

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO MAISTO INSTITUTAS

**TVIRTINU:**

Lietuvos hidrobiologų draugijos

Prezidentė

Eugenija Nijolė Milerienė

2008 m. lapkričio mėn. ....d.

**MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR TAIKOMOSIOS VEIKLOS PROGRAMA „AKVAKULTŪROS  
PLĖTRA“**

**GALIMYBIŲ NAUDOTI NATŪRALIUS ANTIOKSIDANTUS ŽUVŲ PRODUKTŲ  
GALIOJIMO LAIKUI PRAILGINTI ĮVERTINIMAS IR TECHNOLOGINIŲ  
REKOMENDACIJŲ PARENGIMAS**

**2008 M. TARPINĖ ATASKAITA**

**Tyrimo vadovas**

**Raimondas Narkevičius**

**Kaunas**

**2008**

## VYKDYTOJŲ SĄRAŠAS

Dr. Raimondas Narkevičius,  
technologijos laboratorijos  
vyresnysis mokslo darbuotojas

Vadovavo darbui, rinko ir analizavo informaciją apie antioksidantus ir jų vartojimą maisto produktų gamyboje reglamentuojančius normatyvinius dokumentus, natūralius antioksidantus, pasaulines tendencijas ir mokslinius tyrimus jų vartojimo maisto bei žuvų produktų oksidaciniam stabilumui užtikrinti srityje, parengė darbo ataskaitą

## TURINYS

Įvadas	4 psl.
1. Teorinė ir eksperimentinė dalis	5 psl.
1.1. Tyrimo objektas ir metodai	5 psl.
1.2. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas	5 psl.
Išvados ir rekomendacijos	19 psl.
Literatūra	20 psl.
Priedai	

## IVADAS

Žuvyse ir žuvų produktuose yra daug nepakeičiamų polinesočiųjų riebalų rūgščių, kas nulemia ypatingą šių produktų maistinę vertę ir svarbą sveikos mitybos požiūriu. Ypatingai svarbios yra žuvų riebaluose dideliais kiekiais esančios omega-3 riebalų rūgštys. Nustatyta, kad omega-3 riebalų rūgštys pasižymi priešuždegiminiu poveikiu, mažina kraujospūdį, padeda išvengti kraujo krešulių, arterijų sienelių sukietėjimo, sumažina trigliceridų kiekį, pagerina širdies veiklą, jos yra būtinos tinkamam smegenų, nervų, regėjimo sistemų išsivystymui ir funkcionavimui. Reikia pažymėti, kad, veikiant atmosferos deguoniui, polinesočiosios riebalų rūgštys, ypač omega-3 rūgštys, daug lengviau oksiduojasi, nei didesnio sotumo laipsnio riebalų rūgštys. Todėl, žuvų riebalai oksiduojasi daug greičiau, nei kiti riebalai. Dėl polinesočiųjų riebalų rūgščių oksidacijos žuvies produktai, juos gaminant ir laikant, labai greitai genda: apkarsta, juose atsiranda pašaliniai kvapai. Žuvies produktų kokybę stabilizuoti (sustabdyti riebalų rūgščių oksidaciją) galima naudojant sintetinius antioksidantus. Įvertinant, kad vartotojai daug palankiau vertina natūralius, be sintetinių maisto priedų pagamintus produktus, žuvies produktų kokybei stabilizuoti perspektyvu būtų naudoti natūralius, iš augalinės kilmės žaliavų išskirtus antioksidantus. Tam būtina surinkti ir išanalizuoti naujausią informaciją apie natūralius antioksidantus, jų vartojimą žuvų produktų gamyboje, iširti ir parinkti tinkamus natūralius antioksidantus bei parengti rekomendacijas dėl jų vartojimo žuvų produktų gamyboje.

Šio darbo tikslas yra nustatyti efektyvius natūralius antioksidantus, kurie galėtų būti pritaikyti žuvų produktų gamyboje ir prailgintų jų galiojimo laiką.

# 1. TEORINĖ IR EKSPERIMENTINĖ DALIS

## 1.1. Tyrimo objektas ir metodai

Darbas buvo vykdomas KTU Maisto institute bei žuvų perdirbimo įmonėse. Maisto produktų gamyboje yra griežtai reglamentuojamas maisto priedų vartojimas. Kadangi antioksidantai yra maisto priedai, tai 2008 m. tyrimai buvo vykdomi dviem kryptimis:

1. Maisto priedų vartojimą ir saugą reglamentuojančių normatyvinių dokumentų, analizė.
2. Informacijos apie antioksidantus ir jų vartojimą maisto produktų gamyboje, natūralius antioksidantus, pasaulines tendencijas ir mokslinius tyrimus jų vartojimo žuvų produktų bei kitų maisto produktų oksidaciniam stabilumui užtikrinti srityje analizė.

Remiantis gautais abiejų krypčių tyrimų duomenimis buvo parengta darbo tarpinė ataskaita.

## 1.2. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

**Antioksidantu** maisto pramonėje yra vadinama „medžiaga, prailginanti maisto produkto vartojimo trukmę, apsaugodama nuo gedimo, kurį sukelia oksidacija, kaip antai riebalų apkartimas ir spalvos pasikeitimas“ (Lietuvos higienos norma HN 53 :2003 „Leidžiami vartoti maisto priedai“). Antioksidantai yra priskiriami maisto produktų mikrobiologinį bei oksidacinį gedimą stabdančių maisto priedų grupei, o maisto priedų vartojimas yra griežtai reglamentuotas. Todėl, norint įvertinti natūralių antioksidantų vartojimo žuvų produktų oksidaciniam stabilumui užtikrinti legalumą ir saugos aspektus, pirmajame darbo etape buvo renkama ir analizuojama informacija apie maisto priedus, jų vartojimą bei saugą reglamentuojančius normatyvinius dokumentus.

### 1.2.1. Informacijos apie maisto priedų vartojimą bei saugą reglamentuojančius normatyvinius dokumentus analizė

Sunku surasti šiuolaikinį maisto produktą, kuriame nebūtų maisto priedų –medžiagų, sąmoningai pridedamų į maisto produktus dėl technologinių tikslų, siekiant palengvinti gamybos procesą, suteikti produktams tam tikras savybes ar išsaugoti jų kokybę. Maisto priedas yra apibrėžiamas kaip „medžiaga, kuri nėra vartojama kaip atskiras maisto produktas ir kaip tipinė maisto produktų sudedamoji dalis, neatsižvelgiant į tai, ar ji turi mitybinę vertę, ar jos neturi, ir kuri

sąmoningai įdėta į maisto produktus dėl technologinių tikslų (gamybos, perdirbimo, apdorojimo, pakavimo, gabenimo ar laikymo) tampa pati ar jos dariniai tokių maisto produktų sudėtine dalimi“ (Lietuvos higienos norma HN 53 : 2003).

Maisto priedais nėra laikomos medžiagos, pridedamos į maisto produktus kaip maistingosios medžiagos (pvz., mineralai, mikroelementai ar vitaminai), atsitiktinai patekę į maisto produktus teršalai, mikroorganizmai bei mechaninės priemaišos. Pagal maisto priedų apibrėžimą, prieskoniai, druska ar cukrus taip pat nėra maisto priedai.

Maisto priedai yra būtini ir labai svarbūs, norint užtikrinti, kad mūsų maistas būtų saugus, sveikas, nebrangus ir jo būtų pakankamai. Be maisto priedų būtų neįmanoma gaminti kai kurių maisto produktų, tokių kaip margarinas ar žemo kaloringumo maisto produktai. Pagrindiniai tikslai, dėl kurių yra vartojami maisto priedai, yra šie:

- apsaugoti maisto produktus ir žaliavas nuo žalingo aplinkos veiksnių (temperatūros svyravimo, mikroorganizmų, oksidacijos) poveikio;
- išsaugoti maisto produktų maistinę vertę (apsaugoti nuo vitaminų, nesočiųjų riebiųjų rūgščių, nepakeičiamų amino rūgščių skilimo ar pokyčių);
- patenkinti specifinių mitybinių poreikių turinčių vartotojų reikalavimus (pavyzdžiui, gaminti žemo kaloringumo maisto produktus);
- pagerinti maisto produktų gamybos proceso sąlygas.

Pagal technologinę paskirtį maisto priedai gali būti grupuojami į:

- maisto priedus, užtikrinančius reikiamą išvaizdą ir juslines savybes. Šiai maisto priedų grupei priskiriami konsistenciją gerinantys maisto priedai (tirštikliai, stingdikliai, stabilizatoriai, emulsikliai, modifikuoti krakmolai), skoninės medžiagos (saldikliai, aromato ir skonio stiprikliai), dažikliai.

- maisto priedus, stabdančius mikrobiologinį ir oksidacinį maisto produktų gedimą. Šiai maisto priedų grupei priskiriami konservantai bei antioksidantai.

- maisto priedus, būtinus maisto produktų gamybos technologiniame procese. Šiai maisto priedų grupei priskiriami spalvos stabilizatoriai bei technologiniai maisto priedai (tešlos kildymo medžiagos, medžiagos nuo putojimo, glajinės medžiagos, miltų apdorojimo medžiagos).

Pagal kilmę maisto priedai gali būti skirstomi į natūralius ir sintetinius. Natūralūs maisto priedai yra gaminami iš gamtinių augalinės ar gyvulinės kilmės medžiagų, pavyzdžiui, burokėlių (dažiklis „burokėlių raudonasis“), sojos (lecitinas), jūros dumblių (agaras, alginatai), vabzdžių (karmino dažiklis) ir kt. Sintetiniai maisto priedai maisto priedai nėra randami gamtoje ir yra gaminami dirbtiniu būdu, pavyzdžiui, antioksidantai butilintas hidroksianizolas (BHA), butilintas hidroksitoluenas (BHT), saldiklis sacharinas, dažiklis indigokarminas ir kt. Sintezės ar biosintezės

būdu gali būti gaminami ir kai kurie maisto priedai, kurie yra randami gamtoje, pavyzdžiui, askorbo rūgštis, karotinoidai. Tokių priedų sudėtis yra visiškai tokia pati, kaip ir gamtoje randamų analogiškų medžiagų, todėl tokie priedai vadinami identiškais natūraliems.

Pagrindiniai maisto priedų vartojimo principai ES yra šie:

- maisto priedų vartojimas turi nekelti grėsmės žmonių sveikatai;
- draudžiama vartoti maisto priedus maisto gedimui, nekokybiškai žaliavai ar produktui maskuoti;
- maisto priedus leidžiama vartoti tik tada, kai yra pagrįstas technologinis poreikis ir tikslo negalima pasiekti kitomis ekonominiu ir technologiniu požiūriu priimtinais priemonėmis;
- maisto priedų į produktą turi būti dedama tiek, kiek būtina pasiekti technologiniam efektui, bet neviršijant leistinų kiekių;
- už tinkamą maisto priedų vartojimą technologiniam procese atsako gamintojas.

Prieš leidžiant vartoti maisto priedus, visapusiškai yra ištiriama jų sauga. Europos Sąjungoje maisto priedų vartojimas yra griežtai reglamentuotas. Maisto priedai yra saugūs ir gali būti vartojami tik tuo atveju, jei jų toksikologiniai tyrimai (atlikti pagal šiuolaikinius mokslo reikalavimus) neparodo galimo jų kenksmingumo. Šiuo metu maisto priedų sauga įvertinama pagal tokius kriterijus:

- aštrus toksiškumas,
- metabolizmas ir toksikokinetika,
- genotoksiškumas / mutageniškumas,
- reprodukcinis toksiškumas,
- subchroniškas toksiškumas,
- chroniškas toksiškumas,
- kancerogeniškumas.

Jeigu bent pagal vieną iš šių kriterijų yra nustatoma, kad maisto priedas gali būti kenksmingas žmogui, tokį maisto priedą vartoti draudžiama. Jei pagal visus minėtus kriterijus yra nustatoma, kad maisto priedas yra saugus, jį leidžiama vartoti. Leidžiamiems vartoti maisto priedams suteikiamas 3 ar 4 ženklų numeris ir E raidė. Tai reiškia, kad patikrinta minėtų medžiagų sauga, nustatyti jų grynumo kriterijai, o šių maisto priedų vartojimas nustatytomis sąlygomis nekelti grėsmės vartotojų sveikatai. E- numerių sistema palengvina maisto produktų ženklimą, kadangi vietoj ilgo maisto priedo pavadinimo yra nurodomas toks pat informatyvus maisto priedo numeris. Ši sistema taip pat labai palengvina bendravimą tarp skirtingomis kalbomis kalbančių ES šalių.

Būtina pažymėti, kad maisto priedai yra nuolat stebimi ir jų sauga įvertinama iš naujo, atsižvelgiant į kintančias vartojimo sąlygas ir naują mokslinę informaciją. Todėl net ir E numerį turintys maisto priedai gali būti išbraukti iš leidžiamų vartoti maisto priedų sąrašo.

Pagrindiniai ES teisės aktai, reglamentuojantys maisto priedų vartojimą yra:

- 1988 m. gruodžio 21 d. Tarybos direktyva 89/107/EEB dėl valstybių narių įstatymų, reglamentuojančių maisto priedus, kuriuos leidžiama naudoti žmonėms vartoti skirtuose maisto produktuose, derinimo;
- 1994 m. birželio 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 94/35/EB dėl maisto produktuose naudojamų saldiklių;
- 1994 m. birželio 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 94/36/EB dėl maisto produktuose naudojamų dažiklių;
- 1995 m. vasario 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 95/2/EB dėl kitų maisto priedų, išskyrus dažiklius ir saldiklius.

Šių Europos Sąjungos teisės aktų nuostatos perkeltos į vieną Lietuvos higienos normą HN 53:2003 „Leidžiami vartoti maisto priedai“. Joje reglamentuojamas saldiklių, dažiklių bei kitų maisto priedų, išskyrus dažiklius ir saldiklius, vartojimas.

Lietuvos higienos norma HN 53:2003 privaloma visiems juridiniams ir fiziniams asmenims, taip pat juridinių asmenų ar kitų užsienio organizacijų filialams, gaminantiems, fasuojantiems, laikantiems, įvežantiems į Lietuvos Respubliką, parduodantiems maisto produktus su maisto priedais, taip pat maisto priedus bei jų mišinius. Ji nustato maisto priedų vartojimo privalomuosius reikalavimus Lietuvoje gaminamuose ir įvežamuose maisto produktuose .

Pagal Lietuvos higienos normą HN 53:2003 maisto priedas yra apibrėžiamas kaip “medžiaga, kuri nėra vartojama kaip atskiras maisto produktas ir kaip tipinė maisto produktų sudedamoji dalis, neatsižvelgiant į tai, ar ji turi mitybinę vertę, ar jos neturi, ir kuri sąmoningai įdėta į maisto produktus dėl technologinių tikslų (gamybos, perdirbimo, apdorojimo, pakavimo, gabenimo ar laikymo) tampa pati ar jos dariniai tokių maisto produktų sudėtine dalimi”.

Ši higienos norma netaikoma teršalams, atsitiktinai patekusiems į maisto produktus, auginant žaliavas arba veterinarinės veiklos metu, apdorojant, gaminant, pakuojant, laikant ir gabenant maisto produktus dėl kontakto su įrenginiais, pakuotėmis, aplinka, ir mikroorganizmams bei mechaninėms priemaišoms.

Ji netaikoma ir pagalbinėms medžiagoms, medžiagoms, naudojamoms augalų ir augalinių produktų apsaugai nuo gedimo, kvapiosioms medžiagoms ( kurioms taikoma Lietuvos higienos norma HN 53-1:2001 ), medžiagoms, pridedamos į maisto produktus kaip maistingosios medžiagos (pvz., mineralai, mikroelementai ar vitaminai) ir kai kurioms kitoms medžiagoms.



Lietuvos higienos normoje HN 53:2003, kaip ir ES direktyvoje 89/107/EEB, pagal pagrindinę technologinę funkciją maisto priedai, nurodyti šios higienos normos 1 priede, priskiriami kuriai nors iš šių grupių: dažikliai, konservantai, antioksidantai, emulsikliai, tirštikliai, stingdikliai, stabilizatoriai, aromato ir skonio stiprikliai, rūgštys, rūgštingumą reguliuojančios medžiagos, lipnumą reguliuojančios medžiagos, modifikuoti krakmolai, saldikliai, tešlos kildymo medžiagos, medžiagos nuo putojimo, glajinės medžiagos, emulsinimo druskos, miltų apdorojimo medžiagos, kietikliai, drėgmę išlaikančios medžiagos, užpildai, suslėgtosios dujos, pakavimo dujos.

Lietuvos higienos norma HN 53:2003 turi šiuos privalomuosius priedus: 1. Leidžiamų vartoti maisto priedų sąrašas.

2. Maisto priedų, leidžiamų vartoti pagal quantum satis principą, sąrašas.

3. Dažiklių, kurie gali būti tiesiogiai parduodami vartotojams, sąrašas.

4. Maisto priedų vartojimo sąlygos ir didžiausias leidžiamas vartoti kiekis 1-16 maisto produktų grupėse.

5. Maisto produktų, į kuriuos draudžiama dėti maisto priedų, leidžiamų vartoti pagal quantum satis principą, sąrašas.

6. Leidžiamų vartoti pagalbinių medžiagų sąrašas.

7. Leidžiami naudoti ekstrahentai.

8. Tradicinių produktų, kurių gamybai draudžiama vartoti tam tikrų grupių maisto priedus, sąrašas.

Pagal higienos normoje HN 53:2003 pateikiamą apibrėžimą quantum satis (kiek reikia) – maisto priedo kiekis, naudojamas pagal geros gamybos praktiką tik tokiais kiekiais, kurių reikia numatytam tikslui pasiekti, ir neklaidinantis vartotojo. Kitaip sakant, 5 higienos normos HN 53:2003 priede pateikiamos medžiagos yra laikomos nekenksmingomis, jų maksimalią leidžiamą vartoti koncentraciją apsprendžia technologinis būtinumas, o ne saugos reikalavimai.

Lietuvos higienos normos HN 53:2003 leidžiamų vartoti maisto priedų sąrašė yra nurodyti šie žemiau esančioje lentelėje pateikti antioksidantai:

1 lentelė

Pagal Lietuvos higienos normą HN 53:2003 maisto produktų gamyboje leidžiami vartoti antioksidantai

E numeris	Antioksidantas	Antioksidanto pavadinimas anglų kalba	Atliekama funkcija
E 300	Askorbo rūgštis	Ascorbic acid	Antioksidantas
E 301	Natrio askorbatas	Sodium ascorbate	Antioksidantas
E 302	Kalcio askorbatas	Calcium ascorbate	Antioksidantas
E 304	Askorbilpalmitatas	Ascorbyl palmitate	Antioksidantas
E 304	Askorbilstearatas	Ascorbyl stearate	Antioksidantas
E 306	Tokoferolių koncentruotas ekstraktas	Tocopherol-rich extract	Antioksidantas
E 307	Alfa-tokoferolis	Alpha-tocopherol	Antioksidantas
E 308	Gama-tokoferolis	Gamma-tocopherol	Antioksidantas
E 309	Delta-tokoferolis	Delta-tocopherol	Antioksidantas
E 310	Propilgalatas	Propyl gallate	Antioksidantas
E 311	Oktilgalatas	Octyl gallate	Antioksidantas
E 312	Dodecilgalatas	Dodecyl gallate	Antioksidantas
E 315	Eritorbo rūgštis	Erythorbic acid	Antioksidantas
E 316	Natrio eritorbatas	Sodium erythorbate	Antioksidantas
E 320	Butilintas hidrokisanizolas (BHA)	Butylated hydroxyanisole (BHA)	Antioksidantas
E 321	Butilintas hidroksitoluenas (BHT)	Butylated hydroxytoluene (BHT)	Antioksidantas
E 322	Lecitinai	Lecithins	Antioksidantas
E 325	Natrio laktatas	Sodium lactate	Antioksidantas, drėgmę išlaikanti medžiaga, užpildas
E 326	Kalio laktatas	Potassium lactate	Antioksidantas

E330	Citrinų rūgštis	Citric acid	Rūgštingumą reguliuojanti medžiaga, antioksidantas, izoliuojanti medžiaga
E 334	Vyno rūgštis (L±)	Tartaric acid (L±)	Rūgštingumą reguliuojanti medžiaga, antioksidantas
E 385	Kalcio dinatrio etilendiamino-tetraacetatas (kalcio dinatrio EDTA)	Calcium disodium ethylene diamine tetra acetate (Calcium disodium EDTA)	Antioksidantas, konservantas
E 576	Natrio gliukonatas	Sodium gluconate	Antioksidantas
E 577	Kalio gliukonatas	Potassium gluconate	Antioksidantas

Kaip matome, Lietuvos higienos normos HN 53:2003 leidžiamų vartoti maisto priedų sąrašė yra tik dalis natūralių antioksidantų, (askorbo rūgštis ir jos druskos, tokoferoliai, citrinų rūgštis) o dalis leidžiamų vartoti antioksidantų yra sintetiniai. Todėl, jei maisto produktų (žuvies produktų) gamyboje būtų naudojamos kitos, nenurodytos higienos normoje HN 53:2003 natūralios medžiagos ar iš augalinės ar gyvulinės kilmės medžiagų išskirti antioksidantai, jos, ženklinant produktą, negalėtų būti įvardijamos kaip maisto priedai. Šiuo atveju naudojami natūralūs antioksidantai ženklinat turėtų būti nurodomi kaip natūralių augalų ekstraktai ar panašiai (pvz., raudonėlio ekstraktas).

Reikia pažymėti, kad Lietuvos higienos normos HN 53:2003 leidžiamų vartoti maisto priedų sąrašė nurodyti maisto priedai (iš jų ir antioksidantai) atskirų maisto produktų gamyboje gali būti naudojami ne visada. Šios higienos normos 4 priede, nurodančiame maisto priedų vartojimo sąlygas, maisto produktai suskirstyti į tokias grupes:

1. Pieno produktai ir jų pakaitalai.
2. Riebalai ir aliejai.
3. Valgomieji ledai.
4. Vaisiai ir daržovės, įskaitant uogas, šakniavaisius ir grybus.
5. Konditerijos gaminiai.
6. Grūdai ir grūdų produktai.

7. Kepiniai.
8. Mėsa ir mėsos produktai.
9. Žuvis ir žuvų produktai, įskaitant moliuskus, vėžiagyvius ir dygliuočius.
10. Kiaušiniai ir kiaušinių produktai.
11. Cukraus produktai ir medus.
12. Druska, prieskoniai, sriubos, padažai, salotos, baltymų produktai.
13. Specialios paskirties maisto produktai, maisto papildai.
14. Gėrimai.
15. Užkandžių pusgaminiai.
16. Kiti maisto produktai, neminėti nei vienoje iš 15 grupių.

Todėl konkrečiam žuvies produktui leidžiami naudoti antioksidantai ir jų kiekiai turi būti nustatomi pagal Lietuvos higienos normos HN 53:2003 ketvirto priedo 9 lentelę. Kaip rodo šios lentelės analizė, joje nurodoma, kad žuvų produktų gamyboje galima vartoti nedaug antioksidantų. Tačiau visiems 9 lentelėje nurodytiems žuvies produktams, išskyrus šviežias žuvis, yra leidžiama vartoti ir maisto priedus, pateiktus HN 53:2003 priedo Nr. 2 sąraše („Maisto priedų, leidžiamų vartoti pagal *quantum satis* principą, sąrašas“). Todėl žuvų produktų gamyboje pagal poreikį gali būti vartojami ir šie antioksidantai: askorbo rūgštis, natrio askorbatas, kalcio askorbatas, askorbilpalmitatas, askorbilstearatas, tokoferolių koncentruotas ekstraktas, alfa-tokoferolis, gama-tokoferolis, delta-tokoferolis, lecitinai, natrio laktatas, kalio laktatas, citrinų rūgštis, vyno rūgštis. Jų maksimalią leidžiamą vartoti koncentraciją apsprendžia technologinis būtinumas.

### **1.2.2. Informacijos apie antioksidantus ir jų vartojimą maisto produktų gamyboje analizė**

Žuvis ir jų produktai yra vieni pavojingiausių, maisto saugos požiūriu produktai, jie ypač greitai genda. Dėl didelės tirpių baltyminių medžiagų koncentracijos žuvyje gali ypatingai greitai vystytis žalingi bei patogeniniai mikroorganizmai, todėl net ir neilgai laikant neatšaldytą žuvį, joje, dekarboksilinantis amino rūgštims, gali susidaryti toksiški biogeninių aminių kiekiai. Taip pat žuvyje yra labai daug nesočiųjų riebalų rūgščių, dėl kurių oksidacijos produktas apkarsta, įgauna nemalonų skonį ir kvapą. Dėl cheminių pokyčių bei mikrobiologinio gedimo kasmet gali būti prarandama iki 25% žemės ūkio ir žuvininkystės sektoriaus žaliavų.[1].

Dėl riebalų oksidacijos sumažėja produkto maistinė vertė, o susidarę oksidacijos metu junginiai yra toksiški, gali iššaukti širdies ligas ir vėžį [2,3].

Žuvienos cheminė sudėtis, o tuo pačiu ir riebalų kiekis joje priklauso nuo daugelio faktorių, tokių kaip amžius ir lytis, metų laikas, pašarai, ir t. t. Vienok, reikia pažymėti, kad didelės dalies žuvų suminis riebalų ir drėgmės kiekis žuvienoje sudaro apie 80 % nuo žuvies masės [4]. Riebalų kiekis atskirose žuvų dalyse (žuvienoje, kepenyse, vidaus organuose) labai priklauso nuo žuvų rūšies. Daugiausia riebalų aptinkama lašišų, riebių silkių, sardinių, ančiuvių, tunų, skumbrių, pelamidžių, eršketų, šamų, upėtakių žuvienoje [5].

Skirtingai nuo sausumos gyvūnų ir žmonių riebalų sudėties, žuvų riebaluose vyrauja nesočiosios riebalų rūgštys, kurios sudaro apie 84 % nuo bendro žuvų taukų riebalų rūgščių kiekio. Dėl šios priežasties kambario temperatūroje žuvies taukai yra skysti. Žuvų riebaluose yra daug nepakeičiamų (žmogaus organizme nesintetintamų) polinesočiųjų riebalų rūgščių, todėl žuvys ir jų produktai yra labai svarbus šių rūgščių šaltinis. Ypatingai svarbios yra žuvų riebaluose dideliais kiekiais esančios omega-3 riebalų rūgštys–polinesočiosios riebalų rūgštys, kurių molekulėje pirma nesočioji dviguba jungtis yra prie trečiojo anglies atomo, skaičiuojant nuo metilo grupės. Tai  $\alpha$ -linoleno C18:3, eikosapentaieno C20:5, dokosaheksaieno C22:6 riebalų rūgštys. Remiantis mokslinių tyrimų duomenimis nustatyta, kad omega-3 riebalų rūgštys pasižymi priešuždegiminiu poveikiu, mažina kraujospūdį, padeda išvengti kraujo krešulių, arterijų sienelių sukietėjimo, sumažina trigliceridų kiekį, pagerina širdies veiklą [6,7,8]. Omega-3 riebalų rūgštys yra būtinos tinkamam smegenų, nervų, regėjimo sistemų išsivystymui ir funkcionavimui. [9].

JAV Maisto ir Vaistų Valdyba (Food and Drug Administration) priėmė nutarimą, kad ženklinant daug eikosapentaieno ir dokosaheksaieno riebalų rūgščių turinčius produktus (ypatingai žuvis, tokias kaip lašišos, upėtakiai, tunai ir silkės), galima nurodyti teiginį, kad šios rūgštys sumažina širdies išėminės ligos riziką. [10].

Remiantis šaltinyje [11] pateikiamais duomenimis, atskirose žuvyse yra tokie eikosapentaieno ir dokosaheksaieno riebalų rūgščių kiekiai:

## Omega-3 riebalų rūgščių kiekiai žuvyse

Žuvis	Eikosapentaeno ir dokosaheksaeno riebalų rūgščių kiekis, g/100g
Skumbrė	2,2
Ryklis	2,0
Silkė	1,7
Sardinė	1,7
Tunas	1,6
Upėtakis	1,6
Eršketas	1,5
Lašiša	1,5

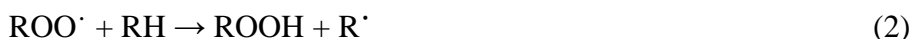
Reikia pažymėti, kad, veikiant atmosferos deguoniui, poli - nesočiosios riebalų rūgštys, ypač omega-3 rūgštys, daug lengviau oksiduojasi, nei didesnio sotumo laipsnio riebalų rūgštys. Todėl, dėl didelio omega-3 riebalų rūgščių kiekio, žuvų riebalai oksiduojasi daug greičiau, nei kiti riebalai [12]. Taip pat, oksiduojantis eikosapentaeno ir dokosaheksaeno riebalų rūgštims susidaro ypatingai nemalonaus skonio ir kvapo produktai.

Kaip jau buvo minėta aukščiau, daug riebalų, o ypač omega-3 riebalų rūgščių, yra skumbrių, lašišų, riebių silkių, sardinių, ančiuvių, tunų, eršketų, upėtakių žuvienoje. Todėl, gaminant produktus iš šių žuvų rūšių, oksidacinių procesų prevencijai turi būti skiriamas maksimalus dėmesys.

Riebalų oksidacija yra sudėtingas grandininis procesas, vykstantis susidarant laisviesiems radikalams. Pradiniai oksidacijos proceso produktai yra peroksidai ir hidroperoksidai, vadinami pirminiais oksidacijos produktais. Jiems kintant susidaro įvairūs alkoholiai, aldehidai, krotanai, rūgštys ir jų dariniai. Oksidacijos reakcijų intensyvumui įtakos turi riebalų sudėtis, produkto

vandens kiekis, polivalenčiai metalai, oksidacijos reakcijas katalizuojantys fermentai, šviesa, drėgmė ir kiti veiksniai. Susidarę riebalų rūgščių oksidacijos produktai iššaukia maisto produktų gedimą, sumažina jų maistinę vertę ir gali būti kenksmingi žmonėms.

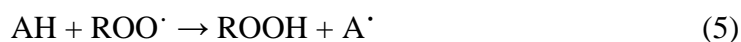
Riebalų oksidacijos procesas gali būti aprašytas tokiomis lygtimis [13]:



Visų pirma, dėl įvairių veiksnių iš riebalų rūgšties susidaręs esteris išskiria laisvąjį radikalą, kuris reaguoja su deguonimi ir sudaro peroksido radikalą (1 lygtis). Pastarasis, toliau reaguodamas su riebalų rūgštimi ar jos acilu RH (2 lygtis) sudaro hidroperoksidą ir naują laisvąjį radikalą  $R^{\cdot}$ . Jei pradiniam etape reakcija vyksta lėtai, tai toliau kaupiantis peroksidams ir jiems skylant į naujus laisvuosius radikalus (3 lygtis), procesas vyksta vis intensyviau.

Riebalų oksidacijos procesui įtakos turi ir jį pagreitinti ar sulėtinti gali kai kurie faktoriai. Pavyzdžiui, intensyviau riebalų oksidacija vyksta šviesoje, jei produkte yra sunkiųjų metalų jonų, oksidaciją katalizuojančių fermentų, hemoglobino [14,15].

Kai kurios medžiagos, vadinamos antioksidantais, gali sulėtinti riebalų oksidacijos procesą. Antioksidanto AH įtaką riebalų oksidacijos reakcijoms supaprastintai gali aprašyti tokios lygtys:



Kaip matome, antioksidantas reaguoja su oksidacijos procese susidariusiais laisvaisiais radikalais ( $R^{\cdot}$  bei  $ROO^{\cdot}$ ) ir susidaro naujas radikalas  $A^{\cdot}$ , kuris yra žymiai stabilesnis. Taip yra nutraukiama grandininė laisvųjų radikalų susidarymo (autooksidacijos) reakcija ir produktas yra stabilizuojamas.

Kai kurios medžiagos, pačios nepasižyminčios sugebėjimu surišti laisvuosius radikalus, gali sustiprinti antioksidantų poveikį, pavyzdžiui, sudarydamos kompleksinius junginius su oksidacijos procesą spartinančiais sunkiųjų metalų jonais ir taip juos eliminuodamos. Tokios

medžiagos vadinamos sinergistais. Taip pat sinergistai SH<sub>2</sub> gali redukuoti susidariusius laisvuosius antioksidanto radikalus A<sup>·</sup>, patys nereaguodami su peroksido radikalais:



Taigi, riebalų stabilumui maisto produktuose užtikrinti dažnai yra naudojami antioksidantai. Kaip jau buvo minėta aukščiau, antioksidantai gali būti sintetiniai ir natūralūs. Šiuo metu maisto pramonėje plačiau yra naudojami sintetiniai antioksidantai, tokie kaip butilintas hidrokisanizolas (BHA) E320 ir butilintas hidroksitoluenas (BHT) E321. [15,16,17]. Tai gerai riebaluose tirpstančios, o vandenyje netirpios termoatsparios sintetinės medžiagos, kurios, esant koncentracijai produkte nuo 20 iki 200 mg/kg produkto efektyviai stabdo riebalų oksidacijos procesus. Tai, palyginus, pigūs antioksidantai. Vienok, kyla vis daugiau abejonių dėl šių medžiagų nekenksmingumo, manoma, kad šios medžiagos gali būti toksiškos ir kelti pavojų žmonių sveikatai. Reikia pažymėti, kad vienas efektyviausias sintetinis antioksidantas tert-butilhidrochinonas (TBHQ) dėl galimo jo kancerogeniškumo nėra leistas naudoti Europos Sąjungoje, Kanadoje, Japonijoje. Butilintas hidroksitoluenas (BHT), nors pats ir nepasižymi kancerogeniniu poveikiu, sustiprina kai kurių kitų medžiagų kancerogeniškumą [17].

Todėl pasaulyje vis intensyviau kaip mokslininkai, taip ir vartotojai bei produkcijos gamintojai kelia klausimą, kad vietoj sintetinių antioksidantų maisto produktų gamyboje būtų naudojami saugesni natūralūs, iš gamtinių augalinės ar gyvulinės kilmės medžiagų išskirti antioksidantai. Kadangi natūralūs antioksidantai dažniausiai yra išskiriami iš nuo seno maistui naudojamų žaliavų, manoma, kad jie yra saugesni už sintetinius antioksidantus. Šiuo metu plačiausiai ištyrinėti ir naudojami natūralūs antioksidantai yra askorbo rūgštis ir jos dariniai (E300, E301, E302), tokoferoliai (E306, E307, E308, E309), citrinų rūgštis (E330), kurie yra įtraukti ir į Lietuvos higienos normą HN 53:2003.

Tokoferoliai yra aptinkami daugelyje augalinių aliejų, tokių kaip kukurūzų, saulėgrąžų, kviečių gemalų aliejai, kur jų koncentracija būna nuo 100 iki 500 mg% [18]. Paprastai tai būna alfa-tokoferolio, beta-tokoferolio, gama-tokoferolio ir delta-tokoferolio mišinys [19]. Tokoferoliai pasižymi vitamininiu aktyvumu (vitaminas E). Manoma, kad alfa-tokoferolio izomeras pasižymi didžiausiu vitamininiu, bet mažiausiu antioksidaciniu aktyvumu [17], o delta-tokoferolis – priešingai. Tokoferoliai gerai tirpsta riebaluose ir yra atsparūs aukštų temperatūrų poveikiui. Antioksidacinio poveikio mechanizmas pasireiškia tuo, kad tokoferoliai reaguoja su riebaluose susidarančiais laisvaisiais peroksidų radikalais, taip nutraukdami grandininę reakciją. Reikia pažymėti, kad tokoferolių, kaip, beje, ir kitų antioksidantų efektyvumas labai priklauso nuo



maisto matricos sudėties [20]. Maisto emulsijose su omega-3 riebalų rūgščių (žuvų taukų) priedais antioksidantų efektyvumas priklauso nuo emulsiklio tipo [21,22], pH [21,23] sunkiųjų metalų pėdsakų [24] emulsijos paruošimo sąlygų [25,26]. Kaip jau minėta, tokoferoliai pasižymi vitamininiu aktyvumu, todėl jų priedai naudingi ne tik kaip antioksidantai, bet ir padidina maisto produktų maistinę vertę.

Gryna askorbo rūgštis (vitaminas C) yra balta kristalinė medžiaga, gerai tirpstanti vandenyje ir spirite. Ji yra nestabili šarminėje aplinkoje, nepatvari ir skyla kaitinant bei veikiant ore esančiam deguoniui. Priklausomai nuo aplinkos sąlygų, ji gali veikti kaip antioksidantas, ar gali veikti kaip sinergistas (redukuoti fenolinius junginius, surišti sunkiuosius metalus ar deguonį). Kadangi askorbo rūgštis yra vitaminas, tai jos ar askorbo rūgšties druskų (natrio ar kalio askorbatų) priedai, kaip ir tokoferolių priedai, padidina maisto produktų maistinę vertę.

Askorbo rūgšties ir riebiųjų rūgščių eteriai –askorbilpalmitatas (E304) ir askorbilstearatas (E305) jau priskiriami sintetiniams antioksidantams ir yra efektyvūs naudojant kartu su lecitinu (E 322) ir tokoferoliais [14].

Citrinų rūgštis (E330) yra malonaus skonio plačiai maisto pramonėje naudojamas maisto priedas. Ši rūgštis yra aptinkama beveik visų rūšių augaluose [19]. Ji veikia kaip antioksidatorių sinergistas, surišdama metalų jonus. Citrinų rūgštis paprastai yra dedama į augalinius aliejus po dezodoracijos ir yra pakankamai efektyvi riebalų oksidacinio gedimo prevencijos priemonė.

Antioksidacinėms savybėms pasižymi daugelis prieskoninių augalų, žolių, vaisių, uogų ir daržovių, todėl be aukščiau minėtų natūralių antioksidantų, įtrauktų į ES ir Lietuvoje maisto priedų vartojimą reglamentuojančius dokumentus, maisto produktų gamyboje galėtų būti naudojami ir iš minėtų maisto žaliavų išskirti natūralūs antioksidantai. Dėl padidėjusio dėmesio maisto saugos problemoms ir vartotojų poreikio natūraliems maisto produktams, pastaruoju metu natūralių antioksidantų išskyrimo iš augalų ir jų naudojimo maisto produktų gamyboje tyrimai vykdomi gan intensyviai. Pasaulyje šiuo metu mokslo – tiriamieji darbai natūralių antioksidantų klausimais vykdomi šiomis pagrindinėmis kryptimis:

1. Natūralių antioksidantų identifikavimas ir jų savybių nustatymas [27 - 33].
2. Natūralių antioksidantų ekstrakcija iš žaliavos ir išgryninimas [34 - 39].
3. Natūralių antioksidantų naudojimas maisto produktų gamyboje [40 - 45].
4. Natūralių antioksidantų naudojimas gydomaisiais tikslais [46,47].

Natūralių antioksidantų yra labai daugelio augalų lapuose, sėklose, vaisiuose. Tai fenolio junginiai, tokie kaip fenolio rūgštys, flavonoidai, antocianinai ir jų glikozidai [48].

Augalų sėklose yra daug nesočiųjų riebalų rūgščių, todėl, kad sėklos išliktų iki kitų metų, jose privalo būti natūralių antioksidantų. Pagrindė tai yra jau anksčiau minėti tokoferoliai. Augalų sėklose gali būti ir ne fenolinių antioksidantų, tokių kaip fitosteroliai, karotenai ir karotenoidai [44].

Augalų lapuose yra daug natūralių fenolinių antioksidantų, pagrindė flavonoidų. Kai kurių augalų, pavyzdžiui, juodos ir žalios arbatos, lapuose natūralių antioksidantų (arbatos atveju, katechinų) yra gana daug. Šios medžiagos yra mažiau tirpios riebaluose, vienok, maisto emulsijose jų antioksidacinis aktyvumas pasireiškia pakankamai stipriai. Pavyzdžiui, žaliosios arbatos lapų sausosiose medžiagose yra apie 36 % polifenolių (epikatechino, epigalokatechino, epigalokatechin galato, epikatechin galato). Šios medžiagos stabdo žuvų riebalų oksidacijos procesą panašiu efektyvumu kaip ir sintetiniai antioksidantai, todėl žalioji arbata yra perspektyvus natūralus antioksidantas žuvų perdirbimo pramonėje.

Iš prieskoninių augalų daugiausiai natūralių antioksidantų yra rozmarino, šalavijo, raudonėlio, dašio lapuose. Minėtų augalų, ypač rozmarino, šalavijo lapų ekstraktai jau pakankamai plačiai ištirti ir yra naudojami maisto produktų gamyboje [49,19]. Vienok, pavyzdžiui, rozmarino ekstraktai pasižymi stipriu charakteringu kvapu, kas gali riboti jų panaudojimą kai kurių maisto produktų gamyboje.

Gvazdikėlių pumpurų ekstraktų antioksidacinis aktyvumas yra artimas natūralaus antioksidanto delta-tokoferolio antioksidaciniam aktyvumui [50]. Gvazdikėlių pumpurų ekstraktas slopina malonaldehido susidarymą menkės kepenų riebaluose.

Natūralių antioksidantų, nors ir ne tiek daug, yra ne tik augalų sėklose, lapuose, bet ir vaisiuose. Nemažai natūralių antioksidantų yra, pavyzdžiui, alyvuogėse. Todėl iš alyvuogių perdirbimo metu gaunamų atliekų pastaruoju metu jau yra ekstrahuojami natūralūs antioksidantai [51]. Kavos ir kakavos pupelėse taip pat yra nemažai natūralių antioksidantų. Tiriant dvylikos vaisių ir penkių pramoninių vaisių sulčių sudėtį, nustatyta, kad didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu pasižymėjo braškės, po jų slyvos, apelsinai, raudonosios vynuogės, kiviai, raudonieji greipfrutai, vynuogės, bananai, obuoliai, pomidorai, kriaušės ir melionai [52].

Taigi, kaip matome iš aukščiau pateiktos informacijos, natūralūs antioksidantai, išskirti iš arbatos, prieskoninių augalų, vaisių ar sėklų, gali būti naudojami kaip alternatyva sintetiniams antioksidantams, kadangi adekvačiai, ar net efektyviau stabdo riebalų oksidacijos procesus.

Tyrimų, kuriuose būtų nustatinėjama natūralių antioksidantų įtaka riebalų oksidacijai žuvyje ar jos farše, siekiant pailginti jų vartojimo trukmę, nėra labai daug [53 - 60], didžiausią įdirbį šioje srityje turi Ispanijos jūros tyrimo instituto mokslininkai. Teigiami rezultatai buvo gauti kaip

natūralius antioksidantus naudojant žaliosios arbatos lapų ekstraktą, rozmarino lapų ekstraktą ar alyvuogių aliejų, jie pakankamai efektyviai stabdė žuvies riebalų oksidacijos procesą. [53 - 55].

Lyginant tarpusavyje kvercetino ir rozmarino lapų ekstrakto įtaką riebalų oksidacijai žuvies farše, nustatyta, kad rozmarino lapų ekstraktas efektyviau apsaugojo žuvies riebalus nuo oksidacijos [56].

Tiriant natūralių antioksidantų įtaką menkės faršo stabilumui, buvo nustatyta, kad efektyviai riebalų oksidacijos procesą jame slopina vynuogių dietinis pluoštas (dietary fibre) [57]. Minėtas pluoštas buvo paruošiamas pagal patentuotą technologiją, sublimacinėje džiovykloje džiovinant vynuogių išspaudas (odeles ir sėklas).

Iš naujausių tyrimų reikėtų paminėti Turkijos mokslininkų darbą, kuriame buvo tirta dilgėlių (*Urtica dioica* L.) ekstrakto įtaka vaivorykštinio upėtakio riebalų oksidacijos procesui jo file laikymo metu [58]. Kaip parodė tyrimas, 0,4 % dilgėlių ekstrakto koncentracija buvo pakankama, kad užtikrintų riebalų stabilumą laikant vaivorykštinio upėtakio file  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  temperatūroje. Vienok, autoriai nurodo, kad darbus tiriant dilgėlių ekstrakto įtaką žuvų riebalų oksidacijos procesui būtina tęsti, nustatant daugiau riebalų oksidacinį gedimą charakterizuojančių rodiklių (peroksidus, fluorescuojančius junginius) ir kt., kad gauti išsamų dilgėlių ekstrakto antioksidacinio efekto patvirtinimą.

Reikia pažymėti, kad kai kuriuose darbuose nėra nurodoma, kokių konkrečiai augalų ekstraktai buvo naudojami kaip natūralūs antioksidantai žuvies riebalų stabilumui užtikrinti laikymo metu, tikriausiai, laikant tai komercine paslaptimi [59,60].

Darbe [61] buvo tirta rozmarino lapų ekstrakto įtaką riebalų oksidacijai rožinėse krevetėse (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846), laikant jas  $+1^{\circ}\text{C}$  temperatūroje. Krevetės, apdorotos su rozmarino ekstraktu po 75 parų išlaikymo pasižymėjo labai geromis juslinėmis ir fizikinėmis cheminėmis charakteristikomis, tuo tarpu kontrolinių mėginių jos buvo žymiai blogesnės.

Apibendrinant galime konstatuoti, kad natūralių antioksidantų yra labai daugelio augalų lapuose, sėklose, vaisiuose. Dalis tokių junginių, išskirtų iš arbatos, prieskoninių augalų (rozmarino, šalavijo, raudonėlio, dašio), dilgėlių, alyvuogių ar vynuogių, gali būti naudojami kaip alternatyva sintetiniams antioksidantams, kadangi adekvačiai, ar net efektyviau nei sintetiniai stabdo riebalų oksidacijos procesus. Minėtų ir kitų augalų ekstraktai bei jų mišiniai gali būti perspektyvūs natūralūs antioksidantai žuvies produktų gamyboje.

## IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Žuvyse ir žuvų produktuose yra daug nepakeičiamų polinesočiųjų riebalų rūgščių, kas nulemia ypatingą šių produktų maistinę vertę ir svarbą sveikos mitybos požiūriu.
2. Dėl polinesočiųjų riebalų rūgščių oksidacijos žuvies produktai, juos gaminant ir laikant, labai greitai genda: apkarsta, juose atsiranda pašaliniai kvapai. Dėl riebalų oksidacijos sumažėja žuvų ir jų produktų maistinė vertė, o susidarę oksidacijos metu junginiai yra toksiški, gali iššaukti širdies ligas ir vėžį.
3. Daug riebalų, o ypač polinesočiųjų omega-3 riebalų rūgščių, yra skumbrių, lašišų, riebių silkių, sardinių, ančiuvių, tunų, eršketų, upėtakių žuvienoje. Todėl, gaminant produktus iš šių žuvų rūšių, oksidacinių procesų prevencijai turi būti skiriamas maksimalus dėmesys.
4. Žuvų produktų kokybę stabilizuoti (sustabdyti riebalų rūgščių oksidaciją) galima naudojant antioksidantus. Maisto pramonėje šiuo metu plačiai naudojami pigūs, bet efektyvūs sintetiniai antioksidantai.
5. Kai kurie natūralūs antioksidantai, išskirti iš arbatos, prieskoninių augalų, vaisių ar sėklų, gali būti naudojami kaip alternatyva sintetiniams antioksidantams, kadangi adekvačiai, ar net efektyviau nei sintetiniai stabdo riebalų oksidacijos procesus.
6. Tyrimų, kuriuose nustatoma natūralių antioksidantų priedų įtaka riebalų oksidacijai žuvyje ar jos farše, nėra labai daug. Teigiami rezultatai buvo gauti kaip natūralius antioksidantus naudojant žaliosios arbatos lapų ekstraktą, rozmarino lapų ekstraktą ar alyvuogių aliejų.
7. Antioksidantų efektyvumas labai priklauso nuo maisto matricos sudėties, pH, gamybos sąlygų bei kitų faktorių. Efektyviai stabdydama riebalų oksidacijos procesą viename produkte, antioksidacinėms savybėms pasižyminti medžiaga ar augalinis ekstraktas gali būti neveiksmingas kitame. Todėl, norint naudoti naujus natūralius antioksidantus, yra būtina iširti jų antioksidacinį efektyvumą konkrečiame produkte.
8. Antioksidantų, kaip ir kitų maisto priedų, vartojimą Lietuvoje reglamentuoja Lietuvos higienos norma HN 53 :2003 „Leidžiami vartoti maisto priedai“. Joje šiuo metu yra nurodomi 24 antioksidantai, kurie gali būti vartojami maisto produktuose. Ženklinant maisto produktus tik šios medžiagos gali būti nurodomos kaip antioksidantai.
9. Būtina tęsti tyrimus natūralių antioksidantų naudojimo žuvų produktų oksidaciniam stabilumui užtikrinti srityje ir parinkti natūralias antioksidacinėmis savybėmis pasižyminčias medžiagas, įgalinančias prailginti žuvų produktų vartojimo laiką.

## LITERATŪRA

1. Gram. L., Dalgard P. Fish spoilage bacteria - problems and solutions// *Curr. Op. Biotechnol.* 2002. **13**, P. 262-266.
2. Suja K. P. et al. Antioxidant efficacy of sesame cake extract in vegetable oil protection// *Food Chemistry.* 2004. **84**, P. 393-400.
3. Nwanguma B.C. et al. Toxicity of oxidized fats II: Tissue levels of lipid peroxides in rats fed a thermally oxidized corn oil diet//*Food and Chemistry Toxicology.* 1999. **37**, P. 413-416.
4. Dyer W. G., French H> V., Snow J. M. Proteins in fish muscle// *J. Fish Res. Bd. Canada.* 1950. **7**, P. 10.
5. Воскресенский Н. А. Посол, сушка и копчение рыбы. М. 1966. 563 с.
6. Zhao G. et al. "Dietary  $\alpha$ -Linolenic Acid Reduces Inflammatory and Lipid Cardiovascular Risk Factors in Hypercholesterolemic Men and Women." *Journal of Nutrition.* 2004. **134**, P. 2991-2997.
7. Kris-Etherton, P.M., Harris W.S., Appel L.J. Omega- 3 fatty acids and Cardiovascular Disease. New Recommendations from the American Heart Association.// *Arteriosclerosis Thrombosis Vascular Biology.* 2003. **23**, P. 151-52.
8. Kris-Etherton, P.M., Harris W.S., Appel L.J. "Fish Consumption, Fish Oil, Omega- 3 fatty acids and Cardiovascular Disease." *Circulation* 2002, Nov 19. **106**(21), P. 2747-57. ]
9. Garcia G. N. et al. Characterization of the lipid composition and natural antioxidants in the liver oil of *Dasyatis brevis* and *Gymnura marmoata* rays// *Food Chemistry.* 2004. **87**, P. 89-96.
10. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/lab-qhc.html>.
11. <http://www.annecollins.com/dietary-fat/fish-oils-fatty-acids.htm>
12. Boran G., Karacam H., Boran M. Changes in the quality of fish oil due to storage temperature and time// *Food Chemistry.* 2006. **98**, P. 693–698.
13. Frankel E. N. Antioxidants in lipid food and their impact on food quality// *Food Chemistry,* 1996. **57**, P. 51-55.
14. Beddows C.G., Jagait C., Kelly M.J. Effect of ascorbyl palmitate on the preservation of  $\alpha$  - tocopherol in sunflower oil, alone and with herbs and spices// *Food Chemistry.* 2001. **73**, P. 255-261.
15. Stansby M. E. Fish oils: Their chemistry, technology, stability, nutritional properties and uses. The Avi Publishing Company, Inc, Westport. 1967.
16. Krings U. et al. Antioxidant activity of extracts from roasted wheat germ// *Food Chemistry.* 2000. **71**, P. 91-95.

17. Донченко Л. В., Надыкта В. Д. Безопасность пищевой продукции. М. 2007. 538 с.
18. Kalucka M. N et. al. Changes in antioxidant activity and free radical scavenging potential of rosemary extract and tocopherols in isolated rapeseed oil triacylglycerols during accelerated tests// *Food Chemistry* 2005. 93, P. 227-235.
19. Hraš A. R., Hadolin M., Knez Ž. and Bauman D. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with  $\alpha$ -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil// *Food Chemistry*. 2000. 71, P. 229-233.
20. Jacobsen C. et al. Antioxidant strategies for preventing oxidativeflavour deterioration of foods enriched with n-3 polyunsaturated lipids: a comparative evaluation. // *Trends Food Sci. Technol.* 2008.19, P. 76-93
21. Jacobsen C. Timm M., Meyer A. S. Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: Ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration// *J.Agric. Food Chem.* 2001. 49, P. 3947-39568.
22. Haahr A.-M., Jacobsen C. Emulsifier type, metal chelation and pH affect oxidative stability of Omega-3 enriched emulsions. // *Eur. J. Lipid Sci Technol.* 2008.
23. Jacobsen C., Adler-Nissen J., Meyer A. S. Effect of ascorbic acid on iron release from the emulsifier interface and on the oxidative flavor deterioration in fish oil enriched mayonnaise// *J.Agric. Food Chem.* 47, 4917-4926 (1999).
24. Sørensen A.-D. M et al. Interactions between iron, phenolic compounds, emulsifiers, and pH in omega-3 enriched oil-in-water emulsions// *J. Agric. Food Chem.* (published on web 02/14/2008. doi. 10.1021,jf072946z).
25. Medina I. et al.. Effect of molecular structure of phenolic families as hydroxycinnamic acids and catechins on their antioxidant effectiveness in minced fish muscle// *J. Agric. Food Chem.* 2007. 55, P. 3889-3895.
26. Sorensen A. D. M. et al. Homogenization conditions affect the oxidative stability of fish oil enriched milk emulsions: Oxidation linked to changes in protein composition at the oil-water interface// *J.Agric. Food Chem.* 2007. 55, P.1781-1789.
27. jDe Marino et al. Antioxidant activity and biological properties of phytochemicals in vegetables and spices (capsicum,laurus, foeniculum)// *EJEAFChe*, 2008. 7 (10), P. 3174-3177.
28. Julia Barciela et al. A brief study of the role of selenium as antioxidant// *EJEAFChe*, 2008. 7 (10), P. 3151-3155.
29. David Campos, Rosana Chirinos, Romina Pedreschi. Extraction, recovery and purification of natural antioxidants from andean crops. *EJEAFChe*. 2008. 7 (10), P. 3221-3225.
30. Juan Carlos Parajó et al. Recovery of phenolic antioxidants released during hydrolytic treatments of agricultural and forest residues// *EJEAFChe*. 2008. 7 (10), P. 3243-3249.

31. J. A. Mendiola et al. Antioxidants in plant foods and microalgae extracted using compressed fluids//EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3301-3309.
32. Shahidi et al. Antioxidants: extraction, identification, application and efficacy measurement// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3325-3330.
33. Daniel Franco et al. Polyphenols from plant materials: extraction and antioxidant power// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3210-3216.
34. Juan Fernández-Bolaños et al. Production, recovery and purification of antioxidant and interesting compounds from olive by-products// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P.
35. Dietmar R. Kammerer, Reinhold Carle. Process strategies for the recovery and isolation of phenolic compounds from winery by-products// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3226-3230.
36. Motonobu Goto, Siti Machmudah, Mitsuru Sasaki. Extraction of natural antioxidants using supercritical carbon dioxide and hydrothermal condition// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3250-3253.
37. Manuel Pinelo, Anne S. Meyer. Enzyme-assisted extraction of antioxidants: release of phenols from vegetal matrixes// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P.3217-3220.
38. Mohamed Bouaziz et al. Production of antioxidants from olive processing by-products//EJEAFChe. 2008. 7 (10), P.3231-3236.
39. Sagrario Beltrán et al. Recovery of antioxidants from grape products by using supercritical fluids and membrane technology// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3270-3278.
40. Laura González et al. Enhancement of shelf life from meat proceeding from blond galician calves using antioxidant// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3296-3300.
41. Isabel Medina et al. Antioxidant mechanisms involved in the activity of natural procyanidins in seafood products// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3315-3319.
42. Katarzyna Waszkowiak. The application of connective tissue proteins as antioxidant carriers in food production// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3331-3334.
43. Charlotte Jacobsen et al. Applications of natural antioxidants in omega-3 enriched foods// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3288-3295.
44. Jan Pokorny. Application of phenolic antioxidants in food products// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3320-3324.
45. Ana M. Romero et al. Antioxidant properties of soya sprout hydrophilic extracts. application to cooked chicken patties// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3196-3206.
46. Ravikumar Patil H.S. et al. Polyphenol composition of nutraceutical concentrate obtained from edible vegetable oil seeds// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3181-3198.

47. Julián C. Rivas-Gonzalo, Celestino Santos-Buelga, Sonia de Pascual-Teresa. Understanding the potential health promoting effect of flavonoids// EJEAFChe. 2008. 7 (10), P. 3146-3150.
48. Naczak M., Shahidi M. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis// Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2006. 41 (28), P. 1523 – 1542.
49. Madsen H. L. et al. The antioxidative activity of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in dressing stored exposed to light or in darkness// Food Chemistry. 1998. 63, P. 173-180.
50. Lee K. G., Shibamoto T. Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds (*Syzygium aromaticum* L.)// Food Chemistry. 2001. 74, P. 443-448.
51. Peschel W et al. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes// Food Chemistry. 2006. 97, P. 227-284.
52. Mokbel M. S., Hashinaga F Evaluation of the antioxidant activity of extracts from buntan (*Citrus grandis* Osbeck) fruit tissues// Food Chemistry. 2006. 94, P. 529-534.
53. Ikawa, Y. Use of tea extracts (sanfood) in fish paste products//New Food Ind. 1998. 40, P. 3339.
54. Medina I. et al. Comparison of natural polyphenol antioxidants from extra virgin olive oil with synthetic antioxidants in tuna lipids during thermal oxidation// J. Agric. Food Chem. 1999, 47, P. 4873-4879.
55. Medina I. et al. Activity of plant extracts for preserving functional food containing n-3 PUFA. Eur. Food Res. Technol. 2003. 217, P. 301-307.
56. Montero P. et al. Oxidation stability of muscle with quercetin and **rosemary** during thermal and high-pressure gelation// Food Chem. 2005. 93(1), P. 17-23.
57. Isabel Saánchez-Alonso et al Inhibition of Hemoglobin-Mediated Oxidation of Regular and Lipid-Fortified Washed Cod Mince by a White Grape Dietary Fiber// J. Agric. Food Chemistry. 2007. 55 (13) P. 5299-305.
58. Cükriye Arashisar et al. The Effects of Nettle (*Urtica dioica* L.) on Chemical Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets// American Journal of Food Technology, 2008, 3, (5)
59. A. Lugasi, et al. Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage// Food Science and Technology 2007. 40 (5) P. 930-936.
60. Aubourg, S et al Damage inhibition during frozen storage of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) fillets by a previous plant extract treatment. J.Food Sci., . 2004. 69 (2), P. 136-141.



61. Asli Cadun, Duygu Kışl , Şükran Çaklı. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life// Food chemistry. 2008. 109 (1), P. 81 – 87.

**SUDERINTA:** .....

Žuvininkystės tyrimų priežiūros komisijos  
pirmininkas

Algirdas Rusakevičius

2008 m. ....mėn. ....d.