpalo koncentracija yra 1 mg/L.

LAAS kalibravimo tirpalų gamyba: Į penkias 10 mL matavimo kolbutes pilama 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 mL darbinio etaloninio Na tirpalo (1 mg/L) ir 2 lygio analizės vandeniui skiedžiama iki žymės. Gaunama serija kalibravimo tirpalų, kuriuose natrio koncentracija atitinkamai yra: 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 mg/L.

DC kalibravimo tirpalai: Sudaryti kalibravimo kreivei naudojamas LARODAN Mixture Me 100 rinkinys, į kurį įeina SRR ir NRR esterių etaloniniai tirpalai.

2.1.1.3. Aparatūra

Analizinės svarstyklės (Vokietija);

Atominės absorbcijos spektrofotometras (AAS) Shimadzu AA-6800 (Japonija);

Dujų chromatografas GC-2010 Shimadzu su liepsnos jonizaciniu detektoriumi (Japonija);

Džiovinimo krosnis (Vokietija);

Elektrinė plytelė (Čekija);

Soksleto ekstraktorius su šlifo jungtimis (Vokietija);

Vandens vonia (Vokietija);

2.1.2. Mėginių paruošimas

Riebalų kiekio tiriamojoje medžiagoje nustatymas: 250 mL Erlenmejerio kolboje atsverama 4-5 g pradinės tiriamosios medžiagos (miltų ir grūdų sėlenų, pažymėtų RS ženkliniu). Lėtai maišant pilama 45 mL verdančio vandens ir 55 mL, apytikriai 8 mol/L, vandenilio chlorido tirpalo. Stiklinė uždengiama laikrodiniu stiklu ir virinama 15 min. Iškaitintas mišinys filtruojamas per 15 cm skersmens vidutiniškai gofruotą popierių. Laikroдинis stiklas nuplaunamas 100 mL vandens, stiklinė praplaunama 300 mL vandens. Filtras plaunamas verdančiu vandeniu tol, kol jame nebelieka chloro jonų. Filtras su

mėginiu dedamas į nuriebalintą Soksleto ekstraktoriaus movą, užkemšamas stiklo vata ir kaitinamas džiovinimo krosnyje 6-18 h 100 °C temperatūroje.

Mova su išdžiovintu mėginiu įdedama į Soksleto ekstraktorių, įpilama 150 mL dietileterio ir ekstrahuojama 4 h šildant taip, kad tirpiklis ekstraktoriuje būtų perpiltas bent 30 kartų. Nuimama Erlenmejerio kolba ir tirpiklis išgarinamas vandens vonioje, kolba su riebalais džiovinama 100 °C.

SRR kiekio tiriamojoje medžiagoje nustatymas: Į Erlenmejerio kolbą pilama 10 mL pentano ir ištirpinami riebalai. Tuomet pilama 10 mL NaOH metanolyje (11 g/L) tirpalo ir turinys perpilamas į apvaliadugnę kolbą, prie jos jungiamas grįžtamasis šaldytuvas ir virinama 10 min. Supilami 5 mL bortrifluorid – metanolio komplekso ir virinama 2 min. Į atvėsintą kolbą su mišiniu supilami 20 mL prisotinto Na_2SO_4 tirpalo ir suplakama. Atsiskyrus fazėms nurenkamas pentano sluoksnis, šis sluoksnis tiriamas chromatografiškai.

Natrio kiekio tiriamojoje medžiagoje nustatymas: Pradinė tiriamoji medžiaga (miltai) prieš analizę turi būti sumineralizuojami: Erlenmejerio kolboje atsveriamas 0,5 g pradinio mėginio, įpilama 3 mL HNO_3 ir 0,5 mL H_2O_2 ir 3 valandas kaitinami smėlio vonioje ant elektrinės plytelės. Sumineralizavus Erlenmejerio kolbą turinys nufiltruojamas ir supilamas į 25 mL matavimo kolbutę, kurioje 2 lygio analizės vandeniu skiedžiama iki žymės (tirpalas V_1). Atliekamas mėginio paruošimas be pradinio mėginio („tuščias“ mėginys): į Erlenmejerio kolbą įpilama 3 mL HNO_3 ir 0,5 mL H_2O_2 ir kelis mililitrus 2 lygio analizės vandens, kaitinimas kartu su kitais mėginiais smėlio vonelėje ir, taip pat, skiedžiamas iki 25 ml. Prieš analizę į 50 mL matavimo kolbutę pilama 2,5 mL cezio modifikatoriaus bei sumineralizuoto ir praskiesto mėginio – priklausomai nuo to, kiek kartų ruošiamasi skiesti mėginį ir 2 lygio analizės vandeniu skiedžiama iki žymės, šis tirpalas tiriamas LAAS.

2.1.3. Duomenų apdorojimas ir įvertinimo būdai

2.1.3.1. Tyrimų rezultatų apskaičiavimas

Mėginio riebalų kiekio skaitinė vertė gramais R gramais (g/100g pradinio mėginio) apskaičiuojama:

$$R = \frac{m_1 \times 100}{m} \quad (1)$$

Čia:

m – tiriamosios medžiagos masė paimta gaminti mėginiui (g);

m_1 – ekstrahuotų riebalų masė (g);

Mėginio SRR kiekio skaitinė vertė (g/100 g pradinio mėginio) SRR_1 apskaičiuojama:

$$SRR_1 = \frac{\left[\frac{m_1 \times (S\&NRR - NRR)}{100\%} \right] \times R}{m_1} = \frac{(S\&NRR - NRR) \times R}{100\%} \quad (2)$$

Čia:

$S\&NRR$ – sočiųjų ir nesočiųjų riebalų rūgščių chromatografinių smailių bendras plotas;

NRR – nesočiųjų riebalų rūgščių chromatografinių smailių plotas;

Mėginio Na kiekio skaitinė vertė (g/100 g pradinio mėginio) Na_1 apskaičiuojama:

$$Na_1 = \frac{(c_1 \times s - c_0) \times V_1}{m \times 10000} \quad (3)$$

Čia:

c_1 – išmatuota mėginio koncentracija (mg/L);

c_0 – išmatuota „tuščio“ koncentracija (mg/L);

s – kiek kartų skiestas mėginys prieš analizę LAAS;

V_1 – mineralizuoto ir praskiesto mėginio tūris (mL);

2.1.3.2. Tyrimų rezultatų statistinis įvertinimas

Gauti matavimų rezultatai apdorojami statistiškai. Norint įvertinti tikrąją matuojamojo dydžio vertę, reikia apskaičiuoti aritmetinį vidurkį, kuris skaičiuojamas pagal lygtį:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \quad (4)$$

Čia:

$\bar{x}$ – matavimų rezultatų aritmetinis vidurkis;

x_i – pavienio matavimo rezultatas;

n – matavimų skaičius;

Tuomet galima įvertinti matavimo rezultatų nuokrypį nuo vidurkio – Δx_i :

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x} \quad (5)$$

Norint įvertinti matavimo sklaidą aplink vidurkį, skaičiuojama dispersija. Dispersija išreiškiama kvadratiniais vienetais.

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (6)$$

Norint įvertinti matuojamą dydį, dispersija gali būti išreiškiama standartiniu nuokrypiu, kuris išreiškiamas tokiais pačiais vienetais, kaip ir matuojamas dydis:

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

Standartinio nuokrypio ir matavimų rezultatų aritmetinio vidurkio santykis yra vadinamas santykiniu standartiniu nuokrypiu - S_r .

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Riebalų kiekio nustatymas

Norint nustatyti SRR reikia iš mėginių išskirti riebalus ir nustatyti jų kiekį. Analizei imami devynių skirtingų rūšių ar gamintojų miltai ir grūdų sėlenos. Mėginiai analizei ruošiami pagal 2.1.2. skyriuje aprašytą metodą, vėliau riebalai pasveriami ir perskaičiuojami į g/100 g mėginio, rezultatai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė

Riebalų kiekio nustatymo miltuose rezultatai

Miltai, grūdų sėlenos	Nustatytas riebalų kiekis $\bar{x}$, g/100g mėginio	Deklaruotas riebalų kiekis, g/100g mėginio	Nustatytų ir deklaruotų riebalų verčių skirtumas, g/100g mėginio
Nr. 1	2,60	2,3	0,3
Nr. 2	2,71	2,7	0,01
Nr. 3	5,00	4,5	0,5
Nr. 4	3,18	4,3	1,12
Nr. 5	2,53	2,4	0,13
Nr. 6	7,98	7,2	0,78
Nr. 7	2,34	2,3	0,04
Nr. 8	1,88	1,5	0,38
Nr. 9	1,17	2,2	1,03

1 lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad daugumoje miltų ir grūdų sėlenų nustatytas riebalų kiekis atitinka deklaruotą riebalų kiekį ant gaminio pakuotės.

3.2. SRR nustatymas DC analizės metodu

3.2.1. Standartinės chromatogramos gavimas

SRR ir jų kiekiai yra nustatomi naudojant DC su liepsnos jonizaciniu detektoriumi. Prieš jų nustatymą, reikia sudaryti standartinę chromatogramą, pagal kurią bus tiriami mėginiai. Standartinė chromatograma sudaroma naudojant LARODAN Mixture Me 100 rinkinį, į kurį įeina SRR ir NRR esterių etaloniniai tirpalai, esant šioms matavimo sąlygoms:

Naudojama HP- INNOWAX kapiliarinė chromatografinė kolonėlė, jos parametrai:

Kolonėlės ilgis: 30,0 m;

Maksimali temperatūra: 260 °C;

Kolonėlės užpildas: silikagelis;

Sluoksnio storis: 0,25 µm;

Vidinis kolonėlės diametras - 0,25 mm;

Nešančiosios dujos: Azotas ir oras;

Nešančiųjų dujų greitis: 1,53 mL/min;

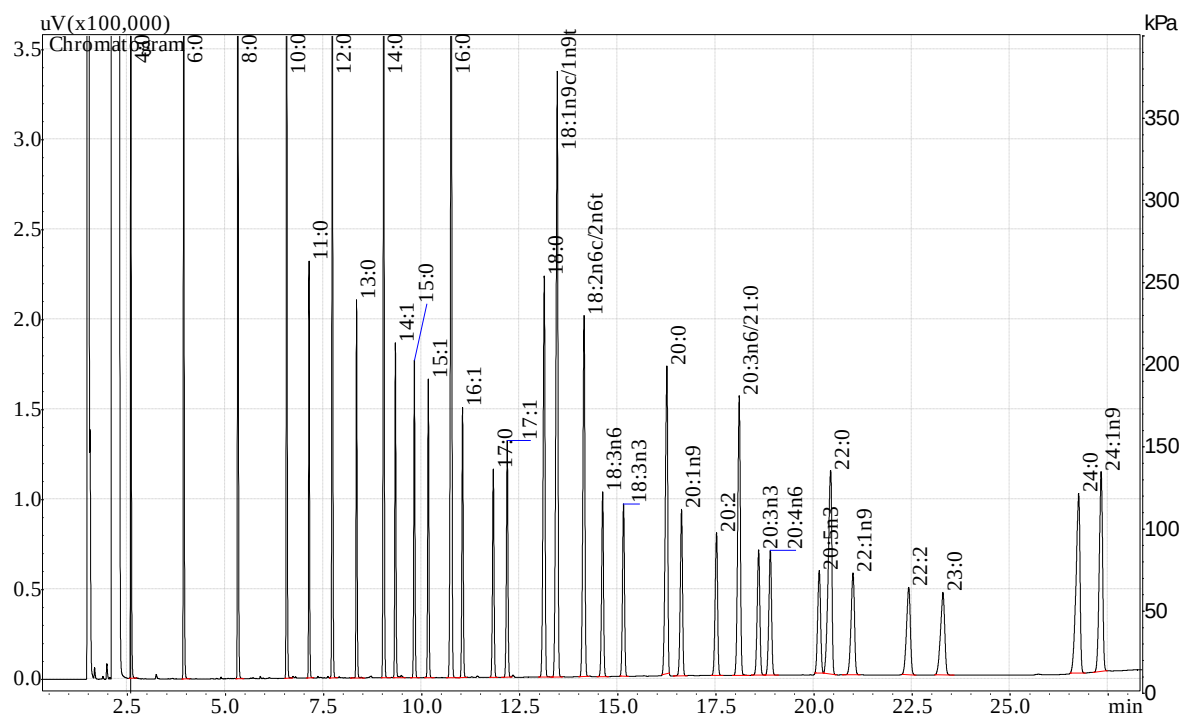
Injekcijos parametrai:

Automatinis įleidimas dozuojančiu vožtuvu;

Injekcijos tūris: 1,0 µL;

Uždegikliui naudojamos vandenilio dujos.

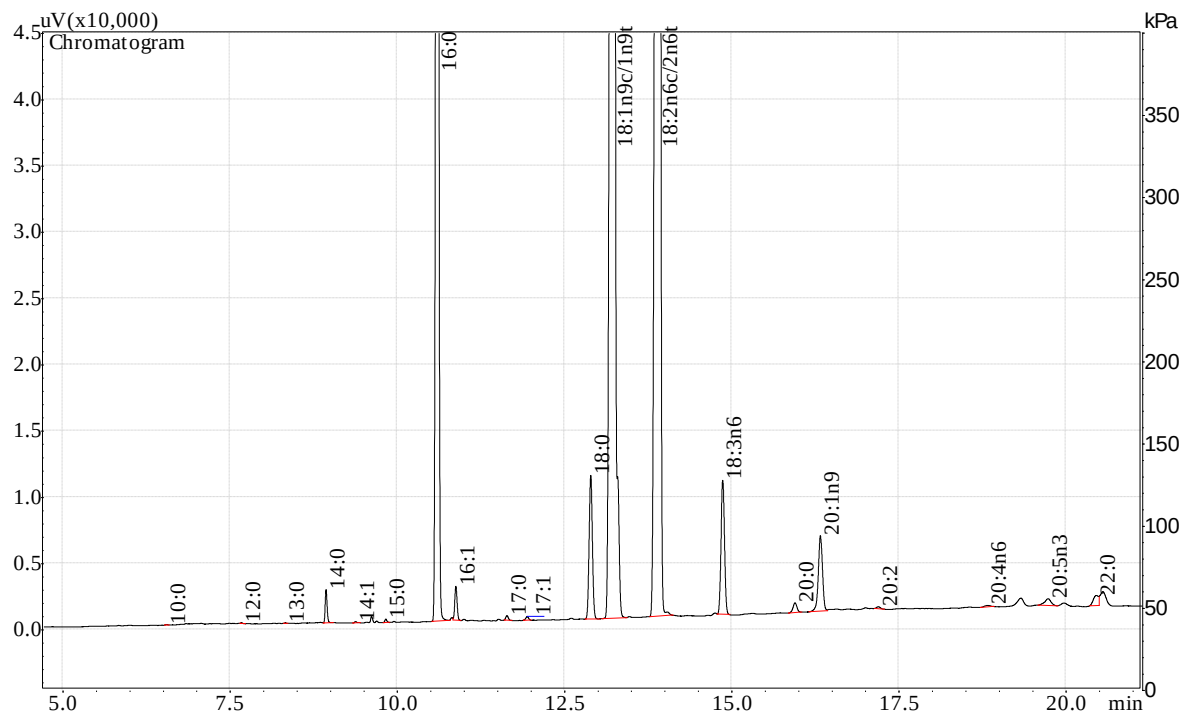
Sudaryta standartinė SRR ir NRR standartinė chromatograma pateikiama 8 paveiksle:



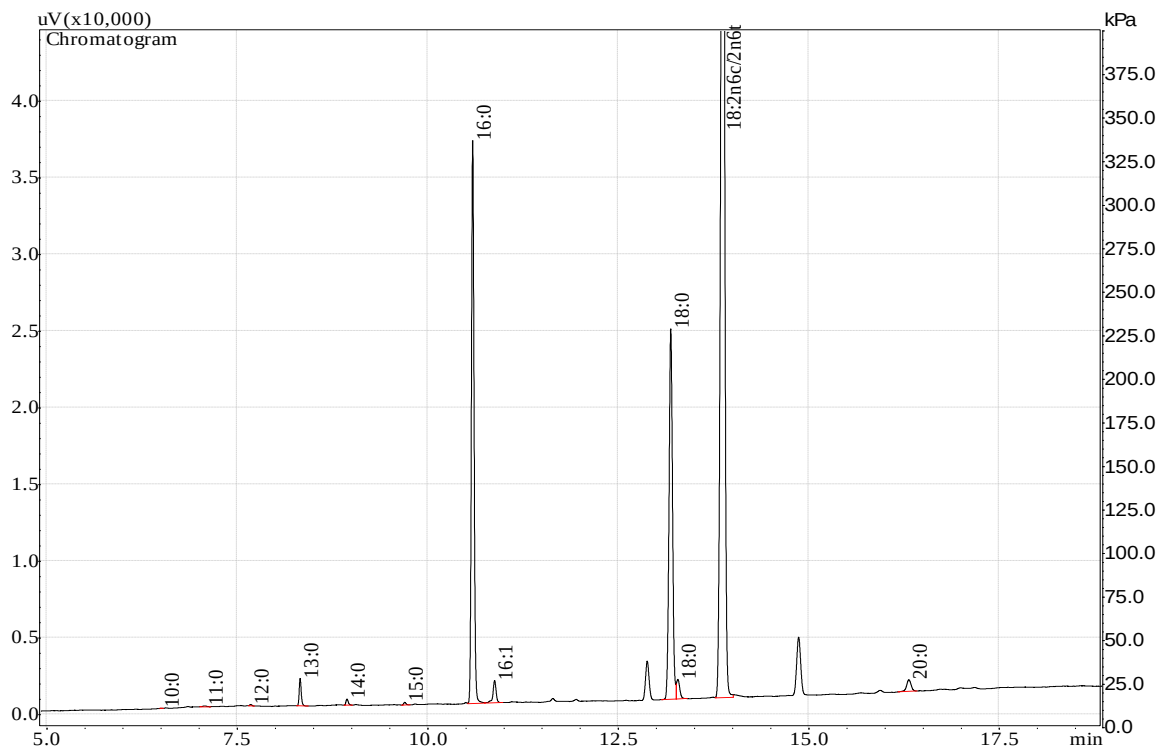
8 pav. Standartinė SRR ir NRR esterų chromatograma

3.2.2. SRR nustatymas mėginiuose DC analizės metodu

Sudarius standartinę chromatogramą, atliekama miltų ir grūdų sėlenų chromatografinė analizė. Analizei imami devynių skirtingų rūšių ar gamintojų miltai ir grūdų sėlenos. Mėginiai analizei ruošiami pagal 2.1.2. skyriuje aprašytą metodą. Mėginiuose esančios SRR nustatomos pagal standartinę chromatogramą. Atliekant mėginių chromatografinę analizę buvo naudojamos tos pačios chromatografinės sąlygos, kaip ir atliekant standartinės chromatogramos sudarymą. Mėginiuose nustatytos skirtingos SRR ir jų kiekis. 9 paveiksle pavaizduota chromatograma rodo, jog mėginyje nr. 6 nustatyta didelė tiek SRR, tiek NRR įvairovė, o 10 paveiksle pavaizduota chromatograma rodo, kad mėginyje nr. 9 aptiktos beveik vien SRR. Šiuose mėginiuose daugiausiai rastos vidutinio ilgio grandinės ir ilgos grandinės SRR (prie smailių nurodyti numeriai atitinka anglies atomų skaičių grandinėje).

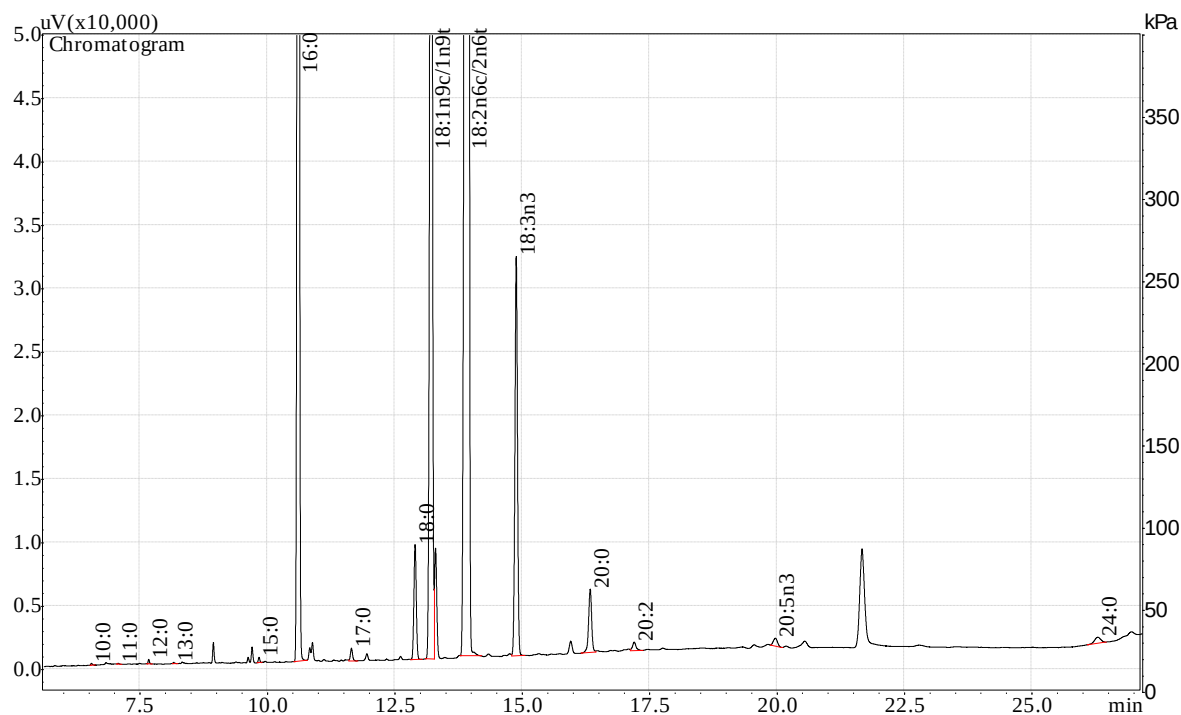


9 pav. Mėginio nr. 6 chromatograma



10 pav. Mėginio nr. 9 chromatograma

11 paveiksle pavaizduota chromatograma rodo, kad mėginyje nr. 2, rastos ypač ilgos grandinės (24 anglies atomų) SRR, kurios nebuvo jokiam kitame mėginyje.



11 pav. Mėginio nr. 2 chromatograma

SRR kiekis suskaičiuojamas pagal 2.1.3.1. skyriuje pateiktas skaičiavimo lygtis, panaudojant gautus chromatografinius duomenis. SRR kiekybiniai rezultatai ir deklaruoti SRR kiekiai pateikiami 2 lentelėje:

2 lentelė

SRR kiekio nustatymo miltuose rezultatai

Miltai, grūdų sėlenos	Nustatytas SRR kiekis $\bar{x}$, g/100g mėginio	Deklaruotas SRR kiekis, g/100g mėginio	Nustatytų ir deklaruotų SRR verčių skirtumas, g/100g mėginio
Nr. 1	0,58	0,6	0,02
Nr. 2	0,65	0,77	0,12
Nr. 3	0,91	1,24	0,33
Nr. 4	0,99	0,6	0,39
Nr. 5	0,81	0,58	0,23
Nr. 6	1,44	1,4	0,04
Nr. 7	0,76	0,5	0,26
Nr. 8	0,58	0,3	0,28
Nr. 9	0,45	0,5	0,05

2 lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad daugumoje miltų ir grūdų sėlenų nustatytas SRR kiekis atitinka ir net nesiekia deklaruoto SRR kiekio, nurodyto ant gaminio pakuotės.

3.3. Natrio nustatymas LAAS analizės metodu**3.3.1. Kalibracinės kreivės gavimas**

Natrio atominė absorbcija matuojama AAS, naudojant liepsnos atomizaciją, esant šioms matavimo sąlygoms:

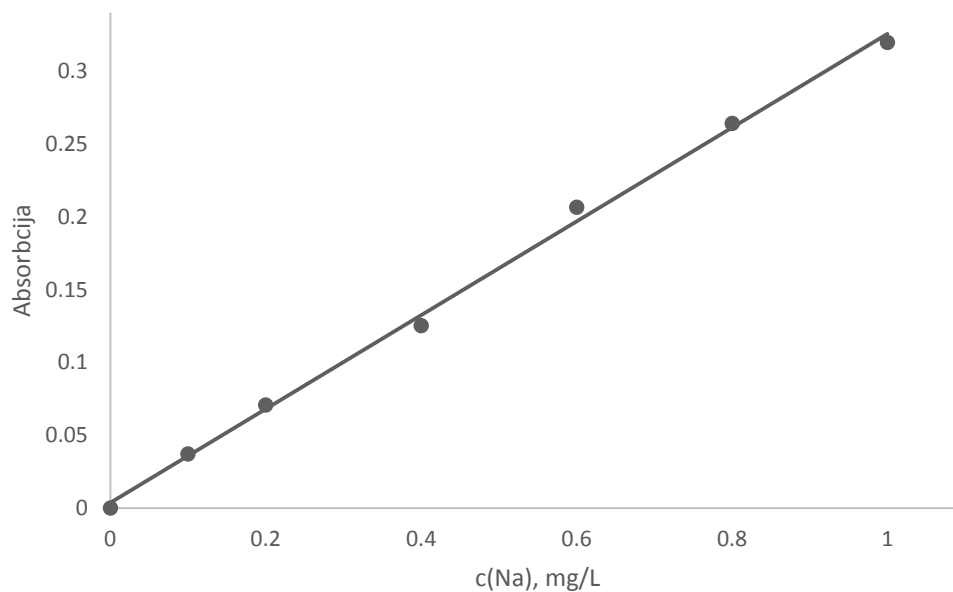
Natrio analizinė linija: 589,0 nm

Dujos: acetilenas – oras

Oro slėgis: 0,35 MPa

Acetileno slėgis: 0,09 MPa

Kalibracinei kreivei gauti buvo naudojami kalibravimo tirpalai, kuriuose natrio koncentracija: 0,0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mg/L. Pagal atlikus matavimus, spektrofotometru brėžiama natrio atominės absorbcijos priklausomybė nuo natrio koncentracijos tirpale.



3 pav. Natrio atominės absorbcijos priklausomybė nuo natrio jonų koncentracijos tirpale

Iš kalibracinės kreivės nustatyta, kad natrio atominės absorbcijos priklausomybė nuo natrio koncentracijos tirpale yra tiesinė, esant 0 - 1 mg/L koncentracijai ($r=0,9984$).

3.3.2. Natrio nustatymas mėginiuose LAAS metodu

Gavus kalibracinę kreivę atliekama miltų ir grūdų sėlenų analizė. Analizei imami devynių skirtingų rūšių ar gamintojų miltai ir grūdų sėlenos. Mėginiai analizei ruošiami pagal 2.1.2. skyriuje aprašytą metodą. Matuojama gautų tirpalų natrio atominė absorbcija ir iš kalibracinės kreivės nustatoma natrio koncentracija mėginiuose. Rezultatai pateikiami 3 lentelėje:

3 lentelė

Natrio kiekio nustatymo miltuose rezultatai (n=5)

Miltai, grūdų sėlenos	Nustatytas natrio kiekis, g/100g mėginio		Deklaruotas natrio kiekis, g/100g mėginio	Nustatytų ir deklaruotų natrio verčių skirtumas, g/100g mėginio
	$\bar{x}$	S_r , %		
Nr. 1	0,0054	0,39	0,08	0,0746
Nr. 2	0,0088	1,44	0,052	0,0432
Nr. 3	0,010	1,09	0,076	0,066
Nr. 4	0,018	0,70	0,002	0,016
Nr. 5	0,0061	0,34	0,044	0,0379
Nr. 6	0,0025	2,04	0,008	0,0055
Nr. 7	0,0031	0,83	0,08	0,0769
Nr. 8	0,0032	0,12	0,04	0,0368
Nr. 9	0,0148	1,39	0,08	0,0652

3 lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad aštuoniuose iš devynių tirtų miltų ir grūdų sėlenų nustatytas natrio kiekis neatitinka deklaruoto natrio kiekio, nurodyto ant gaminio pakuotės, yra net kelis kartus mažesnis, o viename mėginyje – didesnis. Santykinio standartinio nuokrypio reikšmės yra: 0,12 - 2,04 %.

IŠVADOS

1. Nustatytas riebalų kiekis „Rakto skylutės” simboliu pažymėtuose produktuose. Septynių iš devynių ištirtų produktų nustatytos riebalų vertės neatitiko deklaruojamų verčių, pateiktų ant gaminio įpakavimo. Dviejų produktų nustatytos vertės skyrėsi vos 0,01 - 0,04 g/100g mėginio, dėl to galima teigti, kad deklaruotos vertės atitinka nustatytą riebalų vertę. Nustatytų ir deklaruotų verčių skirtumas yra 0,13 - 1,12 g/100g mėginio. Vos vieno ištirto mėginio nustatyta riebalų vertė neatitiko nustatytos normatyvos (7 g/100g mėginio).
2. Nustatytas sočiųjų riebalų rūgščių kiekis naudojant dujų chromatografijos analizės metodą su liepsnos jonizaciniu detektoriumi „Rakto skylutės” simboliu pažymėtuose produktuose. Keturių iš devynių ištirtų produktų nustatytos sočiųjų riebalų rūgščių vertės neatitiko ir viršijo deklaruotas vertes, pateiktas ant gaminio įpakavimo, viršijo 0,23 - 0,39 g/100g mėginio. Trijų ištirtų produktų nustatytos sočiųjų riebalų rūgščių vertės atitiko deklaruotas vertes, skyrėsi 0,02 - 0,05 g/100 g mėginio, dėl to laikome, kad deklaruotos vertės atitinka nustatytas sočiųjų riebalų rūgščių vertes. O dviejų produktų nustatytos sočiųjų riebalų rūgščių vertės buvo mažesnės, nei deklaruotosios 0,12 ir 0,33 g/100g mėginio.
3. Nustatytas natrio kiekis naudojant liepsnos atominės absorbcijos spektrofotometrijos analizės metodą „Rakto skylutės” simboliu pažymėtuose produktuose. Aštuonių iš devynių ištirtų produktų nustatytos natrio vertės neatitiko ir buvo mažesnės nei deklaruojamos vertės, pateiktos ant gaminio įpakavimo, skyrėsi 0,0055-0,0746 g/100g mėginio. O vieno produkto nustatyta natrio vertė buvo didesnė nei deklaruotosios, nustatytos ir deklaruotos natrio vertės skirtumas yra 0,016 g/100g mėginio. Visos iš devynių ištirtų produktų nustatytos natrio vertės neviršijo nustatytos normatyvos (0,5 g/100g mėginio).

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Larsson I, Lissner L., Wilhelmsen L, The „Green Keyhole” revisited: nutritional knowledge may influence food selection. *European Journal of Clinical Nutrition* Vol. 53, 1999, p. 776–80.
2. Nichols M., Townsend N., Scarborough P., Rayner M., Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update. *European Heart Journal*, August 2014, p. 1-10.
3. Barzda A., Bartkevičiūtė R., Abaravičius J. A., Stukas R., Šatkutė R., Food consumption survey in adult lithuanian population: nutrient daily intake. *Medicinos teorija ir praktika*, Vol. 15 (Nr. 1) 2009, p. 53-58.
4. Berry S. E., Griffin B. A., Kirby A., Mason P., Minihane A. M., Porter S. C., Steele C., Stillman P., Saturated fatty acid consumption: outlining the scale of the problem and assessing the solutions. *British nutrition foundation*, Vol. 34, 2009, p. 74-84.
5. Laitinen M. H., Ngandu T., Rovio S., Fat intake at midlife and risk of dementia and Alzheimer’s disease: a population-based study. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, Vol. 22, 2006, p. 99–107.
6. Grybauskienė R., Riebiosios rūgštys organizme. *Kardiologų žinios*, Vol. 4, 1996.
7. Kester A. D., Mensink R. P., Zock P. L., Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a metaanalysis of 60 controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 77, 2003, p. 1146-1155.
8. Kaminskas A., Kučinskienė Z., Petraitis R., Plaušinitis R., Sergančiųjų koronarine liga kraujo plazmos riebalų rūgščių spektras. *Laboratorinė medicina*, Vol. 1 (Nr. 19), 2001, p. 8-10.
9. Janickis V., Kreivėnienė N., Neorganinės chemijos pagrindai: teorija, praktika, uždaviniai. Kaunas: I-kla Technologija, 2009. ISBN: 978-9955-25-706-6.
10. Beganskienė A., Kareiva A., Žalga A., Pagrindinių grupių elementų chemija. Vilniaus Universitetas, 2011. ISBN 978-9955-634-71-3.

11. Janickis V., Matulis B., Pažarauskas E., Rinkevičienė E. D., Zelionkaitė V., Žarnauskas A. J., Bendroji ir neorganinė chemija. Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1995, ISBN: 5-420-01316-9.
12. House E. J., Inorganic chemistry. Elsevier, 2nd ed., 2013. ISBN: 978-0-12-385110-9.
13. Housecroft C. E., Sharpe A. G., Inorganic chemistry. Prentice Hall, 3rd ed., 2008. ISBN: 978-0-13-175553-6.
14. Greenwood N.N., Earnshaw A., Chemistry of the elements. Oxford Butterworth-Heinemann, 2nd ed., 1997. ISBN: 978-0750-63-365-9.
15. Atkins P. W., Overton T. L., Rourke J. P., Weller M. T., Armstrong F. A., Inorganic chemistry. Oxford university press, 5th ed., 2010. ISBN: 978-0-19-923617-6.
16. Anand S. S., Beyene J., Budyłowski P., Cozma A., I., Ha V., Kishibe T., Maroleanu A., Mente A., Schünemann H., Souza R. J., Uleryk E., Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. BMJ, 2015, p. 1-16.
17. Hunter E., Kris - Etherton P. M., Zhang J., Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review¹⁻⁴. The American Journal Of Clinical Nutrition, Vol. 91, 2010, p. 46-63.
18. Amelsvoort J. M. M., Anttolainen M., Aro A., Becker W., Church S. M., Couet C., Erp - Baart M. A., Hermann - Kunz E., Hulshof K. F., Kafatos A. G., Kesteloot H., Lanzmann - Petithory D., Leth T., Martins O., Moreiras O., Moshandreas J., Pizzoferrato L., Poppel G., Rimestad A. H., Thorgeirsdottir H., Intake of fatty acids in western Europe with emphasis of trans fatty acids: the transfair study. European Journal of Clinical Nutrition, Vol. 53, 1999, p. 143-157.
19. Dam R. M., Hu F. B., Liu S., Diet and risk of Type II diabetes; the role of types of fat and carbohydrate. Diabetologia, Vol. 44, 2001, p. 805-817.
20. Micha R., Mozaffarian D., Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. Lipids, Vol. 45, 2010, p. 893-905.

21. Katan M. B., Kester A. D., Mensink R. P., Zock P. L., Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a metaanalysis of 60 controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 77, 2003, p. 1146-1155.
22. LST EN 15505:2008 Maisto produktai. Mikroelementų nustatymas. Natrio ir magnio nustatymas liepsnos atominės absorbcinės spektrometrijos (AAS) metodu, mineralizavus mikrobangomis
23. LST 1944 Miltiniai kepiniai ir konditerijos gaminiai. Riebalų kiekio nustatymo metodai (AOAC 922.06, AOAC 963.15)
24. Grundy S. M., Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long - chain fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 60, 1994, p. 986S-990S.
25. Jespersen J., Marckmann P., Tholstrup T., Fat high in stearic acid favorably affects blood lipids and factor VII coagulant activity in comparison with fats high in palmitic acid or high in myristic and lauric acids. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 59, p. 371-377.
26. Hegsted D., McGrundy R., Myers M., Stare F., Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 17, p. 281-295.

SATURATED FATTY ACIDS ANALYSIS IN FOOD PRODUCTS LABELED „GREEN KEYHOLE” SYMBOL

Aistė Bartuškevičiūtė

Department of Analytical and Environmental Chemistry, Vilnius University

Research advisers: prof. **S.Tautkus**
mgr. **G. Švilpa**

SUMMARY

At the end of the 20th century Scandinavia observed a big increase of coronary heart diseases, strokes and a high cholesterol level in blood. The researches have shown that these diseases are associated with an elevated fat, saturated fatty acids, salt and sugar intake. In 1989, in order to prevent and reduce incidence of these diseases, authorities in Sweden proposed a nutrition label – the Green Keyhole, to make it easier to select low-fat, salt, sugar and high-fibre alternatives. These problems have also been observed in Lithuania, so in 2014 lithuanians were introduced with the Green Keyhole nutrition label.

In order to achieve the knowledge about the composition of products labeled Green Keyhole, the tests were performed. Because of low selection of food products labeled Green Keyhole symbol, flour and cereal bran were chosen for the tests. A test to determine SFA, using GC, the amount of total fat and the amount of sodium, using FAA, were performed. The tests showed that some compositions of the products doesn't fit and have higher values of fat, SFA and sodium than the ones declared on the package.